

N° d'ordre : 41131

UNIVERSITÉ LILLE 1 - SCIENCES ET TECHNOLOGIE
Faculté des Sciences Économiques et Sociales

École doctorale SÉSAM
Laboratoire Clersé

Les impacts énergétiques de scénarios d'innovation dans les activités de services

Thèse présentée pour l'obtention du grade de

Docteur en Sciences Économiques

Présentée et soutenue publiquement par

Charlotte FOURCROY

Le 2 juillet 2013

Directeur de thèse : **Faïz GALLOUJ**

devant le jury composé de :

Faïz GALLOUJ, Professeur à l'Université Lille 1

Fabrice DECELLAS, Ingénieur chercheur à EDF R&D

Patrice GEOFFRON, Professeur à l'Université Paris-Dauphine

Anna CRETJ, Professeur à l'Université Paris X

Abdelillah HAMDouch, Professeur à l'Université de Tours

Directeur de thèse

Encadrant EDF

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Résumé

Les impacts énergétiques de scénarios d'innovation dans les services

Dans le contexte actuel, d'une économie dominée par les activités de services et de la montée des préoccupations énergétiques, cette thèse est consacrée à la question de la demande d'énergie des services et aux répercussions énergétiques de l'innovation dans ces activités. Nous montrons, tout d'abord, que les services ne sont pas immatériels, en particulier sous l'angle énergétique. Des consommations d'énergie importantes sont, en effet, nécessaires en amont de la prestation de services à proprement parler, pour permettre la rencontre entre les parties prenantes et pour produire l'ensemble des biens et infrastructures requis. Dans un second temps, nous nous concentrons sur les dynamiques d'innovation et de changement dans les services. Nous rendons compte des grandes tendances à l'œuvre dans ce secteur. Nous montrons qu'elles ont des répercussions majeures sur les consommations d'énergie, à la baisse ou à la hausse. Nous appuyons notre analyse sur une investigation empirique approfondie dans le secteur hospitalier et dans celui de la grande distribution alimentaire.

Mots clefs : Activités de services ; Consommations d'énergie ; Innovation dans les services.

Energy impact of innovation in the service industries

In the current context of a service-dominated economy and of rising energy concerns, this thesis aims to examine the issue of energy demand by services and in particular the energy implications of innovation in the service industries. First, we show that services are not immaterial in terms of energy consumption as widely believed. Indeed, a significant amount of energy is consumed to allow the encounter between stakeholders and to produce all requisite goods and infrastructure. In a second step, we focus on the dynamics of change and innovation in services. We identify and discuss megatrends in the service industries. We demonstrate that they all have major impacts (positive or negative) on energy consumption. Our analysis is based on an in-depth empirical investigation in hospitals and food retailing.

Keywords: Service industries ; Energy consumption ; Innovation in services.

Remerciements

Je tiens, en premier lieu, à témoigner ma gratitude à Faïz Gallouj, mon directeur de thèse, pour ses conseils, ses encouragements et sa disponibilité. C'est une chance d'avoir pu apprendre et travailler avec lui.

Je tiens également à remercier Fabrice Decellas, mon encadrant à EDF R&D. Je le remercie tout particulièrement pour la confiance qu'il m'a accordée, tout au long de ces trois années de thèse.

Je suis reconnaissante à Patrice Geoffron et Anna Creti d'avoir accepté de rapporter ce travail de thèse, ainsi qu'à Abdelillah Hamdouch pour sa participation au jury.

Je remercie l'équipe ENERBAT au sein de laquelle j'ai été intégrée à EDF R&D, pour leur accueil et les bonnes conditions de travail dont j'ai pu bénéficier. L'ambiance conviviale qui règne dans l'équipe a participé fortement au bon déroulement de la thèse.

J'ai une pensée pour les anciens doctorants et les futurs docteurs, de EDF et d'ailleurs, avec qui j'ai partagé les hauts (les annonces de départ en conférences, les publications) et les bas (les éternelles remises en question) de la vie de thésard, notamment Amandine, Arnaud, Benoit, Elie et Maxime.

Finalement, je tiens à remercier mes proches, tout particulièrement Zahi, pour leur patience et leur soutien, notamment au cours de ces quelques difficiles derniers mois de thèse.

Table des matières

Introduction générale	1
Partie 1 La demande d'énergie dans les activités de services	8
Chapitre 1 Les services dans leur relation à l'énergie : une analyse théorique	9
1 Les services et le secteur tertiaire : définitions et périmètres	10
1.1 Approche historique de la définition	10
1.2 Une définition positive et des typologies de services	14
2 Les spécificités des services et leurs traductions énergétiques	19
2.1 Le mythe de la non-matérialité des services	19
2.2 L'importance des interactions de services	22
3 Les sources de consommation d'énergie des activités de services	24
3.1 La mise en évidence des consommations d'énergie directes	24
3.2 Les consommations d'énergie indirectement liées à la prestation de services	27
4 Conclusion	28
Chapitre 2 Les consommations d'énergie des services : constat empirique et validation des hypothèses théoriques	31
1 L'estimation des consommations d'énergie du secteur tertiaire : outils, nomenclatures et méthodes de mesure	32
1.1 Le périmètre du secteur tertiaire dans les statistiques énergétiques	32
1.2 L'évaluation des consommations d'énergie du secteur tertiaire	33
2 Un cadrage statistique général	36
2.1 Un secteur peu consommateur d'énergie, selon les données statistiques	37
2.2 Une forte hétérogénéité des consommations selon les branches	39
3 Vers une réévaluation des consommations d'énergie réellement nécessaires à la réalisation des activités tertiaires	43
3.1 Les consommations d'énergie pour les déplacements associés aux services	44
3.2 L'énergie <i>incorporée</i> dans les services	55
4 Conclusion	66

Partie 2 Les dynamiques de changement et d'innovation dans le secteur des services et leurs répercussions énergétiques

69

Chapitre 3 Les grandes tendances qui caractérisent le secteur des services et leurs implications en termes de consommation d'énergie	70
1 L'extension du périmètre des services	72
1.1 Externalisation et développement des services aux entreprises	72
1.2 L'expansion du marché des services aux particuliers : le contre-pied de l'autoproduction	75
1.3 De l'économie des biens à l'économie des produits-services	80
2 Les dynamiques de régression/diversification dans les services	86
2.1 La dynamique de régression des services	87
2.2 La dynamique de diversification et de montée en gamme des services	92
2.3 La double dynamique de régression et d'amélioration des services	95
3 Les évolutions de l'interaction de services	96
3.1 Les services à domicile	96
3.2 Les services à distance	101
4 Le développement de services <i>durables</i>	105
4.1 Le <i>développement durable</i> appliqué aux services	106
4.2 Les barrières à l'efficacité énergétique des services <i>durables</i>	107
5 Conclusion	109

Chapitre 4 Innovation dans les services et consommation d'énergie : un cadre d'analyse	111
1 Le traitement de la relation innovation-énergie dans la littérature	112
1.1 L'innovation dans les services : un bilan de la littérature	112
1.2 Les répercussions énergétiques des dynamiques d'innovation dans la littérature	116
2 Une représentation des services adaptée à l'analyse des dynamiques d'innovation et de leurs répercussions énergétiques	120
2.1 La représentation générale du produit en termes de caractéristiques	120
2.2 Des adaptations pour prendre en compte les consommations d'énergie	123
2.3 Une nouvelle représentation par les caractéristiques	126
3 Un modèle pour l'analyse des dynamiques d'innovation dans les services et de leurs répercussions énergétiques	131
3.1 La logique d'efficacité énergétique	131
3.2 La logique d'enrichissement du service	133
3.3 La logique d'appauvrissement du service	134
3.4 La logique de délégation	135
3.5 La logique de mutualisation	137
4 Conclusion	138

Partie 3 Innovation et consommation d'énergie : deux études de cas 140

Chapitre 5 Innovation et consommation d'énergie dans le secteur hospitalier 141

1	La demande d'énergie dans les établissements de santé	142
1.1	Les sources de consommation d'énergie dans le secteur hospitalier	143
1.2	Un usage de l'énergie majoritairement associé au besoin de chaleur	148
1.3	L'énergie, une question d'ordre secondaire relativement aux soins	152
2	Les dynamiques d'innovation et leurs répercussions énergétiques	156
2.1	Les innovations relatives à la maîtrise de la demande d'énergie	157
2.2	Le recentrage sur les missions premières	162
2.3	La montée en gamme des hôpitaux	170
2.4	Le développement de certaines formes de coopération	174
3	Les impacts énergétiques de scénarios d'évolution du secteur hospitalier, à l'horizon 2035	180
3.1	Le modèle de prospective énergétique	180
3.2	Trois scénarios contrastés d'évolution du secteur hospitalier	185
3.3	Les résultats et leur analyse	196
4	Conclusion	202

Chapitre 6 Innovation et consommation d'énergie dans le commerce de détail alimentaire 205

1	La demande d'énergie dans le commerce de détail alimentaire	206
1.1	Les sources de consommation d'énergie dans le commerce de détail alimentaire	207
1.2	Un usage de l'énergie majoritairement associé au besoin de froid et d'éclairage dans le commerce de détail alimentaire	211
1.3	Une relative maîtrise des questions énergétiques	214
2	Les dynamiques d'innovation et leurs répercussions énergétiques	219
2.1	Les innovations relatives à la maîtrise de la demande d'énergie	219
2.2	Le développement d'offres de commerce simplifiées	224
2.3	La diversification des canaux de distribution	234
2.4	La mise en œuvre d'une logistique mutualisée	237
3	Les impacts énergétiques de scénarios prospectifs pour le commerce de détail alimentaire, à l'horizon 2035	241
3.1	Le modèle de prospective énergétique	242
3.2	Trois scénarios contrastés pour le commerce de détail alimentaire	246
3.3	Les résultats et leur analyse	253
4	Conclusion	257

Conclusion générale	260
Annexes	264
Chapitre A La liste des professionnels interviewés	264
Chapitre B La grille d'entretien pour le secteur hospitalier	266
Chapitre C L'analyse thématique des entretiens du secteur hospitalier	269
Chapitre D La grille d'entretien pour le commerce de détail alimentaire	285
Chapitre E L'analyse thématique des entretiens du commerce de détail alimentaire	288
Bibliographie	298
Liste des tableaux	318
Liste des figures	320

Introduction générale

L'histoire de la pensée économique nous enseigne que les premiers économistes qui se sont intéressés aux activités de services, leurs ont attribué un caractère *immatériel* ou *intangibile* (Smith, 1970 ; Say, 1972 ; Sismondi, 1971). Dans les économies contemporaines, avec la montée des préoccupations énergétiques (la raréfaction des ressources énergétiques fossiles, le changement climatique, la pollution locale, etc.), la notion d'immatérialité des services a souvent été interprétée comme signifiant que les services exercent une faible pression sur l'environnement et en particulier qu'ils consomment peu d'énergie (Illeris, 2007 ; Rifkin, 2000 ; OCDE, 2000). Cette idée est confortée par un certain nombre d'observations empiriques : alors que les services comptent pour près de 80 % de la valeur ajoutée produite et trois quarts des emplois dans les pays de l'OCDE, ils ne représentent qu'environ 15 % des consommations d'énergie finale¹.

L'idée selon laquelle les services, immatériels, seraient moins consommateurs d'énergie et exerceraient une pression moindre sur l'environnement est particulièrement séduisante, puisqu'elle signifie que la tertiarisation inexorable de l'économie, qui caractérise tous les pays développés, contribue mécaniquement à la résolution des problèmes énergétiques et environnementaux.

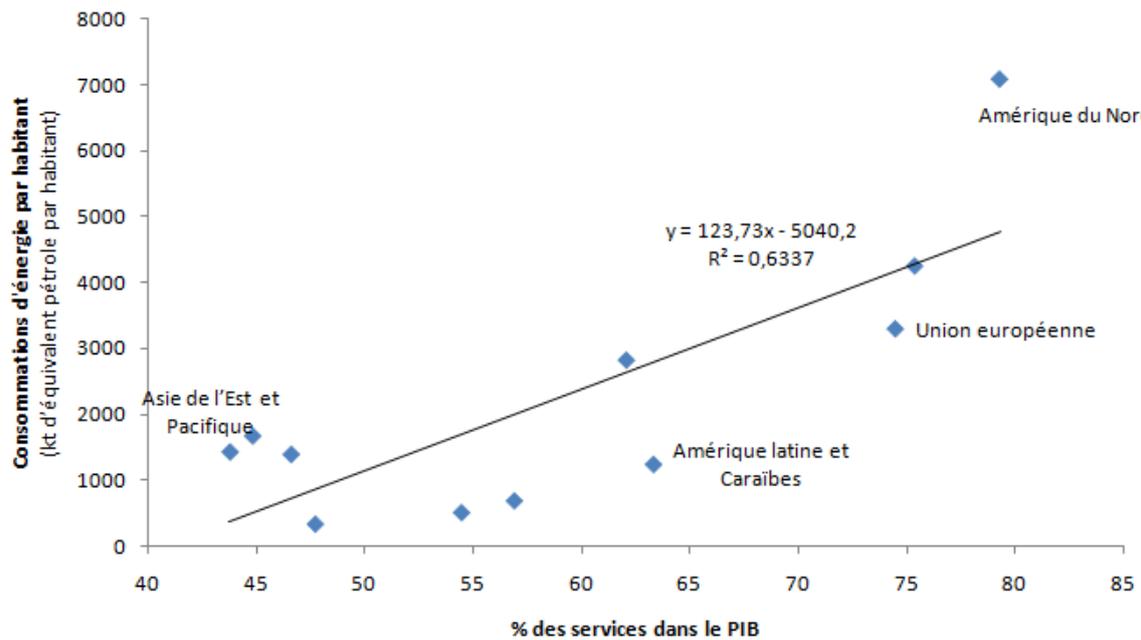
Dans les années 90 et 2000, un certain nombre d'auteurs, ont ainsi envisagé la dématérialisation de l'économie, en termes de réduction de la pression exercée sur l'environnement. Pour certains auteurs, c'est le passage d'une économie reposant sur la propriété individuelle à une économie de l'accès ou de la fonctionnalité (privilégiant l'achat de l'accès à une fonction plutôt que du bien lui-même) qui peut permettre la dématérialisation de l'économie (Rifkin, 2000 ; Lauriol, 2007 ; Du Tertre, 2007 ; Heurgon et Landrieu, 2007). Pour d'autres, c'est la passage à une *économie de la connaissance et de l'information* (Romm *et al.*, 1999). Au total, selon l'ensemble de ces auteurs, la dématérialisation de l'économie, qui a pour origine la tertiarisation progressive de l'économie, devrait permettre la poursuite du processus de croissance sans exacerber les tensions sur l'environnement

1. L'énergie finale est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (électricité au foyer, essence à la pompe). Elle provient de sources d'énergie primaire, qui sont, pour leur part, les formes d'énergie disponibles dans la nature sans transformation (charbon, pétrole, bois, énergie éolienne, etc.).

et, en particulier, sur l'énergie.

Pourtant, en France, c'est le secteur des services qui a connu la plus forte croissance de ses consommations d'énergie ces dernières années. Par ailleurs, à l'échelle mondiale, ce sont les pays les plus tertiariés qui sont aussi les plus consommateurs d'énergie par habitant (figure 1).

FIGURE 1 – Comparaison entre le niveau de tertiarisation d'une économie et les consommations d'énergie par habitant, pour les principaux agrégats de pays



Source : d'après des données de la Banque Mondiale pour 2010.

Sans constituer la preuve d'une causalité directe entre tertiarisation de l'économie et augmentation des consommations d'énergie par tête, ce résultat nous amène à reconsidérer la question de *l'immatérialité* des services et de la société de services, du point de vue de leurs consommations d'énergie.

La demande d'énergie des activités de services est mal connue et elle a fait l'objet d'un nombre limité de travaux, comparativement aux secteurs résidentiel, industriel et du transport. Ce faible intérêt pour l'étude des consommations d'énergie du secteur des services trouve plusieurs explications. Tout d'abord, comme nous l'avons déjà mentionné, ce secteur ne représente qu'une faible part du bilan énergétique global. Ensuite, la théorie économique, qui a traditionnellement qualifié les services d'*immatériels* ou d'*intangibles*, conforte l'idée qu'ils consomment peu d'énergie. La nature singulière des services com-

plique également la collecte de données énergétiques et leur analyse : le secteur des services est, en effet, hétérogène (regroupant des activités aussi différentes que la grande distribution, la banque ou les coiffeurs) et ses consommations d'énergie sont diffuses (contrairement à l'industrie où elles sont relativement concentrées dans les industries grandes consommatrices d'énergie, telles que l'industrie sidérurgique). Finalement, à ces difficultés méthodologiques spécifiques à l'étude des consommations d'énergie du secteur des services, s'ajoutent celles, plus générales, liées aux difficultés de définition des services.

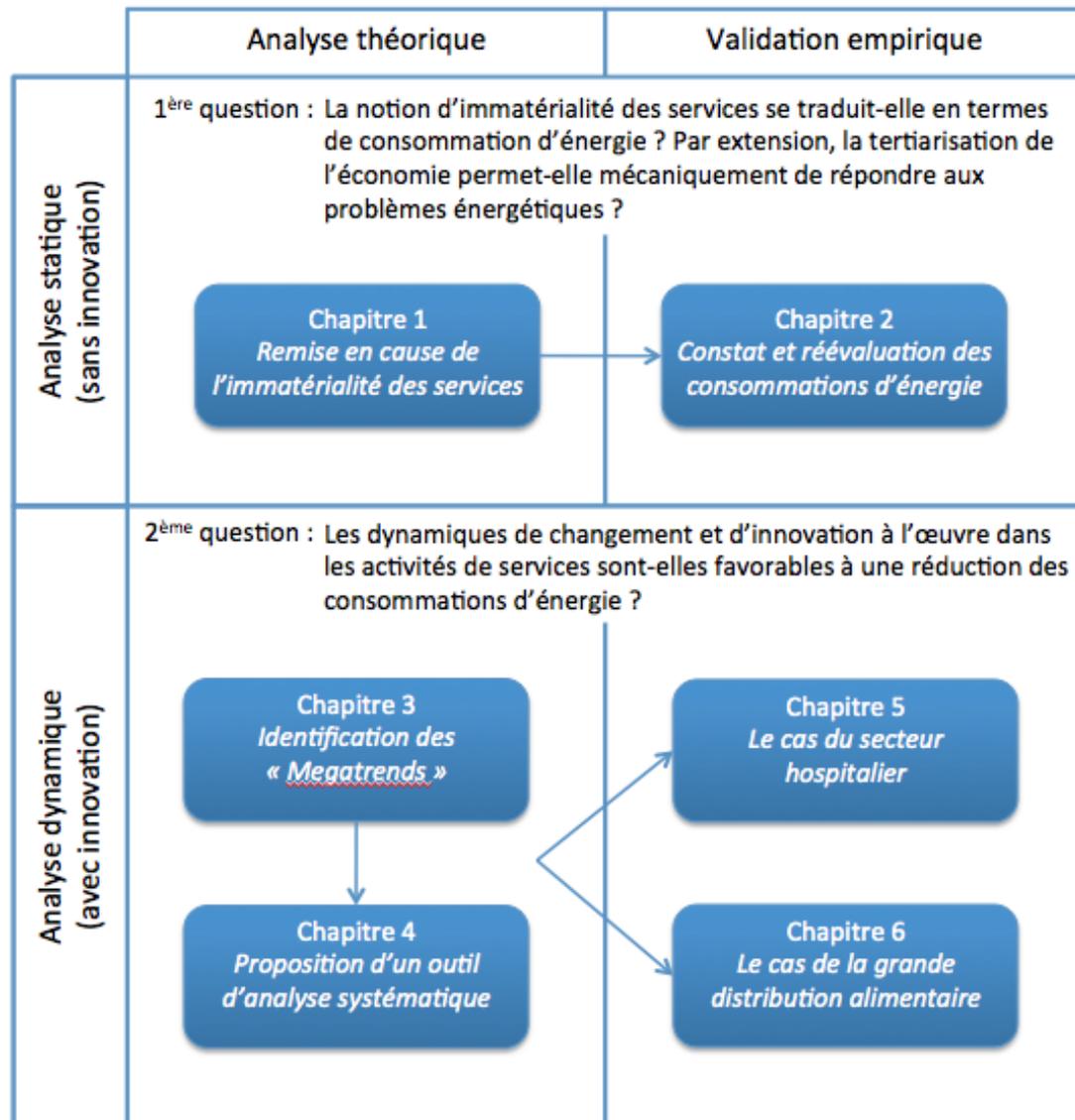
L'objectif de cette thèse est d'améliorer la compréhension des déterminants socioéconomiques de la demande d'énergie des activités de services et ainsi de combler le déficit cognitif souligné précédemment. Pour atteindre cet objectif, deux questions sont abordées. La première se rapporte à la matérialité des services et de la société de services. Il s'agit d'évaluer si les activités de services, telles qu'elles sont réalisées aujourd'hui, sont réellement moins consommatrices d'énergie que les autres activités et si la tertiarisation de l'économie permet de répondre mécaniquement aux problèmes énergétiques. La seconde question se rapporte à l'évolution des services et de leurs consommations d'énergie. Il s'agit d'une analyse positive, cherchant à évaluer les répercussions énergétiques des dynamiques d'innovation et de changement à l'œuvre dans le secteur des services.

Améliorer les connaissances des déterminants socio-économiques de la demande d'énergie s'inscrit également dans un objectif industriel. Cette thèse a été financée par la direction de la Recherche et Développement de EDF, dans le cadre d'un contrat CIFRE. L'équipe, au sein de laquelle le travail s'est déroulé, mène des travaux de prospective énergétique dans le secteur tertiaire. Les modèles prospectifs reposent sur des projections de surfaces de bâtiments. À ces bâtiments sont associés des usages de l'énergie (qui dépendent de la nature des activités exercées : éclairage, chauffage, climatisation, cuisson, etc.), des besoins (ou niveaux de services, en termes de lumen par m² pour l'éclairage, de température pour le chauffage, etc.), des performances techniques et des scénarios d'utilisation des locaux (dont dépendent les besoins). La détermination des projections de surface et la formalisation des scénarios d'utilisation des locaux réclament une connaissance approfondie des secteurs étudiés et notamment des évolutions et ruptures qu'ils connaissent ou sont susceptibles de connaître. Le travail réalisé dans le cadre de cette thèse vise à développer ces connaissances, pour permettre la conception de scénarios prospectifs d'évolution de la demande d'énergie du secteur tertiaire dont les corps d'hypothèses soient pleinement cohérents et motivés.

Pour répondre à notre problématique, nous articulerons notre réflexion autour des deux principales questions présentées précédemment. Ces questions correspondent, d'une part, à une analyse statique des consommations d'énergie des services, c'est-à-dire sans prise

en compte des changements et des innovations et, d'autre part, à une analyse dynamique, intégrant les changements et innovations et permettant d'étudier l'évolution des consommations d'énergie. Le plan suivi dans cette thèse et l'articulation entre les différents chapitres sont illustrés par la figure 2.

FIGURE 2 – Articulation des chapitres de la thèse
Impacts énergétiques de l'innovation dans les activités de services



La première partie est consacrée à l'examen de la demande d'énergie des services, tels qu'ils sont réalisés actuellement. Notre objectif est de reconsidérer la question de la matérialité des services et de la société de services.

Dans le premier chapitre, nous abordons cette question d'un point de vue strictement théorique. Nous revenons sur la définition socio-économique des activités de services, afin

de définir le périmètre de notre recherche et de comprendre la nature de ces activités. À partir des caractéristiques des services et de leurs définitions, nous identifions les principales sources de consommation d'énergie à l'œuvre. Il s'agit de l'intervention de service elle-même, mais également de la mise en condition des lieux où se déroule le service et de la mise en présence des parties prenantes, c'est-à-dire généralement des prestataires et des clients. Cette analyse nous conduit à remettre en question la notion d'immatérialité des services, tout au moins en termes énergétiques.

Dans le second chapitre, nous confrontons notre analyse théorique aux données empiriques. Après avoir rendu compte des méthodologies de comptabilisation des statistiques énergétiques, nous analysons les données existantes concernant les consommations d'énergie du secteur des services, en France métropolitaine. Nous cherchons finalement à réévaluer une partie des consommations d'énergie qui sont associées, selon nous, aux activités de services mais qui échappent aux statistiques énergétiques. Il s'agit, dans un premier temps, d'estimer le montant des consommations d'énergie associées aux déplacements pour la consommation et la réalisation de la prestation de services, puis, dans un second temps, d'estimer l'énergie *incorporée* dans les services (ou énergie *grise* des services), c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la production de l'ensemble des éléments requis pour la prestation de services. Nous montrons que ces consommations d'énergie sont importantes, notamment relativement aux consommations *officielles* du secteur.

Au total, dans cette première partie consacrée à l'analyse de la demande d'énergie des services *en statique* (c'est-à-dire sans tenir compte des changements et de l'innovation), nous montrons que les services induisent des consommations d'énergie non négligeables, sous-estimées par les statistiques énergétiques du secteur tertiaire et que la tertiarisation de l'économie ne permet pas de répondre mécaniquement aux problèmes énergétiques.

Dans la seconde partie, nous poursuivons cette analyse *en dynamique*, afin de caractériser les répercussions énergétiques des dynamiques de changement et d'innovation à l'œuvre dans les activités de services, et en particulier de déterminer si elles sont favorables ou non à une réduction des consommations d'énergie.

Le chapitre 3 est consacré à l'identification des *grandes tendances*² qui caractérisent le secteur des services et qui en influencent les consommations d'énergie. Nous y traitons, pour commencer, de l'extension du périmètre des services, qui se traduit par l'évolution du périmètre des consommations d'énergie relatives au secteur tertiaire. Nous examinons ensuite, les dynamiques de régression et diversification dans les services, qui sont orientées par une recherche de performance économique, mais qui ne signifient pas nécessairement l'amélioration des performances énergétiques. Une autre dynamique envisagée concerne l'interaction entre les parties prenantes aux services. Elle correspond au développement des services à domicile et des services à distance. Cette tendance entraîne une évolution

2. Au sens de Naisbitt (1982).

des consommations d'énergie pour les déplacements, mais aussi dans les bâtiments. La dernière tendance est celle de la mise en œuvre d'une logique de développement durable dans les services, principalement sous la forme d'une réduction de la pression des services sur l'environnement. Nous montrons que cette tendance n'induit pas nécessairement des gains, en termes énergétiques.

L'identification des *grandes tendances* dans le secteur des services et de leurs répercussions énergétiques met en évidence le manque de travaux portant sur les répercussions énergétiques des dynamiques d'innovation dans les services. Dans le chapitre 4, nous proposons un outil d'analyse qui rend compte de la diversité et de la complexité de ces liens. Il s'agit d'une adaptation à notre objet de recherche de la représentation du service, en termes de caractéristiques, proposée par Gallouj et Weinstein (1997). Nous suggérons une nouvelle représentation des services qui met en évidence les relations entre l'innovation dans les services, définie en termes d'évolution des caractéristiques, et l'évolution de leur demande d'énergie. Nous montrons que, si la question de l'innovation, dans ses relations aux consommations d'énergie, se limite souvent, dans les organisations de services, aux innovations visant la recherche d'efficacité énergétique, d'autres logiques d'innovations telles que l'enrichissement ou l'appauvrissement du service, la délégation ou la mutualisation doivent également être envisagées.

Notre dernière partie est une tentative de validation et d'illustration empirique de notre analyse théorique de l'innovation dans les services et de ses répercussions énergétiques. Le secteur tertiaire étant fortement hétérogène, nous avons choisi de sélectionner deux sous-secteurs : le secteur hospitalier (chapitre 5) et le secteur du commerce de détail alimentaire (chapitre 6). Le choix de ces deux secteurs se justifie de différentes manières. Il s'agit tout d'abord d'étudier un secteur public et un secteur privé. Il s'agit ensuite de secteurs dont les consommations d'énergie totales sont importantes à l'échelle du secteur tertiaire (respectivement 12 et 23 % pour les secteurs de la santé et du commerce³).

Pour chaque secteur, nous avons conduit une enquête qualitative, par entretiens individuels semi-directifs, afin d'identifier les grandes orientations qui ont ou sont susceptibles d'avoir des répercussions sur les consommations d'énergie. Après avoir défini ces services en termes de caractéristiques, selon le modèle d'analyse développé dans le chapitre 4 et mis en évidence les sources de consommation d'énergie, nous rendons compte d'un certain nombre de statistiques énergétiques et nous analysons, à partir des entretiens réalisés, la façon dont les organisations de ces deux secteurs traitent de la question des consom-

3. Le secteur hospitalier et le secteur du commerce de détail alimentaire sont inclus respectivement dans les secteurs de la santé et du commerce, sans en constituer l'intégralité. Pour des questions de simplicité nous présentons ici la part des consommations d'énergie des secteurs santé et commerce. On notera que les consommations d'énergie des hôpitaux et des cliniques représentent 60 % des consommations d'énergie de la branche santé et que celles du commerce de détail alimentaire représentent 23 % des consommations d'énergie de la branche commerce (CEREN, 2009).

tions d'énergie et, en particulier, l'importance qu'elles accordent à cet enjeu dans leurs réflexions sur l'évolution de leur activité. Nous examinons, ensuite, les grandes tendances de changement et d'innovation dans chacun des secteurs et étudions leurs impacts sur la demande d'énergie, toutes choses égales par ailleurs, à partir de la nouvelle représentation des services, en termes de caractéristiques. Finalement, pour chaque secteur, nous proposons trois scénarios prospectifs contrastés, afin d'en estimer les conséquences sur les consommations d'énergie à l'échelle du pays et de réfléchir à la direction dans laquelle il serait souhaitable de conduire les secteurs, tout au moins du point de vue des enjeux énergétiques.

Première partie

La formation de la demande d'énergie dans les activités de services

Chapitre 1

Les services dans leur relation à l'énergie : une analyse théorique

En raison principalement de leur faible poids dans le bilan énergétique global et de leur supposé caractère *immatériel*, les activités de services, sont rarement étudiées sous l'angle énergétique. Pourtant, les consommations d'énergie du secteur tertiaire ne cessent de croître et les statistiques montrent que les consommations énergétiques des pays augmentent avec leur niveau de tertiarisation. Dans ce chapitre, nous souhaitons combler le déficit de connaissances concernant les consommations d'énergie des activités de services, afin de mieux comprendre les besoins d'énergie induits par ces dernières. Il s'agit, en d'autres termes, d'identifier les sources de consommation d'énergie des services du point de vue de l'activité socio-économique.

Nos hypothèses sont les suivantes : les activités de services sont plus consommatrices d'énergie qu'on l'imagine. Elles nécessitent notamment des consommations d'énergie en amont et en aval de la prestation de service, telle qu'elle est généralement définie dans la littérature économique. Ce premier chapitre aborde l'étude de la formation de la demande d'énergie des services, d'un point de vue théorique. Nos analyses s'appuient sur une relecture, à la lumière de la question des consommations d'énergie, de la littérature théorique consacrée à la définition des services et à la décomposition analytique de leur prestation.

La première partie de ce travail est consacrée à la discussion de la définition de notre domaine d'étude : les services et le secteur tertiaire (section 1). Si aucune définition ne fait l'unanimité, un compte rendu de l'évolution de la définition des services permet d'identifier un certain nombre de leurs spécificités. Deux de ces caractéristiques, l'immatérialité et la coproduction, peuvent être analysées du point de vue de leurs répercussions énergétiques. Dans un second temps, nous discutons donc de ce que l'on peut appeler le mythe de l'immatérialité des services, ainsi que des conséquences énergétiques de la coproduction qui prend souvent la forme d'un contact en face à face, entre prestataires et clients (section 2).

Enfin, à partir d'une décomposition théorique de la prestation de services, nous nous attachons à identifier l'ensemble de leurs sources de consommation d'énergie (section 3). Nous intégrons autant que possible, dans notre réflexion, l'amont et l'aval de la prestation, en tenant compte, par exemple, des déplacements nécessaires. En nous appuyant sur une perspective de *cycle de vie* des services, nous élargissons également notre point de vue, afin d'identifier les consommations d'énergie indirectement liées à la prestation de services.

1 Les services et le secteur tertiaire : définitions et périmètres

Aujourd'hui, les termes *services* et *secteur tertiaire* sont considérés comme équivalents, bien que celui de «*services*» au pluriel soit généralement préféré pour mettre en avant l'hétérogénéité des activités concernées. Mais cela n'a pas toujours été le cas. La notion de *secteur tertiaire* n'est apparue qu'au début du XX^{ème} siècle. Le terme *services* l'a précédée. Dans cette section, nous rendons compte de la définition des services et des critères de répartition des activités, entre les activités de production de biens et les activités de services, ce qui nous semble une étape nécessaire à la suite de notre travail.

Nous abordons, pour commencer, la définition des services sous un angle historique, en étudiant son évolution depuis le XVII^{ème} siècle (section 1.1). Nous rendons compte, ensuite, de quelques tentatives de formulation d'une définition positive et nous constatons que trop hétérogènes, les services doivent le plus souvent être répartis en sous catégories pour être étudiés (section 1.2).

1.1 Approche historique de la définition

Jusqu'au XIX^{ème} siècle, les services étaient peu étudiés. Les activités que l'on désigne aujourd'hui sous ce terme sont à cette époque qualifiées successivement de *richesses com-modes et superflues* (Boisguilbert, 1697, cité dans Boncoeur et Thouément (1989)), de travaux *improductifs* dont le résultat est *immatériel* (Smith, 1970 ; Say, 1972), ou de *faux frais* de la production capitaliste (Marx, 1971) (tableau 1.1). Y répertoriant notamment les médecins, les gens de loi, les gens de lettres, ou encore les ecclésiastiques, les auteurs s'accordent, le plus souvent, pour dire que ces activités sont utiles, mais que leur développement doit être limité.

Cette vision des services, comme des activités presque parasites, est l'une des raisons pour lesquelles les économistes se sont longtemps principalement intéressés à l'agriculture et à l'industrie. À cette raison peuvent s'ajouter la faible importance des activités de services dans l'économie jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle, les difficultés d'obtention des

TABLEAU 1.1 – Les services du XVIIIème au XIXème siècle

Auteur	Catégorie(s) d'activités regroupant les services	Exemples
Boisguilbert	Le <i>beau monde</i> Les <i>richesses commodes et superflues</i>	Le souverain, le clergé, etc. Par opposition aux richesses nécessaires désignant l'agriculture et conditionnant le développement des richesses commodes et superflues.
Smith	Le travail improductif (qui n'ajoute de la valeur à rien)	Les médecins, les hommes de loi, les <i>serviteurs de l'Etat</i> (le souverain, les magistrats civils et militaires, l'armée et la marine), les ecclésiastiques, les hommes de lettres, les comédiens, les farceurs, les musiciens, les danseurs et chanteurs de l'opéra, etc.
Say	Les activités immatérielles (consommées et produites simultanément)	Les médecins, les administrateurs de la chose publique, les avocats, les juges, les prêtres, les musiciens, les acteurs, les domestiques, etc.
Sismondi	Les classes qui travaillent sans que le prix de leur travail se réalise dans un objet produit par elles	La <i>population gardienne</i> : les administrateurs, les législateurs, les juges, les avocats, les forces armées, etc.
		Les activités pour la <i>jouissance de l'âme</i> : la religion, les sciences dont l'instruction, les arts, etc.
		Les activités pour <i>soigner le corps de l'homme</i> , depuis les médecins jusqu'aux valets de chambre.
Marx	Les services personnels, individuels ou collectifs	Les médecins, les acteurs et chanteurs, les maîtres d'école et professeurs, les prêtres, les fonctionnaires d'Etat, les domestiques, le transport des personnes, la communication postale.
	Les activités pour la circulation marchande et financière (non productifs de plus-value, tout au plus de profits)	Le transport de marchandises, les activités de réparation et de maintenance, le commerce, la banque, l'assurance, la gestion comptable.

Sources : Boisguilbert P., 1697. *Détail de la France*, cité dans Boncoeur et Thouément (1989) ; Marx (1971) ; Smith (1970) ; Say (1972) ; Sismondi (1971) ; Delaunay et Gadrey (1987).

données (c'est un secteur diffus) et la grande proportion d'activités non marchandes (alors que l'analyse économique se concentre plutôt sur les activités marchandes). Cependant, sans véritablement chercher à définir les services, certains économistes classiques en ont relevé un certain nombre de caractéristiques. Parmi ces caractéristiques, reformulées et complétées par des auteurs contemporains, on compte principalement les suivantes :

- les produits des services seraient *immatériels* ou *intangibles*. Les services ne se réaliseraient sur aucun support et leur production serait simultanée à leur consommation (Smith, 1970 ; Say, 1972 ; Sismondi, 1971) ;
- les produits des services ne pourraient être ni stockés ni transportés (Say, 1972 ; Stanback, 1979) ;
- les services nécessiteraient une coopération entre le client et le prestataire, pouvant aller de la participation relativement passive, à la coproduction du résultat (Fuchs, 1968 ; Stanback, 1979 ; Eiglier et Langeard, 1987).

Ces caractéristiques sont intéressantes à considérer, mais elles ne permettent pas réellement de distinguer les services des autres activités car elles ne s'appliquent ni à tous les services, ni uniquement aux services (Fuchs, 1968 ; Delaunay et Gadrey, 1987 ; Illeris, 1989 ; Gadrey, 2003). Ainsi, certains services ne sont pas immatériels : certains ont pour support des biens tangibles (les services d'édition de livres ou de journaux, la sculpture ou la peinture¹, etc.), d'autres les réparent, les maintiennent ou les transforment (les services de réparation, de maintenance, mais aussi la restauration), d'autres encore les déplacent (les services de transport, le commerce, etc.) ou les mettent à disposition (les services de location). Tous les services ne sont pas coproduits. C'est le cas, notamment, des services de nettoyage. D'autres encore, comme le transport ferroviaire, sont intensifs en capital (ou le sont à des degrés variables). Finalement, le caractère non stockable et non transportable des services semble perdre de sa pertinence avec la pénétration des technologies de l'information et de la communication (via les enregistrements, les transferts électroniques de données, etc. On peut par exemple enregistrer un cours puis le stocker voire même le diffuser).

Le XX^{ème} siècle a vu l'émergence d'une nouvelle notion, celle de *secteur tertiaire*. D'abord défini par complémentarité avec le secteur primaire et le secteur secondaire (Fisher, 1939 ; Clark, 1960), puis comme l'ensemble des activités à progrès technique faible ou nul (Fourastié, 1963), le secteur tertiaire correspond en pratique à un regroupement de services hétérogènes (tableau 1.2). Encore aujourd'hui, en France, l'INSEE définit le secteur tertiaire par complémentarité avec les activités agricoles et industrielles (secteur primaire et

1. Ces activités sont généralement répertoriées parmi les services, étant admis que leur contenu informationnel prévaut sur leur composante matérielle (Illeris, 1989). Selon l'INSEE cependant, les activités d'imprimerie et de reproduction en série de supports enregistrés appartiennent au secteur industriel.

secondaire). Ce secteur regroupe donc l'ensemble des activités, hors agriculture, industrie, production et distribution d'eau et d'énergie, construction.

TABLEAU 1.2 – La tripartition de l'économie

Allan Fisher	Colin Clark	Jean Fourastié
<i>Secteur primaire</i> : agriculture, pêche et sylviculture.	<i>Activités primaires</i> : agriculture, pêche et exploitation forestière.	<i>Secteur primaire</i> : activités à progrès techniques (en pratique les activités agricoles).
<i>Secteur secondaire</i> : industrie et construction.	<i>Activités secondaires</i> : industrie et exploitation minière.	<i>Secteur secondaire</i> : activités à progrès techniques très importants (en pratique l'industrie).
<i>Secteur tertiaire</i> : le reste des activités, ni primaires ni secondaires. C'est «un vaste ensemble d'activités consacrées à la fourniture de services allant des transports au commerce en passant par les loisirs, l'instruction et les plus hautes formes de la création artistique et de la philosophie» (Fisher, 1939, p. 31)	<i>Activités de services</i> : définies par complémentarité. Ce sont «des activités variées, dont la plupart exigent un nombre beaucoup moins grand de biens d'équipement que l'industrie ou l'agriculture [-...-] La production de biens sur une petite échelle, tels que la boulangerie, la confection de robes par des couturières et la réparation des chaussures [...] figurent aussi parmi les services» (Clark, 1960, p. 207).	<i>Secteur tertiaire</i> : activités à progrès techniques faibles ou nuls (en pratique le commerce, l'enseignement, l'administration, les professions libérales et beaucoup de métiers manuels).

Sources : Clark (1960) ; Fisher (1939) ; Fourastié (1963)

Cette typologie sectorielle n'a ni fait progresser la définition des services, ni permis de poser les bases théoriques d'une distinction nette entre les activités de production de biens et celles de services, certaines activités se situant à la frontière entre les deux. Nous avons par exemple évoqué, précédemment, plusieurs exemples d'activités de services ne répondant pas à l'ensemble des caractéristiques de services. Pour un certain nombre d'activités, l'appartenance au secteur secondaire ou tertiaire ne fait pas l'objet d'un consensus :

- les activités de transport et de communication appartiennent au secteur tertiaire dans les statistiques officielles de l'Union Européenne², mais certains auteurs les en excluent, car elles sont intensives en capital (Fuchs, 1968) ;
- les activités de production d'électricité appartiennent au secteur industriel dans les statistiques officielles de l'Union Européenne, mais au secteur des services dans les

2. La nomenclature d'activité utilisée par l'Union Européenne est la NACE.

statistiques des Etats-Unis. Ces activités sont délicates à classer car leur matérialité fait débat. Les caractères supposés d'intangibilité et de non stockabilité de l'électricité sont les principaux arguments en faveur d'un classement parmi les activités de services. Toutefois, ces arguments peuvent être remis en cause : les centrales de production d'électricité sont des équipements lourds et tangibles, et il existe des solutions de stockage de l'électricité (barrages hydrauliques, piles, batteries³)(Illeris, 1989) ;

- les activités de captage, traitement et distribution d'eau appartiennent au secteur industriel dans les statistiques officielles de l'Union Européenne, mais au secteur des services dans la nomenclature CEREN⁴. Si l'eau est un bien tangible, ces activités ne font que la capter, la traiter, la distribuer et semblent donc assez proches des services de réparation ou de distribution, etc. (Illeris, 1989).

Le développement important du secteur tertiaire au cours du XXème siècle et la place majeure qu'il occupe dans la seconde moitié du siècle (77 % des emplois en France en 2010, d'après l'INSEE) ont incité les économistes à tenter de clarifier la nature des activités qu'il réunit. Le secteur tertiaire apparaissant de plus en plus comme un regroupement de sous-ensembles et non comme un secteur homogène, le terme de *services*, au pluriel, lui est progressivement préféré (Illeris, 2007). Reste alors à trouver une définition des *services* permettant de distinguer théoriquement la production de services, de celle des biens.

1.2 Une définition positive et des typologies de services

Hill (1977) propose une définition des services qui a été largement reprise depuis :

«Un service peut se définir comme un changement d'état, d'une personne ou d'un bien appartenant à un agent économique quelconque, changement qui est réalisé par un autre agent économique, avec l'accord préalable du premier agent.» (Hill, 1977)⁵.

Cette définition positive des services a le mérite de distinguer le processus du service de son résultat et de mettre en avant l'idée d'une coopération entre les agents du service (Gadrey, 2003). Cependant, elle ne permet pas d'exclure les salariés des entreprises industrielles recrutés pour réaliser des tâches de services (Delaunay et Gadrey, 1987). Par ailleurs, deux catégories importantes de services échappent à cette définition (Illeris, 1989) :

- les services publics purs qui ne s'adressent à personne en particulier et dont les objectifs

3. Même s'il est vrai que, pour le moment, la rentabilité des piles et batteries n'est avérée que dans certains cas particuliers, comme les usages de pointes.

4. Le CEREN est le Centre d'Etudes et de Recherches Economiques sur l'Energie. La nomenclature du CEREN est précisée dans le chapitre 2.

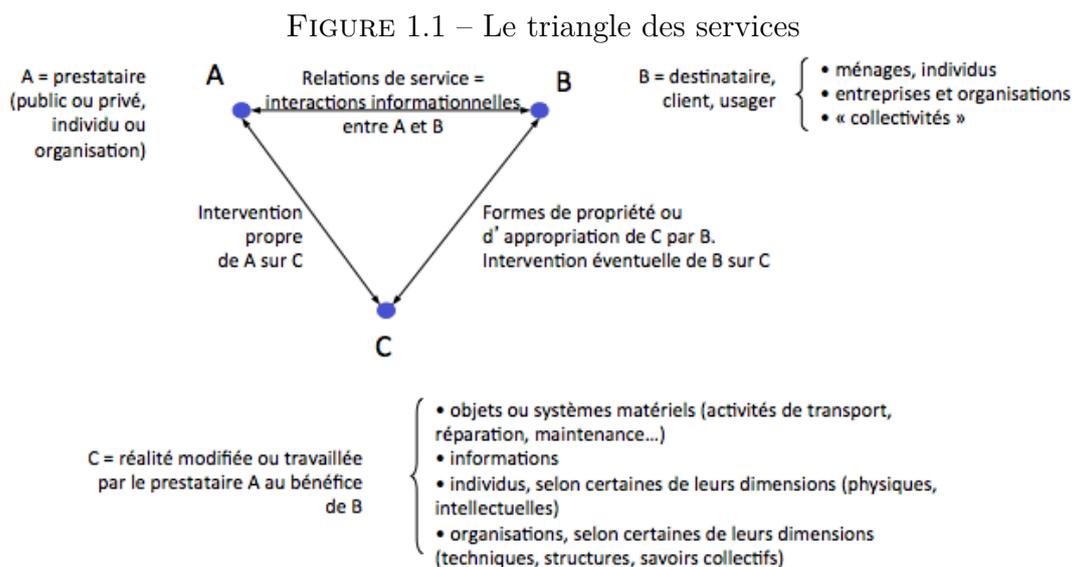
5. Traduction de l'anglais : «A service may be defined as a change in the condition of a person, or a good belonging to some economic unit, which is brought about as the result of the activity of some other economic unit, with the prior agreement of the former person or economic unit» (Hill, 1977, p. 318)

ne sont pas toujours d'apporter un changement mais parfois au contraire d'éviter un changement indésirable. Ce sont par exemple la police, la défense ou les activités de veille sanitaire ;

- les services d'information et de communication qui peuvent prendre la forme de journaux, livres, films, enregistrements sonores, etc. et ne relèvent pas d'un changement de condition⁶.

Pour pallier les lacunes de cette première définition, Gadrey (2003) en propose une seconde, inspirée des travaux de Hill, du sociologue Goffman et de ses travaux avec Delaunay. Cette définition est qualifiée de triangle des services (Figure 1.1) :

«Une activité de service est une opération, visant une transformation d'état d'une réalité C, possédée ou utilisée par un consommateur B, réalisée par un prestataire A à la demande de B, et souvent en relation avec lui, mais n'aboutissant pas à la production d'un bien susceptible de circuler économiquement indépendamment du support C» (Gadrey, 2003, p. 19).



Sources : Gadrey (2003)

La dernière partie de la définition doit permettre d'exclure les activités manufacturières des salariés d'entreprises industrielles, ainsi que les activités artisanales. Cette nouvelle définition n'est pas, pour autant, parfaitement satisfaisante. Elle s'applique notamment assez mal à la restauration ou à l'hôtellerie pour lesquelles on ne saurait définir la transformation d'état d'une réalité C (Gadrey, 2002a). En outre, pour certains services, il n'y a pas de relation directe entre le producteur et le consommateur (Gadrey, 2000). Nous

6. Bien qu'ils puissent en induire un, *a posteriori*.

ajoutons que dans certains cas, le commanditaire et le bénéficiaire du service sont distincts (dans le cas d'un cours particulier de soutien scolaire, par exemple, le commanditaire est généralement le parent de l'élève en difficulté qui bénéficiera des cours).

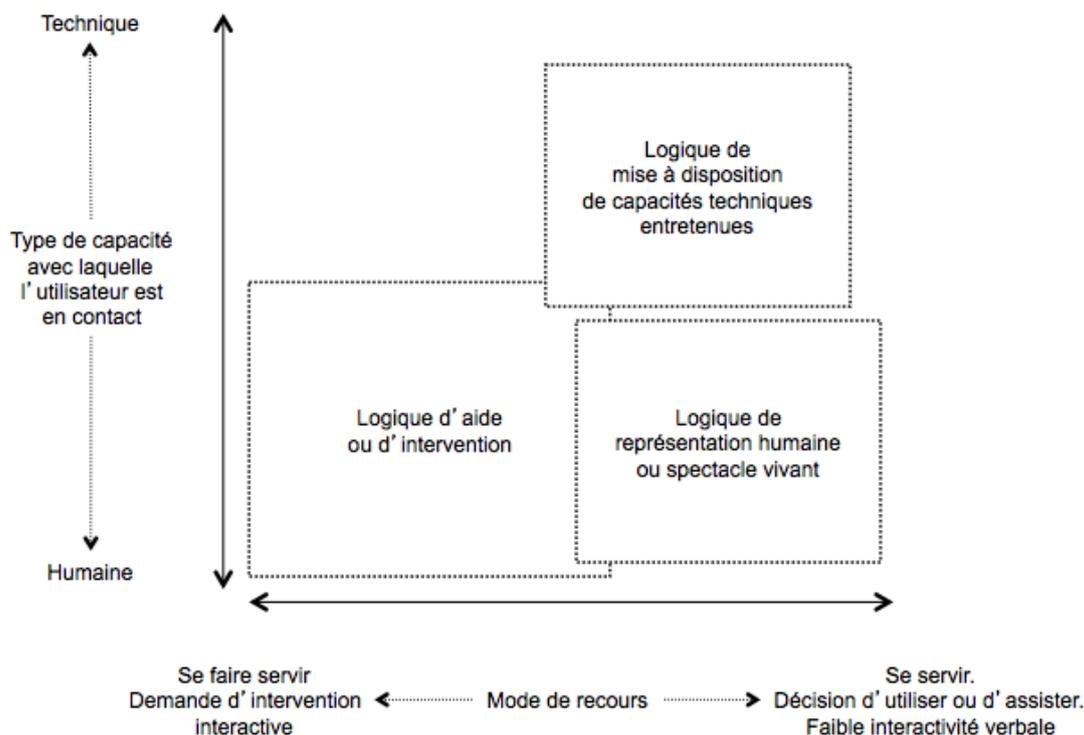
Gadrey (2000) propose alors une troisième définition des services, en deux temps.

« On considère qu'il y a production économique de services, dans les systèmes capitalistes développés, dans les deux cas suivants :

1. Lorsqu'une organisation A, qui possède ou contrôle une capacité technique et humaine (on parlera aussi de compétences dans ce cas), vend (ou propose à titre gratuit, s'il s'agit de services non marchands) à un agent économique B le droit d'usage de cette capacité et de ces compétences pour une certaine période, pour produire des effets utiles sur l'agent B lui-même, ou sur des biens C qu'il possède ou dont il a la responsabilité. Dans certains cas, cet usage prend la forme d'une intervention, sollicitée par B, sur un support C détenu ou contrôlé par B, et l'on retrouve le triangle des services. Dans d'autres cas, il se résume à l'utilisation temporaire par B d'une capacité technique entretenue, mise à disposition par A (exemple : la location). Dans une troisième famille de cas, c'est une *représentation humaine* (accompagnée de son support technique) que A organise et à laquelle B assiste. La figure 1.2 résume ces trois logiques typiques en les repérant selon deux critères qui sont, d'une part, le mode d'activation par B des capacités et compétences utilisées (demande de service ou décision de se servir), d'autre part la nature (technique ou humaine) des capacités avec lesquelles l'utilisateur est en contact à titre principal.
2. Lorsqu'un ménage ou un consommateur final (ces notions sont identiques à ce degré d'abstraction) emploie lui-même un salarié pour s'occuper de ses biens ou de sa personne (ou éventuellement de personnes vis à vis desquelles il exerce une délégation de responsabilité : enfants, parents, etc.). »

Cette définition complexe ne tient toujours pas compte des *services publics purs* : pour ces services, le bénéfice n'est pas ponctuel mais continu et la réalisation ne suppose pas une intervention continue (Illeris, 2007). Par ailleurs, si cette définition prend en compte le cas où le bénéficiaire et le commanditaire du service sont distincts (deuxième cas), elle présente le bénéficiaire comme passif. Pourtant, il peut coproduire le service. On peut également se demander si le service débute avec l'emploi du prestataire par le commanditaire, comme le sous-entend la définition, ou s'il ne débute pas plutôt avec la prestation

FIGURE 1.2 – Les trois types de logique de service



Sources : Gadrey (2000)

de services à proprement parler.

Du fait de l'hétérogénéité des services, mais aussi de leur évolution, trouver une définition qui englobe l'ensemble des services, mais uniquement les services, se révèle être un exercice difficile. On retient que le service est un acte. Le produit immédiat de cet acte est appelé l'*output* ou le service immédiat (une prescription médicale, par exemple). Plutôt que ce produit immédiat, on attend généralement des services un effet ou résultat à moyen ou long terme (une amélioration de la santé, dans notre exemple) (Gadrey, 2003). Ce résultat à moyen ou long terme est appelé l'*outcome*. Il peut être influencé par des facteurs extérieurs (le suivi, par le patient, de la prescription médicale, dans notre exemple).

Face à ces difficultés, plutôt que de chercher à définir les services, certains chercheurs ont proposé des typologies de services. En fonction de l'objectif analytique visé, chaque typologie retient un critère de répartition spécifique, lui permettant de définir des branches relativement homogènes par rapport à l'objet de l'étude. Parmi les critères généralement retenus, on trouve notamment la nature physique du résultat de l'activité, le rôle dans l'activité économique, le secteur destinataire du service, les rapports marchands, etc. Le tableau 1.3 présente quelques exemples de typologies.

TABLEAU 1.3 – Quelques typologies des services

Auteur	Critère de répartition	Catégories de services
Katouzian (1970)	Niveau de développement économique que reflète leur organisation	<i>Nouveaux services</i> : dont la consommation de masse est récente (enseignement, services modernes de santé, vacances, hôtels, restaurants, cinémas, concerts, boîtes de nuit etc.) <i>Services complémentaires</i> : complémentaires de la production industrielle (banque, finance, transport, commerce, etc.) <i>Anciens services</i> : développés avant l'ère industrielle (services domestiques principalement)
Browning et Singelmann (1975)	Rôle dans la production et la circulation des biens et des personnes	<i>Services de distribution</i> : correspondant à la dernière phase du processus de production des biens (transport, commerce, etc.) <i>Services de production</i> : s'adressant aux producteurs et aux particuliers, en ce qui concerne leurs droits de propriété (activités bancaires, financières, juridiques, immobilières, etc.) <i>Services sociaux ou collectifs</i> : services de santé, enseignement, services religieux, poste, administrations, etc. <i>Services personnels</i> : catégorie résiduelle (Services domestiques, hébergement, café et restaurants, activités récréatives, etc.)
Chase (1978)	Degré de coproduction	<i>Services high contact</i> : hôtels, restaurants, services médicaux, etc. <i>Services low contact</i> : commerce de gros, service postal, etc.
Lovelock (1983)	Nature de l'intervention et support de service	<i>Services s'adressant au corps des personnes</i> : transport de passagers, services de santé, restaurants, salons de beauté, etc. <i>Services s'adressant aux possessions physiques</i> : transport de marchandises, réparation, distribution de détail, services vétérinaires, etc. <i>Services s'adressant à l'esprit des personnes</i> : enseignement, radio et télévision, théâtres, etc. <i>Services s'adressant à des biens intangibles</i> : banques, services juridiques, traitement de données, recherche, etc.
Gadrey (1996)	Degré de standardisation et d'identification de l'output	<i>Services à forte dimension de traitement matériel de supports techniques</i> : transport de biens ou de personnes, réparation de biens, commerce de détail, locations, coiffure, etc. <i>Services intellectuels s'appliquant à des savoirs productifs organisés</i> : ingénierie, conseils et expertises, services financiers, etc. <i>Services s'appliquant aux savoirs et capacités des individus, dans la consommation finale</i> : enseignement, santé, loisir, culture, etc. <i>Services internes d'organisation et de gestion</i> : services administratifs, publics ou privés.

Les nomenclatures d'activités utilisées par les institutions nationales de statistique sont un dernier exemple de ces classifications. En France, c'est, depuis début 2008, la NAF rev.2 qui répertorie les activités économiques. Cette nomenclature est la déclinaison française de la nomenclature d'activité européenne NACE. Le secteur tertiaire y est découpé en 15 sections.

2 Les spécificités des services et leurs traductions énergétiques

Nous avons vu qu'il est délicat de proposer une définition positive des services. Bien que reconnues comme ne s'appliquant pas à l'intégralité d'entre eux, les trois principales caractéristiques des activités de services, à savoir l'immatérialité, la coproduction et la non stockabilité, restent les critères majeurs de distinction des activités économiques. L'immatérialité et la coproduction, en particulier, semblent avoir des répercussions importantes sur les consommations d'énergie. Nous cherchons, dans cette section, à étudier ces liens.

Nous discutons, pour commencer, du caractère intangible des services et de ses conséquences, en termes de consommation d'énergie (section 2.1). Leur *immatérialité* semble impliquer que ces activités exercent une faible pression sur l'environnement, en particulier qu'elles consomment peu d'énergie, et que la tertiarisation de l'économie est une solution pour faire face aux défis environnementaux et énergétiques actuels. Notre hypothèse est que l'immatérialité des services, tout au moins en termes de consommation d'énergie et de pression sur l'environnement, est un mythe. Nous montrons, dans un second temps, que la coproduction, qui requiert une interaction entre clients et prestataires, est une source majeure de matérialité (section 2.2).

2.1 Le mythe de la non-matérialité des services

On associe l'idée d'immatérialité (ou d'intangibilité) des services à Smith (1970) et à ses analyses sur l'accumulation du capital. L'auteur distingue, en effet, deux types d'activités économiques : le travail productif, comme celui de l'ouvrier qui ajoute de la valeur aux matériaux qu'il manipule et transforme, et le travail improductif qui n'ajoute aucune valeur. Parmi les activités improductives, Smith identifie les activités que nous qualifions aujourd'hui de services⁷. Bien que le qualificatif *immatériel* ne soit pas directement utilisé, l'idée d'immatérialité est implicite, comme l'illustrent les citations suivantes :

«Le travail improductif ne se fixe ou ne se réalise sur aucun support physique

7. Smith évoque notamment les services de l'Etat, les artistes, etc.

ou bien marchand, qui persisterait une fois le travail terminé ou contre lequel on puisse se procurer une même quantité de travail.» (Smith, 1970)⁸

«Les services périssent à l'instant même où ils sont rendus» (Smith, 1970)⁹

Dans le cadre d'une réflexion sur l'accumulation du capital, Say (1972) questionne l'utilisation du terme *improductif*. En effet, bien qu'ils ne produisent pas de valeur, les services sont, selon lui, utiles et sources de résultats visibles (la guérison produite par le travail des médecins, par exemple). Il introduit alors le terme *immatériel*.

La plupart de ses contemporains ont adopté ce qualificatif, qui est devenu la caractéristique principale utilisée pour décrire les activités de services. Pour les économistes du XIX^{ème} siècle, l'immatérialité des services signifie qu'un service est consommé et produit simultanément (Say, 1972), que son résultat ne prend pas une forme matérielle, qu'il ne peut pas s'accumuler (Sismondi, 1971) et qu'il ne produit pas une valeur échangeable¹⁰.

Au XX^{ème} siècle, quand apparaît la notion de secteur tertiaire, le qualificatif *immatériel* lui est transposé. L'idée d'immatérialité des services est alors enrichie par l'hypothèse d'un moindre usage de biens d'équipements (d'une moindre intensité capitalistique). Clark (1960) constate ainsi que les activités de services exigent un nombre moins important de biens d'équipement que l'industrie ou l'agriculture.

Un certain nombre de travaux remettent cependant en question la notion d'immatérialité, en tant que caractéristique des services (Fuchs, 1968 ; Delaunay et Gadrey, 1987 ; Illeris, 1989 ; Gadrey, 2003) (voir section 1.1). Dans les économies contemporaines, la pénétration des TICs renforce le besoin d'un réexamen de cette caractéristique, permettant dans certains cas, de donner une forme matérielle aux services (l'enregistrement d'un cours, par exemple).

Quoi qu'il en soit, la notion d'immatérialité des services reste une caractéristique majeure utilisée pour distinguer les activités de services des autres activités économiques. Dans leurs propositions d'une définition *positive* des services, Hill (1977) et Gadrey (2003)

8. Traduction de l'anglais : «The [unproductive] labour does not fix or realize itself in any permanent subject, or vendible commodity, which endures after that labour is past, or for which an equal quantity of labour could afterwards be procured» (Smith, 1970, p.430).

9. Traduction de l'anglais : «The work of all [the services] perishes in the very instant of its production» (Smith, 1970, p.431).

10. Heinrich Storch, 1823. *The Course of Political Economy, or an Exposition of the Principles which Determine the Prosperity of Nations*. Cité dans Delaunay et Gadrey (1987).

conservent l'immatérialité comme une caractéristique essentielle des services¹¹ (voir section 1.2). La notion d'immatérialité des services est également au coeur de la logique à dominance service (*Service Dominant Logic*) en marketing (Lusch et Vargo, 2006) ou de la *science des services* (*Service Science*) (Maglio *et al.*, 2010). D'autres arguments, au niveau macroéconomique, viennent renforcer le maintien de la notion d'immatérialité comme catégorie analytique pertinente pour décrire les services. C'est le cas, par exemple, de la théorie de la société postindustrielle dominée par les activités de services (Bell, 1976), de la théorie de l'économie de la connaissance et de l'information (Aoyama et Castells, 2002 ; Foray, 2000 ; Stehr, 2007) ou encore de la théorie de la *net économie* (Gadrey, 2002b).

Dans le contexte actuel de raréfaction des ressources naturelles et de dégradation de l'environnement, la notion d'immatérialité des services a souvent été interprétée comme signifiant que les services exercent une faible pression sur l'environnement et, notamment, qu'ils consomment moins d'énergie (Illeris, 2007 ; Rifkin, 2000 ; OCDE, 2000). Cette idée est confortée par un certain nombre d'observations empiriques (nous y reviendrons plus en détails dans le chapitre suivant) : dans le bilan énergétique français, les services ne représentaient, en 2010, que 15 % des consommations globales¹², alors qu'ils représentaient, la même année, 75,1 % de la valeur ajoutée et 74,7 % de l'emploi intérieur total (comptes nationaux de l'INSEE). De même, dans le bilan des émissions de CO₂ en France (données du CITEPA¹³), le secteur tertiaire ne représente que 7 % des émissions, en 2008.

L'idée selon laquelle les services, immatériels, seraient moins consommateurs d'énergie et exerceraient une pression moindre sur l'environnement est particulièrement séduisante : la tertiarisation des économies, qui caractérise tous les pays développés, serait mécaniquement favorable à un développement durable. L'idée a conquis les pouvoirs publics, elle est défendue, notamment, par l'OCDE (OCDE, 2000) et par l'Union européenne dans la stratégie de Lisbonne.

Cependant, nous verrons dans les sections suivantes que l'immatérialité des services (fondement supposé de leur faible impact environnemental) est un mythe et que les services sont à l'origine de plus de consommations d'énergie que ne le laisse supposer la simple lecture des statistiques énergétiques.

11. La question de la (non)matérialité est toujours au coeur d'un débat plus récent entre ces auteurs : Hill (1999) considère que l'immatérialité n'est pas une caractéristique exclusive des services et qu'il peut également exister des biens intangibles (comme les logiciels, le texte d'un livre, une composition musicale, etc.).

12. Données du CEREN et données internes à EDF R&D.

13. Données du CITEPA pour l'année 2008, concernant les émissions de CO₂ hors UTCF (Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt).

2.2 L'importance des interactions de services

Comme nous l'avons évoqué dans la section 1.1, les services sont le plus souvent co-produits. Cette caractéristique, déjà relevée par Storch¹⁴, est l'un des fondements de la définition du triangle des services de Gadrey (2003) et de la description du système de servuction de Eiglier et Langeard (1987). Ainsi, la prestation de services nécessite une interaction entre prestataires et clients.

L'interaction entre les prestataires et les clients requiert généralement un contact direct, en face-à-face, bien que le développement des TICs ait quelque peu assoupli cette obligation¹⁵. Jusqu'à ce jour, les services de traitement des personnes (dans leur corporalité)¹⁶ nécessitent le plus souvent un contact direct entre le prestataire, qui *traite* et le client, qui est alors le support du service¹⁷. Les services s'adressant aux possessions physiques, à l'esprit des personnes (l'enseignement, le théâtre, par exemple) ou à des biens intangibles (les services juridiques ou de recherche, par exemple) peuvent, quant à eux, être effectués à distance. Cependant, tout particulièrement pour les services s'adressant à l'esprit des personnes, il existe une tradition tenace de face-à-face (Lovelock *et al.*, 2004). Plus globalement, le contact direct reste privilégié pour les services complexes et à hauts risques, alors que les actions simples et répétitives seront plus souvent effectuées à distance. La clientèle visée influence également sur le choix du canal de distribution : les clients peu familiers des technologies, ou recherchant un échange social, auront de préférence recours au face-à-face.

Si le service est réalisé par contact direct, le prestataire et/ou le client doivent se déplacer vers un lieu de rencontre où aura lieu l'interaction. En pratique, c'est souvent chez le prestataire ou chez le client, mais ce peut être aussi chez un tiers (dans une bibliothèque publique, une salle de conférence, etc.). Ces déplacements sont une source de consommation d'énergie. Si le support du service est inamovible (un arbre à élaguer, une robinetterie à réparer, un local à nettoyer, etc.) ou si le besoin est spécifique au lieu d'intervention (une cantine d'entreprise gérée par un prestataire extérieur, la location de main d'oeuvre pour un événement ponctuel, etc.) c'est généralement le prestataire qui se déplace. Le prestataire se déplace également auprès des entreprises pour lesquelles le volume des opérations est important, le coût du déplacement, en temps et en argent, devenant alors relativement négligeable face aux gains potentiels (Lovelock *et al.*, 2004). C'est au contraire le client qui doit se déplacer chez le prestataire quand des équipements spécifiques sont nécessaires

14. Heinrich Storch, 1823. *The Course of Political Economy, or an Exposition of the Principles which Determine the Prosperity of Nations*. Cité dans Delaunay et Gadrey (1987).

15. Les TICs ont permis aux entreprises de services de proposer une livraison distancée des services dans l'espace et/ou le temps via des canaux impersonnels comme le téléphone, le fax, l'e-mail, etc.

16. Nous reprenons ici la typologie des services définie par Lovelock *et al.* (2004) et rappelée dans la section 1.2 de ce chapitre.

17. Le développement de la télémédecine pourrait permettre d'assouplir cette obligation.

à la prestation de services (équipements médicaux de pointe, comme un IRM), ou que les trajets sont trop coûteux, en temps et en argent, pour le prestataire comparativement aux gains potentiels (dans le cas des coiffeurs, médecins généralistes, etc.). En outre, quand le service s'adresse à un groupe d'individus (théâtre, cinéma, etc.) c'est généralement aux clients de se déplacer (Lovelock *et al.*, 2004)¹⁸.

Si le contact direct n'est pas requis, le service peut être réalisé à distance, via un canal impersonnel entre le prestataire et le client, ou en libre-service. Dans le cas du libre-service, le client est parfois amené à se déplacer dans l'entreprise de service, même si le prestataire (l'agent humain) n'interagira pas avec lui (pompe à essence en libre-service). Dans ce cas, le service engendre des déplacements et, donc, des consommations d'énergie. Dans les autres cas, aucun lieu commun n'est requis, ni aucun déplacement (donc aucune consommation d'énergie de transport pour l'interaction). Les clients sont derrière un terminal de communication et les prestataires travaillent dans leur bureau en back-office. Le contact peut être synchrone (par téléphone, discussion sur Internet, etc.) ou asynchrone (par courrier postal ou électronique, fax, etc.). Cette forme de contact à distance est également une source de consommation d'énergie pour le fonctionnement des équipements de télécommunication.

Certains services de traitement de biens, notamment la réparation de biens de petites tailles, ne nécessitent pas nécessairement la rencontre physique entre le client et le prestataire. Seul le bien en question doit-être transmis au prestataire. Il peut, par exemple, être envoyé par colis. Ce nouveau service d'enlèvement ou de livraison engendre des consommations d'énergie de transport.

Ainsi, l'interaction de services est une source importante de matérialité et, en particulier, une source importante de consommations d'énergie. Les interactions de services engendrent des consommations d'énergie pour le transport ou la mise en relation à distance.

Par ailleurs, puisqu'il est coproduit, le service nécessite des consommations d'énergie de la part de l'entreprise de services, mais également parfois du client, voire des autres parties prenantes. L'énergie requise pour le fonctionnement des équipements est généralement consommée sur le lieu d'utilisation de l'équipement. Ainsi, si une partie de la prestation a lieu en dehors de l'entreprise de services, l'énergie consommée dans ce lieu ne sera pas consommée par l'entreprise mais par le client ou par le tiers chez qui se déroule le service.

18. Comme dans les cas précédents, le choix de faire se déplacer les clients ou le prestataire est le résultat d'un arbitrage économique, le plus souvent en faveur du déplacement des clients (ne serait-ce que parce que les clients viennent de différents endroits et ne s'organisent pas entre eux); mais un client qui en a les moyens peut également organiser une représentation privée pour laquelle le(s) prestataire(s) se déplace(nt).

L'énergie requise pour les déplacements est, pour sa part, consommée par celui qui se déplace.

3 Les sources de consommation d'énergie des activités de services

Il s'agit maintenant de proposer une décomposition théorique de la prestation de services qui met en évidence ses principales dimensions matérielles, et par conséquent ses principales sources de consommation d'énergie. Nous distinguons les consommations directes d'énergie, qui sont les consommations d'énergie nécessaires pour et pendant la prestation de services (section 3.1) et les consommations indirectes d'énergie, qui sont les consommations d'énergie induites par les activités de services dans le reste de l'économie (section 3.2).

3.1 La mise en évidence des consommations d'énergie directes

Notre décomposition théorique de la prestation de services repose sur une relecture, à la lumière des considérations énergétiques, des travaux consacrés à la définition des services. Les plus anciens ont porté principalement sur la distinction entre les biens et les services et sur la mise en évidence de caractéristiques communes à l'ensemble des services (Clark, 1960 ; Fisher, 1939 ; Fourastié, 1963 ; Say, 1972 ; Sismondi, 1971 ; Smith, 1970). Un certain nombre d'auteurs contemporains ont cherché à élaborer une véritable définition positive des services (Hill, 1977, 1999 ; Gadrey, 2003) mais aucune de leurs définitions n'est totalement satisfaisante (voir section 1). D'autres travaux ont privilégié une description interne des activités de services (Gadrey, 1991 ; Gallouj, 1999 ; Eiglier et Langeard, 1987) et c'est également la perspective que nous retenons.

La prestation de services, réalisée par un prestataire, pour un ou plusieurs client(s) (consommateur ou usager, commanditaire ou bénéficiaire), est une combinaison de différents types d'opérations (Gadrey, 1991 ; Gallouj, 1999) :

- des opérations de logistique et de transformation matérielles (M), qui consistent à transformer, déplacer ou entretenir des objets tangibles ;
- des opérations de logistique et traitement de l'information (I), qui consistent à produire, saisir, faire circuler, archiver, traiter des informations codifiées ;
- des opérations de traitement intellectuel des connaissances (K) ;
- des opérations de service relationnel (R), qui correspondent au service direct et dont le support est le client lui-même.

Les opérations M s'appuient sur des technologies de traitement de la matière comme les techniques mécaniques, les opérations I sur des TICs, les opérations K sur des techniques immatérielles, des routines codifiées comme les méthodologies ou les protocoles et les opérations R sur l'ensemble de ces technologies. La plupart des techniques évoquées consomment de l'énergie pour fonctionner. Les technologies de l'information et de la communication sont, par exemple, d'important consommateurs d'énergie. Ces technologies comprennent des équipements de bureautique (ordinateurs, fax, téléphones, photocopieuses, etc.) et des infrastructures de réseau et de télécommunication (serveurs, hubs, centres de données, centraux téléphoniques, etc.). Aujourd'hui, en France, presque toutes les entreprises de services sont équipées en ordinateurs et connectées à Internet (SESSI, 2008) et environ 7 % des consommations d'énergie finale du secteur tertiaire sont directement liées au fonctionnement des TICs (Mairet, 2009). D'autres types d'équipements sont également consommateurs d'énergie. Il s'agit, par exemple, des équipements de logistique, des systèmes de production de froid, des équipements pour la cuisson (restaurants), pour l'eau chaude sanitaire (ECS)¹⁹, ou pour d'autres process de production particuliers (dans les blanchisseries ou les boulangeries, par exemple).

Cependant, les services ne se limitent pas aux activités (M, I, K, R) que nous venons d'évoquer et que nous proposons de nommer *intervention* de service. D'autres activités liées à la prestation de service doivent être prises en compte dans le cadre d'une réflexion sur les consommations d'énergie²⁰.

L'intervention de service nécessite, en effet, des interactions entre les prestataires, les clients et le support de la prestation de services²¹, donc une certaine forme de mise en présence des différentes parties prenantes (section 2.2). Cette *mise en présence* peut s'opérer par un déplacement en amont de l'intervention de service (les étudiants et les professeurs se rendent sur leur campus, les malades chez leur médecin, les clients dans les hypermarchés, etc.) ou elle peut prendre la forme d'une mise en présence virtuelle sans déplacement par l'usage des TICs (un client sur le site Internet d'une entreprise de service, par exemple). L'économie des services ne considère généralement pas ces déplacements comme une partie intégrante du service²². Pourtant, ils sont une source importante de

19. Il s'agit de l'eau chauffée pour un usage sanitaire : la toilette, la préparation des aliments, etc.

20. La décomposition du service que nous proposons peut-être comparée à celles proposées dans les travaux de sciences de gestion, où les services sont généralement définis comme un assemblage d'un service de *cœur de métier* et de services de *soutien* (Shostack, 1977 ; Gronroos, 1990 ; Lovelock *et al.*, 2004).

21. Le *support* (de la prestation) est le terme employé notamment par Gadrey (2003) dans sa représentation du *triangle du service* pour faire référence aux biens, aux informations codifiées, aux individus ou à l'organisation sur lesquels le service intervient.

22. De même, dans les statistiques officielles, ces consommations d'énergie relatives aux déplacements liés aux activités de services sont comptabilisées dans le secteur des transports.

consommations d'énergie et de pollution associée aux services (Gadrey, 2010 ; Djellal et Gallouj, 2012 ; Fourcroy *et al.*, 2012).

Par ailleurs, l'intervention de services se déroule dans un (ou plusieurs) lieu(x) qui sont mis en condition pour accueillir le service : aménagement, nettoyage, chauffage, éclairage, etc. Une partie de ces activités de *mise en condition* nécessite des consommations d'énergie, principalement le chauffage, l'éclairage et la climatisation des lieux où se déroule le service. Ces consommations d'énergie ne sont pas une stricte spécificité des services, puisqu'on les trouve également dans l'industrie. La particularité réside, ici, dans leur poids dans le bilan énergétique global de l'entreprise : le chauffage représente ainsi la moitié des consommations d'énergie du secteur tertiaire (CEREN, 2008). Cette particularité peut s'expliquer par le fait que, contrairement aux activités industrielles, les activités de services comptent peu de process intensifs en énergie. Elle peut aussi s'expliquer par l'importance de la rencontre et du lieu de rencontre dans la prestation de service. Au total, ces activités de mise en condition sont une source importante de consommation d'énergie et de pollution associée aux services. Elles représentent près de 70 % des consommations d'énergie officielles du secteur tertiaire²³.

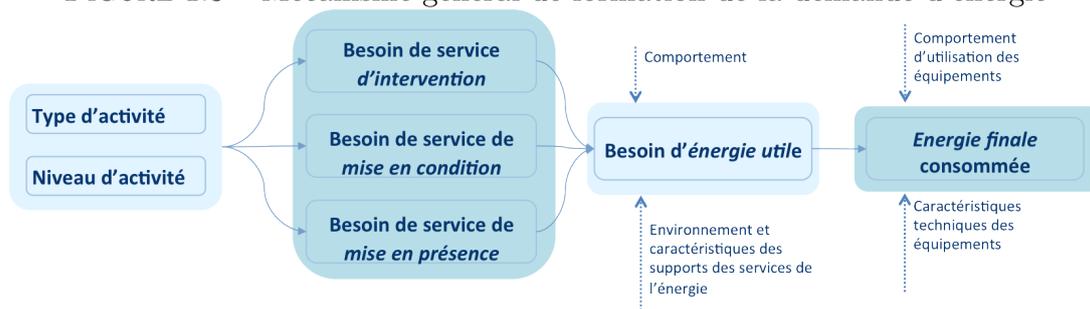
Au total, la prestation de services est une combinaison des trois composantes suivantes : le service d'*intervention*, le service de *mise en condition* et le service de *mise en présence*, qui sont autant de sources différentes de consommations directes d'énergie. Selon le type d'activité de services considéré et le niveau d'activité, le besoin de services d'*intervention*, de *mise en condition* ou de *mise en présence* peuvent varier. La réalisation de ces différents services suscite un besoin de *services de l'énergie*, plus souvent appelé besoin d'*énergie utile*. Il s'agit, par exemple, d'un travail, d'un mouvement ou d'une élévation de température. Ce besoin d'*énergie utile* est variable en fonction d'un certain nombre de facteurs exogènes (notamment le climat extérieur, les apports internes et gratuits de chaleur²⁴). Les consommations réelles d'énergie nécessaires pour satisfaire ce besoin d'*énergie utile* sont, quant à elles, fonction des équipements utilisés et de leurs caractéristiques techniques, ainsi que de la façon dont ces équipements sont utilisés²⁵. Le mécanisme général de formation de la demande d'énergie est illustré par la figure 1.3.

23. Estimation de l'auteur à partir des données du CEREN et de données internes à EDF R&D.

24. Les apports internes et gratuits de chaleur ont respectivement pour principale origine les occupants et équipements des bâtiments, et l'ensoleillement.

25. Cette approche des consommations d'énergie est inspirée de celle proposée par Château et Lapillonne et citée par Mairet (2009).

FIGURE 1.3 – Mécanisme général de formation de la demande d'énergie



3.2 Les consommations d'énergie indirectement liées à la prestation de services

Comme nous venons de le souligner, le fonctionnement des équipements mobilisés pour l'*intervention*, la *mise en condition* et la *mise en présence* constitue une source importante de consommation d'énergie. Par ailleurs, ces équipements ont du être fabriqués et leur production est aussi une source de consommation d'énergie (les consommations d'énergie pour la conception du projet, l'extraction et le transport des matières premières requises, la transformation des matières premières et la fabrication du produit). La commercialisation de ces équipements, leur entretien et leur recyclage sont aussi à l'origine de dépenses énergétiques. Toutes ces consommations d'énergie, bien qu'indirectement liées à la prestation de services, ne doivent pas être écartées d'une réflexion sur la performance énergétique du secteur tertiaire. Intégrer à notre analyse ces consommations d'énergie indirectes, c'est adopter une démarche de type cycle de vie du produit. L'intérêt d'une telle démarche est de fournir une vision plus réaliste des impacts énergétiques (et plus globalement environnementaux) des activités tertiaires, mais elle nécessite de définir les frontières du système considéré.

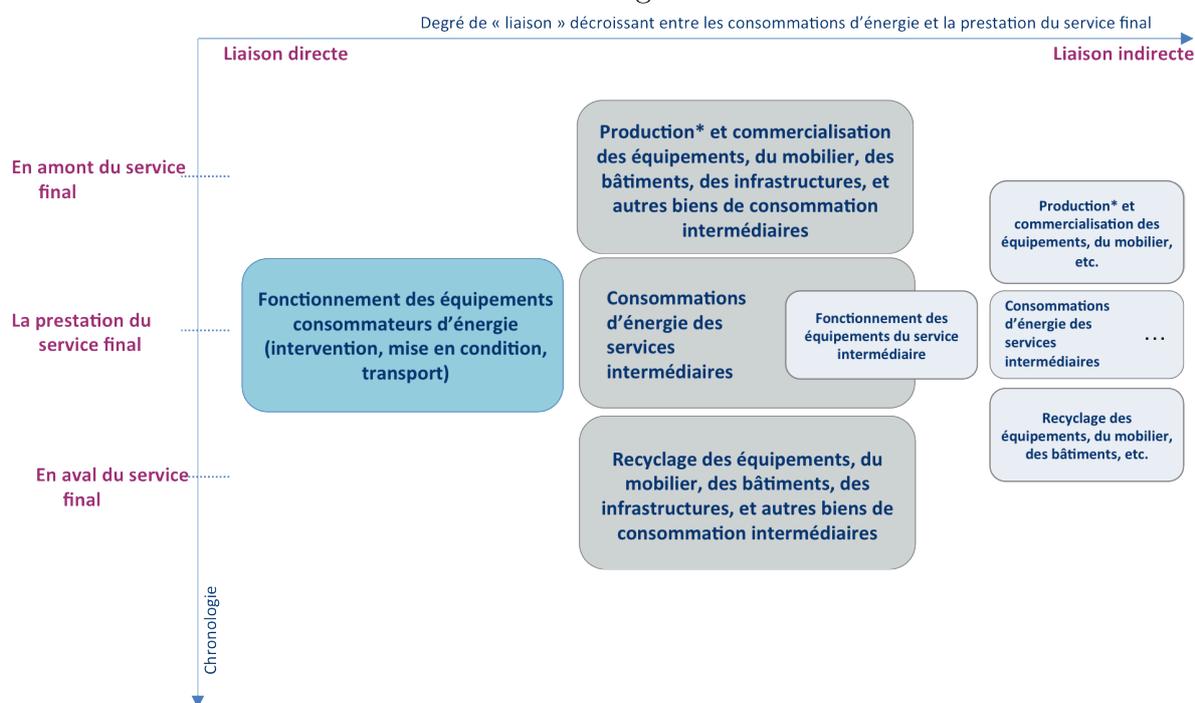
Ainsi, dans les consommations d'énergie indirectes d'un service donné (nous parlons par la suite d'énergie *incorporée* des services), il faut inclure l'*énergie incorporée* des équipements²⁶ utilisés pour l'*intervention*, la *mise en condition* et la *mise en présence*. La réalisation de la prestation de service requiert également d'autres types de biens, comme des bâtiments, du mobilier, des infrastructures (de transport et de télécommunication) et d'autres consommations intermédiaires de biens (des biens alimentaires, par exemple, dans le cas d'un commerce alimentaire). L'énergie *incorporée* de ces biens est liée à la production du service et nous choisissons de l'inclure dans notre système.

26. L'*énergie incorporée* ou l'*énergie grise* d'un bien désigne l'ensemble des consommations d'énergie nécessaires à la production, à la fabrication, au recyclage d'un bien (c'est-à-dire les phases qui précèdent et suivent la phase d'utilisation d'un bien).

Au-delà des équipements et des biens matériels, la réalisation du service final requiert parfois également la consommation intermédiaire d'autres services. L'augmentation marginale d'activité de ces services intermédiaires, ainsi que les consommations marginales d'énergie associées, sont liées à la production du service final. Les consommations d'énergie de ces services intermédiaires sont, elles-même, définies comme la somme des consommations d'énergie pour le fonctionnement de leurs équipements consommateurs d'énergie et de l'énergie incorporée de leurs équipements, mobilier, bâtiments, infrastructures, etc. (selon un système de «poupées russes»).

La figure 1.4 représente le système considéré, à l'échelle d'un service. Ces consommations d'énergie indirectement liées aux activités tertiaires ne sont évidemment pas prises en compte dans les statistiques officielles du secteur tertiaire.

FIGURE 1.4 – Les consommations d'énergie directes et indirectes d'un service



*Production au sens large. Elle comprend : la conception du projet, l'extraction et le transport des matières premières requises, la transformation des matières premières et la fabrication du produit.

4 Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons commencé par rendre compte des tentatives de définition de la notion de services dans la littérature. La formulation d'une définition générale satisfaisante est compromise, en particulier par l'extrême hétérogénéité des services. Nous avons retenu que les services peuvent être définis comme le résultat d'une interaction entre

un (ou plusieurs) prestataire(s) et un (ou plusieurs) client(s) (bénéficiaires ou commanditaires du service) et que ce résultat ne prend pas une forme matérielle indépendante du support d'origine du service. En revanche, le support du service et les moyens d'intervention sur ce support peuvent être des biens matériels.

L'immatérialité et l'interactivité (coproduction) sont considérées comme deux caractéristiques majeures des services. Cependant, la nature immatérielle des services peut-être mise en doute lorsqu'elle conduit à l'idée d'une pression moindre sur l'environnement et à de moindres consommations d'énergie. La coproduction elle-même, comme nous l'avons analysé, est une source importante de matérialité. Mais, puisque les services sont coproduits, une partie de leurs consommations d'énergie n'est pas à la charge du prestataire.

Les sources de consommation d'énergie des services sont multiples. On peut en dresser une typologie en fonction de leur relation chronologique vis-à-vis de la prestation de services. On distingue ainsi des sources de consommation d'énergie au cours de l'acte de service. Elles sont liées au fonctionnement des équipements consommateurs d'énergie, qu'il s'agisse des équipements pour intervenir sur le support de service ou des équipements pour mettre en condition les lieux où se déroule le service, ainsi que des équipements pour transporter les clients et/ou les prestataires (voire parfois le support du service) vers les autres agents du triangle des services. On distingue également des sources de consommation d'énergie en amont et en aval de la prestation de services. Elles concernent la production, la circulation, la consommation et le recyclage des biens nécessaires à la prestation de services (équipements, mobilier, bâtiments, infrastructures, etc.).

Au total, certaines caractéristiques des services, en particulier leur immatérialité, peuvent nous amener à penser que les services sont peu consommateurs d'énergie et qu'une société de services (où les services représentent une grande part des activités économiques) serait *durable*, du point de vue des enjeux énergétiques (raréfaction des ressources énergétiques non renouvelables, réchauffement climatique, compétitivité économique malgré une hausse des prix de l'énergie). Cependant, nous avons identifié de nombreuses sources potentielles de consommations d'énergie des services, qui nous incitent à relativiser l'apparente performance énergétique des services. Celle-ci pourrait n'être qu'un effet de la méthode de comptabilisation des consommations d'énergie. Nous tenterons de compléter et de valider cette analyse, pour l'instant théorique, par un certain nombre d'évaluations quantitatives, dans le chapitre suivant.

Dans une perspective d'évaluation de la performance énergétique des services, le contexte de leur développement doit également être pris en compte. Les services se sont développés dans un monde industriel, en partie pour faire fonctionner et soutenir cette industrie

(externalisation de certaines tâches, circulation des biens produits par le commerce, facilitation des transactions commerciales par les services financiers, d'assurance, etc.). Dans ce contexte, on peut se demander s'il est pertinent de distinguer les activités de services des activités industrielles pour en comparer les intensités énergétiques (en particulier lorsqu'il s'agit des services intermédiaires aux entreprises). Dédire de la faible intensité énergétique de la valeur ajoutée des services, en comparaison avec celle des autres activités, qu'une société de services exercerait une pression moindre sur les ressources énergétiques et sur l'environnement, est un raisonnement contestable.

Chapitre 2

Les consommations d'énergie des services : constat empirique et validation des hypothèses théoriques

Dans la théorie économique, les services sont souvent décrits comme *immatériels* ou *intangibles*. Cette *immatérialité* expliquerait de moindres consommations d'énergie et un impact environnemental négatif faible, comparativement à l'industrie. Pourtant, dans le chapitre précédent, à partir de la définition des services, de l'analyse des répercussions énergétiques de leurs principales caractéristiques et d'une décomposition de la prestation de services intégrant l'amont et l'aval du service, nous avons montré que l'*immatérialité* des services est un mythe, tout au moins en termes énergétiques, et nous avons identifié différentes sources de consommation d'énergie.

Nous allons à présent illustrer et valider cette analyse théorique, par un certain nombre d'observations empiriques et par la réévaluation des consommations d'énergie nécessaires à la réalisation des activités de services. Nous voulons, en particulier, montrer que les statistiques énergétiques du secteur tertiaire ne représentent qu'une partie des consommations d'énergie réellement nécessaires aux activités de services.

Nous rendons compte, tout d'abord, des principales méthodes d'évaluation des consommations d'énergie du secteur tertiaire et mettons en évidence le fait que les statistiques énergétiques ne tiennent pas compte de l'ensemble des sources de consommations d'énergie identifiées dans le chapitre précédent (section 1). Nous analysons, ensuite, un certain nombre de statistiques énergétiques du secteur tertiaire, fournies par le CEREN (section 2). Nous faisons, autant que possible, le lien entre ces données empiriques et les sources de consommation d'énergie mises en évidence par notre précédente analyse théorique. Dans la dernière section, nous proposons une réévaluation des consommations d'énergie nécessaires à la réalisation des activités de services. Nous nous intéressons, en particulier, aux

consommations d'énergie pour les déplacements associés aux activités de services, puis à l'exposition à l'énergie des services au travers d'une estimation de leur énergie *incorporée*¹ (section 3).

1 L'estimation des consommations d'énergie du secteur tertiaire : outils, nomenclatures et méthodes de mesure

Avant de présenter et d'analyser les données concernant les consommations d'énergie du secteur tertiaire, il est nécessaire d'explicitier les méthodes de mesure et d'évaluation de ces données. C'est l'objet de cette section. Dans un premier temps, nous examinons le périmètre des consommations d'énergie du secteur tertiaire (section 1.1). Seul le CEREN fournit des statistiques détaillées concernant le secteur tertiaire. Pour cet organisme, nous précisons alors la méthodologie d'évaluation des consommations d'énergie du secteur des services et évoquons les difficultés de mesures inhérentes principalement à l'hétérogénéité des services et au caractère diffus de leurs consommations d'énergie (section 1.2).

1.1 Le périmètre du secteur tertiaire dans les statistiques énergétiques

En France, le principal outil statistique de comptabilisation des consommations d'énergie est le bilan énergétique officiel confié au SOeS. Dans le bilan du SOeS, on distingue plusieurs secteurs consommateurs finals d'énergie : l'agriculture (incluant la sylviculture et la pêche), la sidérurgie, l'industrie (hors industrie énergétique, dont les consommations apparaissent dans les transformations et non les consommations finales d'énergie), les transports et le résidentiel-tertiaire. Les consommations du secteur résidentiel-tertiaire sont les consommations des logements des ménages, ainsi que les consommations des commerces, bureaux et autres services. Il existe d'autres bilans énergétiques, réalisés par l'AIE ou Eurostat, par exemple. Dans ces bilans, le secteur tertiaire est agrégé à d'autres secteurs, généralement au secteur résidentiel.

Le CEREN est, en France, le principal organisme qui fournit des statistiques de consommation d'énergie où le secteur tertiaire est distingué des autres activités². Dans la suite de notre travail, ce sont à ces statistiques que nous feront le plus souvent référence.

1. L'énergie *incorporée* est définie dans le chapitre précédent comme l'ensemble des consommations d'énergie indirectes des services.

2. Il fait même l'objet d'une segmentation plus fine.

Les frontières du secteur tertiaire, telles que définies par le CEREN, ne sont pas parfaitement identiques à celles de l'INSEE. Mairet (2009) a relevé les différences existantes. Certaines activités de services, selon les termes de l'INSEE sont exclues du périmètre CEREN. C'est le cas de l'armée, de l'artisanat, des grands établissements de recherche, de l'éclairage public, ainsi que des activités des ménages. À l'inverse, un certain nombre d'activités, figurant dans le périmètre CEREN, ne font pas partie du secteur tertiaire, tel qu'il est défini par l'INSEE³. C'est le cas de la charcuterie artisanale, de la cuisson de produits de boulangerie, de la boulangerie et de la pâtisserie artisanale, des établissements des entreprises industrielles dont la totalité des locaux est à usage exclusif des bureaux, ainsi que des bâtiments des activités de captage, traitement et distribution d'eau (les processus liés à ces activités sont rattachés, dans le bilan énergétique, au secteur de l'énergie).

Dans les limites de ce périmètre, le CEREN distingue huit branches relativement homogènes du point de vue de leur structure d'usage de l'énergie et de leur activité économique (tableau 2.1). Certaines branches, notamment la branche *Bureau* ou *Habitat communautaire*, regroupent cependant des activités disparates.

Dans les statistiques du CEREN, les consommations d'énergie du secteur tertiaire sont les consommations d'énergie associées au parc de bâtiments tertiaires (tels que définis ci-dessus). Ainsi, une partie des consommations d'énergie nécessaires pour la réalisation du service et identifiées dans le chapitre 1, sont *oubliées* par les statistiques énergétiques :

- une partie des consommations d'énergie pour le fonctionnement des équipements de service :

1. les consommations d'énergie pour le fonctionnement des moyens de transport (dans les services de *mise en présence* et éventuellement aussi dans les services d'*intervention*⁴) ;
2. les consommations d'énergie pour le fonctionnement des équipements d'*intervention* et de *mise en condition*, hors de l'entreprise de services.

- les consommations d'énergie indirectement liées à la prestation de services.

1.2 L'évaluation des consommations d'énergie du secteur tertiaire

Pour évaluer les consommations d'énergie du secteur tertiaire et de ses branches, le CEREN réalise des enquêtes annuelles auprès d'un échantillon représentatif des établisse-

3. Il n'y a pas d'explications théoriques à ces différences.

4. Voir chapitre 1, section 3.1 pour la définition de l'intervention, de la mise en présence ou de la mise en condition.

TABLEAU 2.1 – La nomenclature du CEREN

Branche	Code	Description
Cafés, hôtels, restaurants	CAHORE	Hôtels avec et sans restaurants, restaurants de type traditionnel ou rapide, cafés et tabacs, débits de boissons, cantines et restaurants d'entreprises, restauration collective sous contrat, traiteurs et organisation de réceptions
Habitat communautaire	HAB	Accueil des personnes âgées, auberges de jeunesse et refuges, exploitation de terrains de camping, foyers d'hébergement d'étudiants et de jeunes travailleurs, défense, établissements pénitentiaires, organisations religieuses, etc.
Santé, action sociale	SANTE	Activités hospitalières établissements publics et privés, pratique médicale, centre de collecte de banques d'organes, accueil des enfants handicapés ou en difficulté, accueil des adultes handicapés, crèches et garderies d'enfants, aide par le travail et ateliers protégés, activités thermales et de thalassothérapie, etc.
Enseignement, recherche	ENS	Enseignement primaire, enseignement secondaire général, enseignement secondaire technique ou professionnel, enseignement supérieur, formation des adultes et formation continue, autres enseignements, recherche et développement en sciences physiques et naturelles, recherche et développement en sciences humaines et sociales.
Sport, loisirs, culture, équipements collectifs divers	SPLC	Equipements collectifs (captage traitement et distribution d'eau, épuration des eaux usées, enlèvement et traitement des ordures ménagères, téléphériques et remontées mécaniques, etc.), locaux culturel (production et distribution de films, édition et distribution vidéo, projection de films cinématographiques, activité de radio, activités artistiques, gestion des salles de spectacles, discothèques, parcs d'attractions, gestion du patrimoine culturel, gestion du patrimoine naturel, etc.), locaux sportifs.
Bureaux, administration	BUR	Bureaux de l'Etat, bureaux des collectivités, banques, caisses de retraite, assurances, conseil en systèmes informatiques, intermédiaires du commerce, télécommunications, location, établissements d'entreprises industrielles dont la totalité des locaux est à usage exclusif des bureaux, etc.
Commerce	COM	Commerce de gros, supermarchés, hypermarchés, commerce de détail non alimentaire, blanchisserie, réparation, coiffure, centres d'appel, entrepôts, etc.
Transport (bâtiments)	TRANS	Tous les bâtiments associés à des activités de transport (ferroviaire, maritime, aérien, etc.). N'inclut pas l'énergie de traction des moyens de transport.

Source : CEREN (2009)

ments⁵ des différentes branches tertiaires. Ainsi, chaque année, il procède à 12000 enquêtes de consommation pour connaître le parc de l'année précédente, en particulier sa surface (plus précisément, sa surface *chauffée*), ses effectifs salariés et ses consommations d'énergie par type d'énergie (gaz, électricité, fioul, etc.). Il effectue également chaque année deux enquêtes complémentaires⁶ pour avoir connaissance des évolutions du parc, par rapport à l'année précédente (le neuf, les réaffectations, les désaffectations⁷, les destructions, ainsi que les changements d'énergie). En combinant les résultats de ces enquêtes, le CEREN obtient, pour l'année étudiée, une description du parc tertiaire et de ses consommations d'énergie par type d'énergie.

La répartition des consommations d'énergie par usage n'est pas connue directement par les enquêtes. Les personnes enquêtées, elles-mêmes, n'ont généralement pas accès à cette information. Le CEREN reconstitue les consommations d'énergie par usage en utilisant des clés de répartition entre usages, par branche et par énergie, issues d'autres études lourdes qu'il réalise par ailleurs.

Pour chaque usage et pour l'échantillon représentatif considéré, le CEREN est donc capable de calculer des consommations unitaires par mètre carré et une surface chauffée moyenne par salarié. Par ailleurs, l'INSEE fournit les effectifs totaux par branche. Les consommations d'énergie par branche sont obtenues par multiplication des trois variables (modulo quelques ajustements/corrections).

Le CEREN fournit les consommations d'énergie du secteur tertiaire en énergie finale⁸, à climat réel et à climat normal (c'est-à-dire corrigé des variations climatiques). Une partie des consommations d'énergie est, en effet, fortement sensible au climat. Cette forte sensibilité peut entraîner des variations importantes d'une année à l'autre, ne traduisant pas, pour autant, un véritable changement de la demande d'énergie du secteur. Afin de pouvoir comparer les consommations d'une année à l'autre, les données brutes de consommation d'énergie sont donc corrigées du climat et exprimées en référence au climat moyen des dernières années. Dans la suite de ce chapitre, les données statistiques du CEREN que nous présentons sont les consommations d'énergie finale à climat normal.

5. Selon la définition de l'INSEE, un établissement correspond à une unité de production (de biens ou de services) géographiquement individualisée, mais juridiquement dépendante de l'entreprise; une entreprise étant une entité juridique composée d'un ou plusieurs établissements.

6. Une enquête Flux auprès de 5000 établissements et une enquête auprès de plus de 1500 maîtres d'ouvrages.

7. Les réaffectations et les désaffectations peuvent avoir lieu au sein du secteur tertiaire, mais également entre branches, en particulier entre le secteur tertiaire et le secteur résidentiel.

8. L'énergie finale est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (électricité au foyer, essence à la pompe). Elle provient de sources d'énergie primaire, qui sont pour leur part les formes d'énergie disponibles dans la nature sans transformation (charbon, pétrole, bois, énergie éolienne, etc.).

Le secteur tertiaire regroupe des activités diverses dont les usages de l'énergie sont très différents, depuis le siège des grandes entreprises, jusqu'aux salons de coiffure de quartier. Au sein de ce secteur, les consommations d'énergie sont donc hétérogènes. En outre, le secteur tertiaire est un secteur diffus, composé de plus de 3 millions d'établissements en France⁹ et dont près de 95 % des entreprises sont composées de moins de 10 salariés¹⁰. La combinaison de ces deux spécificités (l'hétérogénéité des consommations et le caractère diffus du secteur) rend particulièrement complexe l'obtention de données statistiques : le caractère diffus exige de procéder par échantillonnage et alourdit le suivi statistique, l'hétérogénéité rend l'échantillonnage délicat. Les données concernant le secteur tertiaire étant difficile à obtenir, ce secteur est souvent agrégé au secteur résidentiel ou obtenu par solde. Le manque de données statistiques ainsi que la part relativement faible dans le bilan énergétique national permettent d'expliquer, dans une certaine mesure, le peu d'intérêt qu'ont suscité pendant longtemps les consommations énergétiques du secteur tertiaire. Mais aujourd'hui, compte tenu de l'importance de ce secteur, des enquêtes spécifiques sont menées pour améliorer la connaissance statistique de ses consommations.

2 Les consommations d'énergie du secteur tertiaire : un cadrage statistique général

Dans cette seconde section, nous rendons compte d'un certain nombre de statistiques énergétiques relatives au secteur tertiaire en France. Ces statistiques proviennent du CEREN dont nous avons présenté la méthodologie d'évaluation des consommations d'énergie et ses limites dans la section précédente. L'une de ses principales limites réside dans le fait que les statistiques établies reflètent uniquement les consommations d'énergie pour le fonctionnement des équipements d'*intervention* et de *mise en condition* (voir chapitre 1) qui ont lieu dans les bâtiments des entreprises tertiaires.

Dans un premier temps, nous présentons les principales données concernant les consommations d'énergie finale du secteur tertiaire, dans son ensemble (section 2.1). Nous rendons compte, ensuite, d'un certain nombre de résultats statistiques concernant la répartition de ces consommations entre les différentes branches du secteur (section 2.2).

9. Etablissements au sens de l'INSEE. Données tirées de l'enquête CLAP (Connaissance locale de l'appareil productif) de l'INSEE, au 31 décembre 2007.

10. Source : INSEE, REE (Répertoire des Entreprises et des établissements - SIRENE), au 1er janvier 2008.

2.1 Le secteur tertiaire, un secteur peu consommateur d'énergie selon les données statistiques

Selon le CEREN, la consommation d'énergie du secteur tertiaire s'est élevée à 225 TWh¹¹, en 2010¹² (donnée corrigée du climat). Le secteur tertiaire représente donc environ 15 % des consommations d'énergie finale en France en 2010 (figure 2.1).

Alors que la part des consommations d'énergie du secteur tertiaire dans le bilan énergétique français est relativement peu élevée, la hausse globale des consommations d'énergie, entre 1985 et 2006, est pour un quart imputable à ce secteur (Mairet, 2009). C'est, après le secteur des transports, le secteur pour lequel la consommation d'énergie a cru le plus rapidement. Ainsi, entre 1973 et 2006, en France, celle-ci a progressé de 62 %, alors que, sur le même période, la consommation globale d'énergie finale n'a augmenté que de 21 %.

Malgré la forte hausse des consommations d'énergie du secteur tertiaire, l'intensité énergétique de la valeur ajoutée de ce secteur¹³ reste inférieure à celle des autres secteurs : alors qu'elle est d'environ 110 Ktep par milliard d'euros 2005, pour le secteur industriel en 2009, elle est, la même année, de l'ordre de 18 Ktep par milliard d'euros 2005 pour le secteur tertiaire (figure 2.2).

Le CEREN distingue généralement six usages de l'énergie : le chauffage, la climatisation, l'eau chaude sanitaire (ECS)¹⁴, la cuisson, les usages spécifiques de l'électricité (qui agrègent notamment l'éclairage, l'informatique, la bureautique, mais aussi les ascenseurs et d'autres usages diffus) et les autres usages. Dans le premier chapitre, nous avons évoqué ces usages parmi les sources de consommation d'énergie tertiaire, en distinguant les services d'*intervention* et ceux de *mise en condition*. Cette distinction n'existe pas dans les statistiques CEREN, elle est difficilement applicable dans la pratique, puisque, selon les branches (et le point de vue), les usages peuvent appartenir à l'une ou l'autre de ces catégories.

Dans le secteur tertiaire, l'énergie est essentiellement consommée pour satisfaire les besoins en chauffage (plus de la moitié des consommations¹⁵), en ECS, ainsi que les usages spécifiques de l'électricité. La figure 2.3 représente la répartition des consommations d'énergie tertiaire par usage, en 2010 en France. Ce sont les usages spécifiques de l'électricité et

11. Téra watt-heure. 1 téra watt-heure = 10^{12} watt-heure.

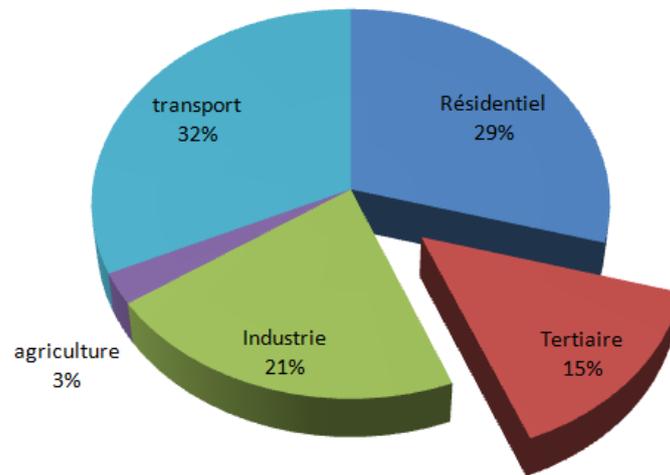
12. Hors éclairage public, armée, artisanat et certains grands centres de recherche.

13. C'est-à-dire les consommations d'énergie rapportées à la valeur ajoutée.

14. Il s'agit de l'eau chauffée pour un usage sanitaire : la toilette, la préparation des aliments, etc.

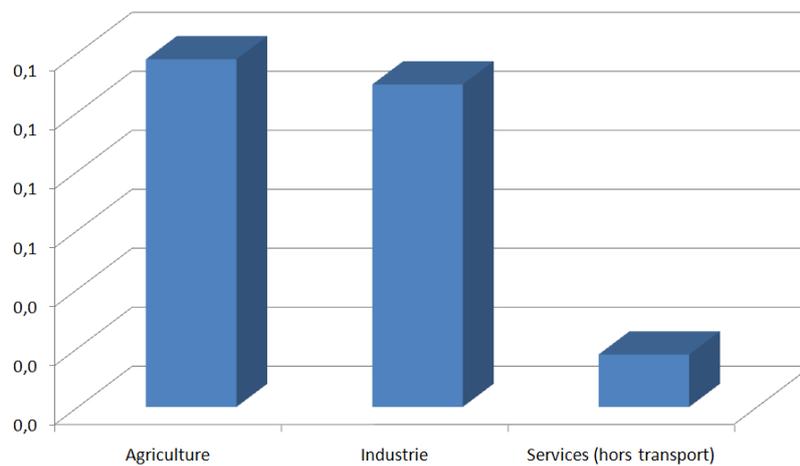
15. Le poids du chauffage dans le secteur tertiaire est cependant moindre que dans le secteur résidentiel où il représente environ 70 % des consommations d'énergie.

FIGURE 2.1 – Structure sectorielle de la consommation d'énergie finale en 2009



Source : CEREN et données internes à EDF R&D

FIGURE 2.2 – Intensité énergétique de la valeur ajoutée, par secteur (Mtep/MdEuros2005) en 2009

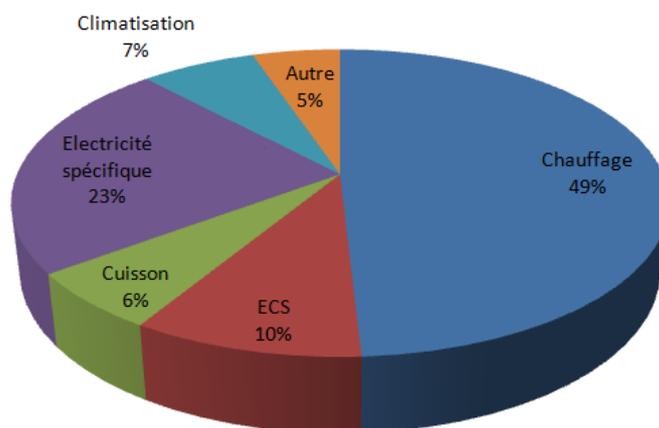


Source : Calcul de l'auteur à partir de données issues de PEGAZE (base de données sur les statistiques énergétiques du ministère de l'énergie), de l'INSEE, et de données internes à EDF

Mtep : Million de tonnes équivalent pétrole and MdEuros2005 : Milliards d'Euros 2005

les usages de climatisation (production de froid et ventilation) qui, proportionnellement, progressent le plus à l'heure actuelle (respectivement de 2,2 % et 5,4 % par an), car le niveau de saturation des équipements n'est pas encore atteint¹⁶ (CEREN, 2012).

FIGURE 2.3 – Structure des usages de l'énergie finale dans le secteur tertiaire, en 2010, en France, à climat normal



Source : CEREN (2012)

2.2 Une forte hétérogénéité des consommations selon les branches

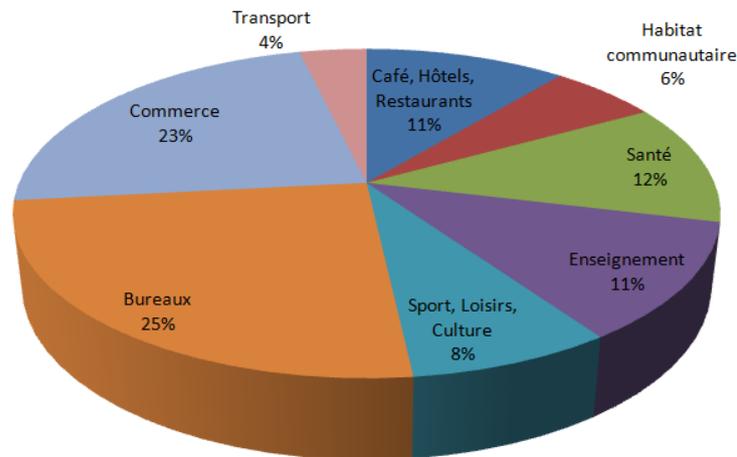
On constate une inégale répartition des consommations entre les branches (figure 2.4). Les branches *Bureaux* et *Commerce* représentent, chacune, près d'un quart de la consommation globale. Viennent ensuite les branches 1) *Santé*, 2) *Enseignement* et 3) *Cafés, hôtels, restaurants*, représentant à elles trois, un tiers de la consommation globale.

La surface chauffée de bâtiments étant un déterminant majeur des consommations d'énergie, il est intéressant de comparer les consommations d'énergie unitaires (c'est-à-dire les consommations d'énergie par m²) entre les branches (figure 2.5).

On remarque un écart important entre les branches *Enseignement* et *Cafés, hôtels, restaurants*. Alors que la branche *Enseignement* constitue 20 % du parc de bâtiments, elle ne représente que 12 % des consommations d'énergie. C'est, en effet, la branche tertiaire ayant la consommation unitaire d'énergie la plus faible. Cela s'explique principalement par l'intermittence d'occupation des locaux : les locaux sont inoccupés durant les weekends, les vacances, etc. Les *Cafés, hôtels, restaurants* ne constituent, pour leur part, que 7 % du

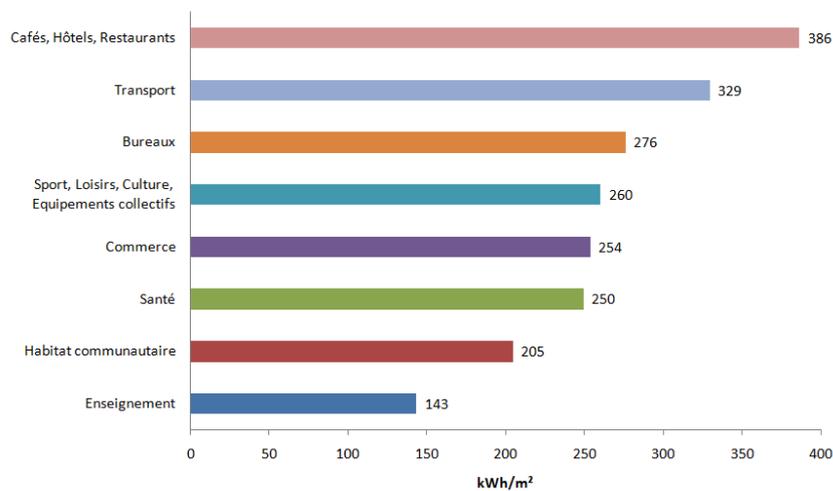
16. Contrairement au cas des autres usages.

FIGURE 2.4 – Consommation d'énergie finale par branche, en 2010 en France



Source : CEREN (2012)

FIGURE 2.5 – Consommation unitaire d'énergie par branche, en 2010 en France



Source : CEREN (2012)

parc de bâtiments, pour une consommation d'énergie s'élevant à 11 % de la consommation globale du secteur tertiaire. C'est la branche tertiaire ayant la consommation unitaire la plus élevée.

Globalement, les consommations d'énergie de toutes les branches ont augmenté sur la période 1986-2009 (tableau 2.2). Dans l'absolu, ce sont dans les branches *Bureaux* et *Commerce* que la consommation a augmenté le plus. En termes de taux de croissance annuel moyen, c'est la branche *Sports, loisirs, culture* qui a connu la plus importante progression.

TABLEAU 2.2 – Evolution des consommations d'énergie finale par branche sur la période 1986-2007, en France, à climat normal

	Taux de croissance annuel moyen de la consommation d'énergie	Augmentation absolue de la consommation d'énergie
	%	TWh
Cafés, hôtels, restaurants	2.1	9.8
Habitat communautaire	1.3	3.5
Santé, action sociale	1.0	5.8
Enseignement, recherche	0.9	4.9
Sports, loisirs, culture	3.0	9.1
Bureaux, administration	2.2	23.3
Commerce	1.6	16.1
Transport	0.6	1.1
Tertiaire	1.7	73.6

Source : CEREN (2012)

On peut remarquer que les branches, pour lesquelles la surface chauffée a le plus augmenté, sont les *Bureaux*, l'*Enseignement*, le *Commerce*. La branche *Sports, loisirs, culture* s'est également beaucoup développée au regard de sa surface initiale (tableau 2.3). Au total, les branches pour lesquels la surface a le plus progressé ne sont pas celles dont les consommations unitaires sont les plus élevées, d'où un effet de structure qui influence à la baisse les consommations d'énergie du secteur¹⁷.

Selon les branches, les poids relatifs des usages de l'énergie sont différents (figure 2.6). Cela s'explique par les différences de besoins de services (*mise en condition, mise en présence, intervention*) selon le type d'activité. Le chauffage est l'usage prédominant dans toutes les branches tertiaires. Cette prédominance est particulièrement sensible dans l'*Enseignement* où le chauffage représente près de trois-quart des consommations d'énergie¹⁸. La climatisation est un usage quasi-inexistant dans l'*Enseignement* ou dans l'*Habitat communautaire*, alors qu'il représente plus de 10 % des consommations de la branche *Bureaux*. La cuisson

17. Mairet (2009) a mesuré, par une méthode de décomposition, l'effet de plusieurs déterminants de la consommation d'énergie et a mis en évidence le rôle majeur de la croissance de l'activité économique. L'auteur a également mesuré que l'effet activité était en partie freinée par la déformation structurelle du secteur tertiaire, une amélioration des consommations d'énergie unitaires des équipements et une baisse des surfaces chauffées tertiaires comparativement à la valeur ajoutée (ratio surface chauffée / valeur ajoutée).

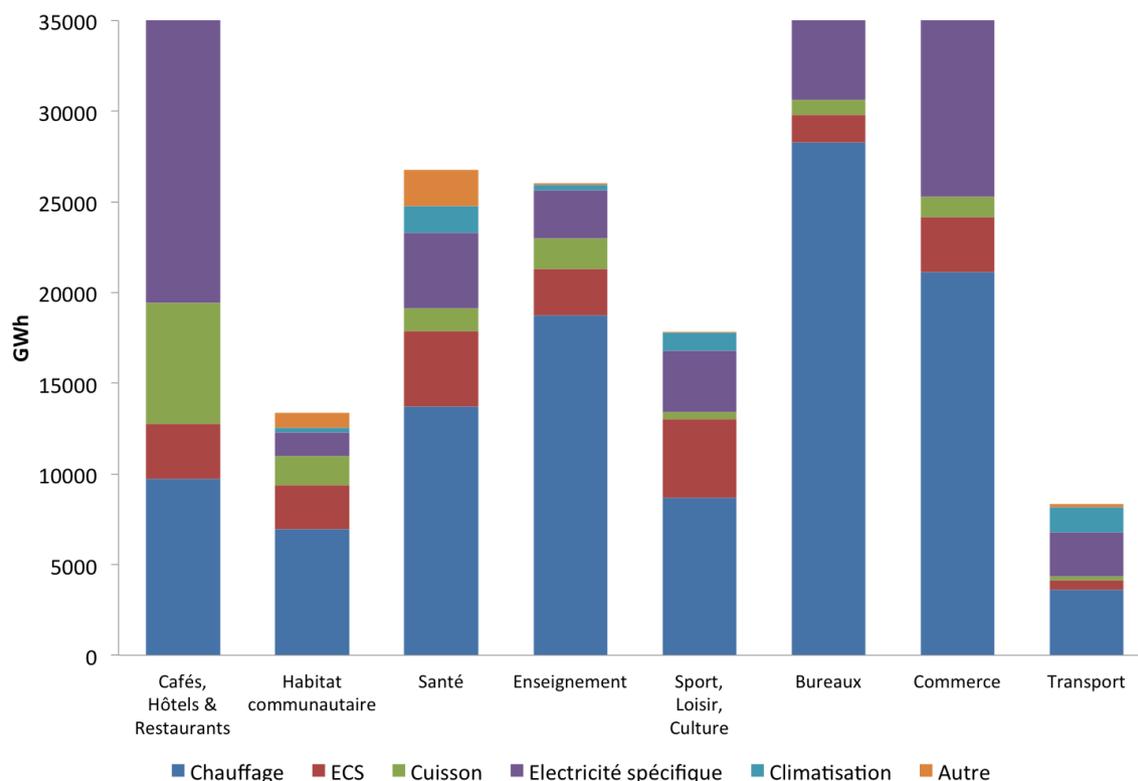
18. Du fait, moins d'un besoin particulièrement important en chauffage, que de besoins faibles dans les autres usages.

TABEAU 2.3 – Evolution des surfaces chauffées par branche, sur la période 1986-2010, en France

	Taux de croissance annuel moyen de la surface chauffée %	Augmentation absolue de la surface chauffée millions de m ²
Cafés, hôtels, restaurants	2.0	24.7
Habitat communautaire	2.0	24.4
Santé, action sociale	1.3	29.1
Enseignement, recherche	1.3	49
Sports, loisirs, culture	2.5	30.3
Bureaux, administration	2.3	85.8
Commerce	1.1	47.8
Transport	1.6	8.1
Tertiaire	1.6	299.5

Source : CEREN (2012)

FIGURE 2.6 – Usages de l'énergie finale par branche, en 2010, en France



Source : CEREN (2012)

est un usage qui se rencontre essentiellement dans la branche *Cafés, hôtels, restaurants* ainsi que, dans une moindre mesure, dans les branches *Habitat communautaire* et *Santé*. Les consommations d'énergie liées à l'*eau chaude sanitaire* sont surtout importantes dans la branche *Sport, loisirs, culture* (par exemple, pour chauffer l'eau des piscines ou des douches, dans les vestiaires) ainsi que, dans une moindre mesure, dans les branches *Habitat communautaire* et *Santé* (pour les bains et les douches des résidents, le lavage du linge, de la vaisselle et la préparation des repas, etc.). Ces consommations sont, au contraire, très faibles dans la branche *Bureaux*. Finalement, les consommations liées aux usages spécifiques de l'électricité (éclairage, technologies de l'information et de la communication, etc.) sont particulièrement élevées dans les *Bureaux*, le *Commerce* et les bâtiments du secteur *Transport*, alors qu'elles ne représentent qu'une faible part des consommations dans les branches *Enseignement* et *Habitat communautaire*.

3 Vers une réévaluation des consommations d'énergie réellement nécessaires à la réalisation des activités tertiaires

Nous proposons finalement une méthodologie alternative de comptabilisation des consommations d'énergie, qui s'appuie sur notre construction théorique des sources de consommation d'énergie du secteur tertiaire (voir chapitre 1). Notre objectif est de proposer une estimation plus réaliste de la quantité d'énergie nécessaire à la réalisation des services, puisque, comme nous l'avons vu dans la section précédente, une partie des consommations d'énergie réellement nécessaires est *oubliée* par les statistiques officielles. Nous ne prétendons pas, cependant, proposer une réaffectation des consommations d'énergie entre les différentes activités économiques (il faudrait, le cas échéant, tenir compte du fait qu'une partie des services sont orientés vers la production industrielle).

Dans le cadre de ce travail, nous tentons d'estimer, tout d'abord, les consommations d'énergie pour le fonctionnement des moyens de transport (section 3.1), puis l'énergie *incorporée* des services, c'est-à-dire les consommations d'énergie indirectes liées à la prestation de services (section 3.2).

3.1 Les consommations d'énergie pour le fonctionnement des moyens de transport ¹⁹

Rares sont les travaux qui abordent la question des consommations d'énergie des déplacements induits par les activités de services. On notera toutefois que certains auteurs ont réalisé des estimations de la distance parcourue pour la prestation de certains services spécifiques. Par exemple, dans le cadre d'une comparaison entre le commerce traditionnel et le commerce en ligne, il existe des estimations de la distance parcourue pour le dernier maillon de la chaîne de transport, c'est-à-dire la distance parcourue par les consommateurs pour acheter leurs produits ou la distance parcourue pour livrer la marchandise aux consommateurs (Edwards *et al.*, 2010 ; Bratt et Persson, 2001 ; Siikavirta *et al.*, 2003 ; Punakivi, 2003 ; Matthews *et al.*, 2002 ; Williams et Tagami, 2003). Mais à notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée pour estimer l'énergie consommée pour l'ensemble des déplacements induits par les activités de services.

Dans cette section, nous estimons la quantité d'énergie nécessaire pour les déplacements quotidiens induits par les services, c'est-à-dire les déplacements quotidiens des consommateurs et des prestataires de services, respectivement pour consommer (ou coproduire) et produire les services. Pour réaliser notre estimation, nous avons recours aux résultats de l'enquête nationale transports et déplacements (ENTD) de 2007-2008. Cette enquête distingue deux types de déplacements : *les déplacements quotidiens* et *les déplacements exceptionnels*. Nous utilisons l'enquête sur les déplacements quotidiens car notre objectif est de montrer que la consommation et la production de services dans la vie quotidienne engendrent d'importants besoins de mobilité et, par conséquent, d'importantes consommations d'énergie. Nous sommes moins intéressés, ici, par les déplacements exceptionnels ²⁰. Un échantillon représentatif de la population française (table 2.4) a été interrogé sur ses déplacements. Sur quelques jours représentatifs (un jour de semaine et un week-end), les individus interrogés ont fourni les motifs, la distance et le moyen de transport utilisé pour l'ensemble de leurs déplacements. Ces personnes interrogées ont également fourni des informations sur elles-mêmes, en particulier leur catégorie socioprofessionnelle (figure 2.7). À partir de ces informations, l'équipe ENTD propose une pondération de l'échantillon, afin d'étendre leurs caractéristiques à la population française.

Puisque les frontières entre les services et les autres activités sont floues, nous commençons, dans la section 3.1.1, par définir les frontières de notre analyse et en particulier celles des services que nous retenons. Moyennant quelques hypothèses, que nous précisons dans la

19. Les résultats présentés dans cette section ont fait l'objet d'une publication dans la revue *Ecological Economics* (Fourcroy *et al.*, 2012).

20. Il pourrait également être intéressant de les étudier, mais cela nécessiterait un travail important, en particulier pour résoudre le problème des déplacements à motifs multiples qui se complique dans ce cas.

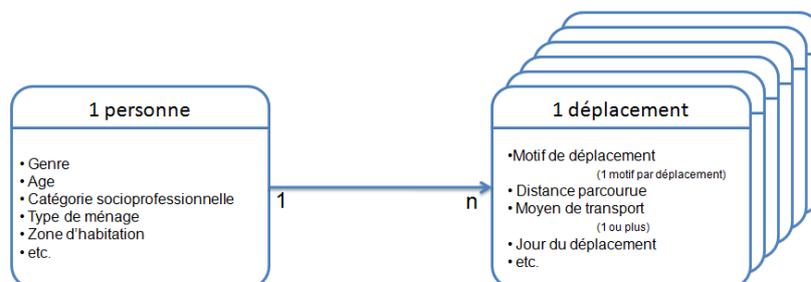
section 3.1.2, nous avons ensuite estimé les déplacements effectués par les consommateurs et les prestataires de services et les consommations d'énergie correspondantes (section 3.1.3).

TABLEAU 2.4 – L'enquête nationale transports et déplacements (ENTD) de 2007-2008

		Echantillon	Extrapolation à la population française
Nombre d'observations		18632	56172951
Genre	Homme	44 %	48 %
	Femme	56 %	52 %
Age	≤ 14	6 %	12 %
	15 - 29	13 %	20 %
	30 - 39	13 %	15 %
	40 - 49	15 %	15 %
	50 - 59	19 %	13 %
	≥ 60	33 %	25 %
	Statut dans l'emploi	Employé	47 %
Sans emploi		47 %	42 %
Non concerné (enfants)		7 %	13 %
Lieu d'habitation	Banlieue	35 %	35 %
	Espace rural	34 %	25 %
	Centre ville	25 %	31 %
	Ville isolée	7 %	9 %

Source : Calculs de l'auteur à partir des résultats de l'enquête. La population française correspond à l'échantillon pondéré.

FIGURE 2.7 – Informations recueillies auprès des répondants



3.1.1 Les frontières de notre analyse

Il est important de définir précisément ce que nous entendons, ici, par *services*, c'est-à-dire d'identifier services qui sont inclus et ceux qui sont exclus de notre estimation. Pour commencer, nous excluons les services de transport et les services publics (service de fourniture d'électricité, de gaz, d'eau, etc.). Notre définition des services doit être adaptée aux données auxquelles nous avons accès dans l'enquête. Nous identifions donc, tout d'abord, les motifs de déplacements (tels que fournis par l'enquête) que nous retenons comme des motifs associés à la consommation ou à la production de services. Concernant plus précisément les déplacements des professionnels, notre estimation doit tenir compte uniquement des déplacements des individus employés par le secteur des services, tel que nous le définissons. Nous expliquons donc, ensuite, la façon dont nous distinguons les professionnels des services, des autres professionnels.

Les motifs de déplacement. Pour chaque déplacement, les résultats de l'enquête fournissent le motif de déplacement choisi dans une liste prédéfinie. Nous avons organisé cette liste en distinguant les déplacements que nous estimons être directement liés à une consommation de services et ceux que nous estimons être des déplacements professionnels, y compris les déplacements domicile-travail (tableau 2.5).

Le secteur d'activité. Seuls les déplacements professionnels des individus travaillant dans des entreprises de services doivent être pris en compte dans notre estimation. L'enquête ne fournit pas d'informations sur le secteur d'activité des individus interrogés, mais uniquement sur leur catégorie socioprofessionnelle (CSP). Nous avons supposé qu'au sein d'une même catégorie socioprofessionnelle, les distances de déplacement sont réparties uniformément entre les travailleurs des différents secteurs, c'est-à-dire que la part des distances parcourues par les prestataires de services est proportionnelle à la part des travailleurs du secteur tertiaire. Le croisement entre la catégorie socioprofessionnelle et le secteur d'activité (primaire, secondaire, tertiaire) est donné par l'INSEE. En d'autres termes, l'INSEE fournit la répartition des employés de chaque CSP dans les différents secteurs économiques, par exemple, la part des ouvriers dans le secteur des services. Les données sont disponibles pour l'année 2008, date du dernier recensement de la population française. La définition du secteur tertiaire selon l'INSEE n'est pas parfaitement identique à la définition des services que nous avons retenue pour notre analyse. En particulier, nous excluons les services de transport. Les données de l'INSEE sont fournies avec un niveau relativement élevé de détails et le secteur des transports est un secteur distinct, il est donc facile de recalculer le ratio des employés du secteur des services (hors transport) pour chaque CSP, simplement en agrégeant les valeurs. Nous pouvons, par ailleurs, exclure la plupart des employés du transport en excluant les *chauffeurs* qui constituent une catégorie socioprofessionnelle spécifique. Les données obtenues sont rappelées dans le tableau 2.6.

TABLEAU 2.5 – Motifs de déplacement associés aux activités de services

Motifs de déplacement liés à la consommation de services	Etudes (école, lycée, université)
	Nourrice, crèche
	Grande surface et centre commercial
	Commerce de proximité et autres achats
	Soins médicaux ou personnels (médecin, coiffeur, etc.)
	Démarches administratives
	Accompagner ou aller chercher quelqu'un à la gare, à l'aéroport, à une station de métro, etc.
	Spectacles culturels, sportifs, réunions (cinéma, théâtre, concert, match sportif, etc.)
	Visite de monuments et lieux historiques
	Faire du sport (gymnastique, football, etc.)
	Lieux de loisirs (parc de loisirs, fête foraine, bowling, etc.)
	Cafés, restaurants, brasseries
	Se rendre à un stage, une conférence, un congrès, etc.
	Accompagner ou aller chercher quelqu'un dans l'un des lieux précités
	Revenir de l'un des lieux précités (pour se rendre à son domicile)
Motifs de déplacements professionnels	Se rendre sur le lieu de travail fixe et habituel
	Se rendre sur le lieu de travail non fixe (chantier, réunion professionnelle, tournée professionnelle, etc.)
	Rentrer de son lieu de travail (pour se rendre à son domicile)
	Autres motifs professionnels

TABLEAU 2.6 – Croisement entre la catégorie socioprofessionnelle et le secteur d'activité

CSP	Secteur tertiaire
Agriculteurs exploitants	4 %
Artisans, commerçants, chefs entreprise	61 %
Cadres, professions intellectuelles supérieures	81 %
Professions intermédiaires	78 %
Employés	89 %
Ouvriers (hormis les chauffeurs)	40 %
Chauffeurs	0 %

Source : *Calculs de l'auteur d'après les données du recensement de la population française de 2008 fournies par l'INSEE*

3.1.2 Les hypothèses pour l'estimation des consommations d'énergie pour le fonctionnement des moyens de transport

Afin d'estimer les consommations d'énergie générées par les déplacements associés à la consommation ou à la production de services, à partir de l'enquête transport (ENTD 2008), il est nécessaire de connaître la distance parcourue par déplacement avec chaque moyen de transport et, pour chacun des moyens de transport, la consommation unitaire moyenne. Nous avons formulé plusieurs hypothèses relatives à ces deux points.

La multimodalité. Pour chaque déplacement déclaré dans l'enquête ENTD, la distance totale parcourue et les différents moyens de transport utilisés sont renseignés, mais la distance n'est pas ventilée entre les différents moyens de transport utilisés. Pourtant, au cours d'un déplacement, un individu peut utiliser successivement plusieurs modes de déplacement : il peut notamment avoir recours à un moyen de transport intermédiaire (le métro) pour atteindre le mode de transport principal (le train). Nous faisons l'hypothèse que, pour chaque déplacement, les deux premiers modes de transport cités sont les principaux modes utilisés, si ce ne sont les seuls. Nous nous appuyons ensuite sur une étude menée dans le cadre du projet Ethel²¹ (Ethel, 2005) pour formuler un certain nombre d'hypothèses quant à la répartition de la distance parcourue entre ces deux modes de transport. Entre autres choses, le projet Ethel étudie les émissions de gaz à effet de serre du transport en France. Dans ce projet, les hypothèses sur la répartition de la distance parcourue entre les différents moyens de transport utilisés, reposent sur les analyses des précédentes enquêtes ENTD et sur certaines expertises internes. À titre d'exemple, selon le projet Ethel, une personne qui se déplace en voiture et en train parcourt, en moyenne, 15 % de la distance en voiture et 85 % de la distance en train. Les principaux résultats de l'étude Ethel sont présentés dans le tableau 2.7 et correspondent aux hypothèses que nous utilisons.

Ces hypothèses sont discutables, mais, à notre connaissance, il n'en existe pas de meilleures. En outre, parmi les déplacements quotidiens de services plus de 75 % de la distance est parcourue uniquement en voiture et leur étude ne nécessite pas le recours à des hypothèses de multimodalité.

L'efficacité énergétique des moyens de transport²². Finalement, nous formulons des hypothèses quant à la consommation unitaire de chacun des modes de transport. Nous négligeons les consommations d'énergie associées à la marche à pied, à la bicyclette, aux

21. Ethel est un projet sur l'énergie, les transports et les bâtiments, mené en 2003 conjointement par le ministère français de la recherche et le CNRS.

22. L'efficacité énergétique d'un système est le rapport entre la quantité de service rendu par son utilisation et la consommation énergétique de ce système.

TABLEAU 2.7 – Hypothèses de multimodalité

Modes de transports	Répartition des distances de déplacement
Marche à pied ou vélo et tous les autres modes de transport	100% de la distance affectée à l'autre moyen de transport
Avion et tous les autres modes de transport	100% de la distance affectée à l'avion
Voiture et train	15% de la distance affectée à la voiture
Voiture et autocar	30% de la distance affectée à la voiture
Voiture et autobus	35% de la distance affectée à la voiture
Voiture et 2 roues	100% de la distance affectée à la voiture
Voiture et autre mode	35% de la distance affectée à la voiture
Train et autocar	85% de la distance affectée au train
Train et autre mode	100% de la distance affectée au train
Autocar et autobus	50% de la distance affectée à chaque mode de transport
Autocar et autre mode	100% de la distance affectée à l'autocar
Bus et autre mode	50% de la distance affectée à chaque mode de transport

Source : données du projet Ethel, arrangées pour correspondre aux modes de transports que nous avons retenus

déplacements en bateaux et aux modes de transport non renseignés. Cette approximation semble raisonnable et, d'après les résultats de l'enquête ENTD 2008, ces deux derniers modes de déplacement représentent bien moins de 1 % des kilomètres parcourus par les Français. Pour estimer l'efficacité énergétique des autres moyens de transport, nous nous appuyons sur une étude réalisée par le cabinet Deloitte pour l'ADEME (Deloitte, 2008). Nos catégories de transport ne sont pas tout à fait identiques à celles de l'étude. Nous avons donc posé des hypothèses pour établir une correspondance entre elles : les consommations unitaires des ramassages scolaires et d'entreprise seraient similaires à celles des autocars, celles des trolleys et des autres transports en commun par route non catalogués seraient similaires à celles des autobus.

Pour les voitures, les consommations unitaires d'énergie dépendent beaucoup de la zone géographique du déplacement (urbain ou non-urbain). La répartition des déplacements entre ces zones géographiques peut être estimée à partir des données de l'enquête. L'enquête fournit des informations sur les lieux de départ et d'arrivée pour chaque voyage, y compris leur appartenance ou non à la même zone urbaine. Nous supposons que la conduite en ville correspond aux déplacements entre deux endroits qui appartiennent à

la même zone urbaine. Cette hypothèse nous permet d'estimer la répartition des déplacements entre les différentes zones géographiques et donc la consommation unitaire moyenne d'énergie des voitures. Nous avons constaté qu'environ 40 % des kilomètres sont parcourus en zone urbaine. Nous avons calculé que la consommation d'énergie d'une voiture est de 40 grammes d'équivalent pétrole (gep) par passager et par kilomètre. Ce résultat est comparable à ceux trouvés dans la littérature (Explicit, 2008b ; PACA, 2010), qui s'échelonnent généralement entre 35 et 55 gep par passager et par kilomètre.

Pour les avions, l'efficacité énergétique dépend également beaucoup de la distance parcourue. Plus la distance parcourue est faible, moins l'efficacité énergétique est bonne. Ainsi, les vols régionaux consomment beaucoup plus d'énergie par kilomètre et par passager que les vols plus longs. Comme nous n'avons pas suffisamment d'informations pour poser une meilleure hypothèse, nous supposons que la consommation moyenne par kilomètre et par passager est égale à celle des vols nationaux.

Le tableau 2.8 indique les consommations unitaires de divers moyens de transport, estimées à partir de l'étude ADEME/Deloitte, que nous retenons pour notre estimation finale.

TABLEAU 2.8 – Consommation d'énergie des différents modes de transport

Moyens de transport	Consommation d'énergie par passager et par kilomètre (gep/passager-km)
2 roues	38
Voiture (et taxis)	40
Autocar	7
Autobus	39
Tramway	15
Métro	17
RER	17
TER	31
TGV	18
Autres trains	17
Avions	45

Source : *Calculs de l'auteur d'après des données de l'étude Deloitte (2008)*

gep : gramme équivalent pétrole

3.1.3 Les résultats de l'estimation

À partir des hypothèses posées, nous avons estimé l'énergie consommée pour l'ensemble des déplacements quotidiens liés à la consommation et la production des services. Les consommations d'énergie sont estimées par les formules suivantes :

$$\sum_t (Dc_t + Dp_t) \times C_t \quad (2.1)$$

$$Dc_t = \sum_c \left(\sum_i \left(\sum_j d_{tcij} \times p_i \times p_j \right) \right) \times 52 \quad (2.2)$$

$$Dp_t = \sum_s \left(\sum_p \left(\sum_i \left(\sum_j d_{tpisj} \times p_i \times p_j \times r_s \right) \right) \right) \times 52 \quad (2.3)$$

où :

t	Mode de transport
Dc_t	Distance parcourue par an pour la consommation de services, par l'ensemble des Français et pour le mode de déplacement <i>t</i>
Dp_t	Distance parcourue par an par les professionnels des services et pour le mode de transport <i>t</i>
C_t	Estimation de la consommation d'énergie moyenne par kilomètre et par passager pour le mode de transport <i>t</i>
i	Individu enquêté
c	Déplacements pour un motif de consommation de services
p	Déplacements professionnels des professionnels des services (incluant les déplacements domicile-travail)
j	Jour de l'interview
s	Catégorie socio-professionnelle des interviewés
d_{tcij}, d_{tpisj}	Distance parcourue le jour <i>j</i> , par l'individu <i>i</i> (appartenant à la catégorie socio-professionnelle <i>s</i>), pour le déplacement <i>c</i> ou <i>p</i> , par le mode de transport <i>t</i>
p_i	Occurrence de l'individu <i>i</i> dans la population française (sa représentativité)
p_j	Poids donné au jour de la semaine où le questionnaire a été administré à l'individu <i>i</i> afin que le résultat final soit représentatif d'une semaine
r_s	Part des employés de la catégorie socioprofessionnelle <i>s</i> travaillant dans le secteur des services

La première formule stipule que, pour obtenir notre résultat, nous multiplions, pour chaque moyen de transport, la distance totale parcourue, pendant un an, par tous les Français, pour des raisons liées à la production et la consommation de services, par la consommation d'énergie unitaire de ce moyen de transport. La deuxième formule explique

comment nous obtenons la distance totale parcourue par an pour la consommation de services, par tous les Français, pour chaque moyen de transport. L'enquête fournit, pour notre échantillon et pour deux jours de la semaine, l'ensemble des trajets effectués par les individus interrogés. Nous sélectionnons les déplacements motivés par la consommation de services et nous les agrégeons en utilisant les pondérations, afin qu'ils soient représentatifs de la population française et d'une semaine type (les pondérations sont fournies par le ENT-D). Nous multiplions ensuite ce résultat par 52 (le nombre de semaines dans une année). La troisième formule explique comment nous obtenons la distance totale parcourue par an par les professionnels des services. Nous sélectionnons tous les déplacements effectués pour des raisons professionnelles. Pour sélectionner, parmi ces déplacements, ceux réalisés par des professionnels travaillant dans le secteur des services, nous utilisons la catégorie socioprofessionnelle de chaque répondant : nous attribuons à chaque individu une pondération qui correspond à la proportion de salariés de leur CSP travaillant dans le secteur des services.

Les résultats obtenus sont présentés dans les tables 2.10 et 2.11. Bien que nous ayons distingué une douzaine de moyens de transport pour réaliser notre estimation (ceux présentés dans le tableau 2.8, ainsi que la marche et le vélo), nous avons agrégé l'ensemble des transports en commun pour présenter les résultats. Chaque type de transport en commun représente, en effet, un faible montant de consommation d'énergie et le résultat désagrégé ne fournit pas d'informations additionnelles à discuter.

En 2007, environ 8,8 Mtep d'énergie finale a été consommée pour les déplacements quotidiens motivés par la consommation ou la production de services. Ce montant représente environ 20 % de la consommation d'énergie du secteur des transports pour l'année 2007 et 40 % de la consommation d'énergie du secteur des services. Si l'on réaffecte ces consommations d'énergie au secteur tertiaire²³, le poids de ce dernier, dans le bilan énergétique global, atteindrait alors près de 20 %.

Nous constatons que 80 % de la distance est parcourue par les voitures. Dans son analyse de l'enquête ENT-D et des déplacements quotidiens pour l'année 2007, l'INSEE a constaté que plus de 75 % de la distance totale parcourue (tous motifs confondus) est parcourue en voiture. Par conséquent, nos résultats semblent justes, mais ils indiquent que, pour les déplacements motivés par les services, la voiture est encore plus utilisée que pour les autres motifs de déplacement. Pour évaluer la robustesse de nos hypothèses, nous avons effectué une seconde fois l'estimation, en modifiant nos hypothèses concernant la multimodalité : nous nous sommes appuyés uniquement sur la déclaration des répondants

23. On notera cependant les limites de ce raisonnement. En particulier, sous l'angle des consommations finales, d'autres réaffectations sont nécessaires entre le secteur tertiaire et les autres secteurs.

TABLEAU 2.10 – Estimation des consommations d'énergie pour les déplacements liés aux activités de services, en 2007, par mode de transport

	Déplacements pour motif de consommation de services (Md km)	Déplacements professionnels des prestataires de services (Md km)	Consommations d'énergie correspondantes (ktep)
Marche et vélo	5.7	1.3	0
2 roues	1.6	1.0	98
Voiture	126.2	71.7	7 917
TC	22.7	11.9	625
Avion	0.7	3.5	187
Total	156.8	89.5	8 828

Source : *Calculs de l'auteur d'après les résultats de l'enquête ENTD 2007 et les hypothèses formulées dans les sections précédentes*

ktep : kilo tonne équivalent pétrole; TC : transports en commun

TABLEAU 2.11 – Estimation des consommations d'énergie des déplacements liés aux activités de services en 2007, par motif de déplacement

	Distance parcourue (Md km)	Consommations d'énergie correspondantes (ktep)
Enseignement	17.8	461
Commerce	51.7	1971
Santé	9.8	347
Administration	8.7	321
Cafés and restaurants	11.6	422
Loisirs	41.5	1399
Autres déplacements motivés par la consommation de service	15.7	609
Déplacements des professionnels des services	89.5	3310
Total	246.3	8828

Source : *Calculs de l'auteur d'après les résultats de l'enquête ENTD 2007 et les hypothèses formulées dans les sections précédentes*

en ce qui concerne le principal moyen de transport utilisé pour les déplacements et nous avons affecté la totalité des distances parcourues à ce moyen de transport. L'estimation obtenue est très similaire à celle que nous présentons ici : la différence est inférieure à 1 %.

C'est également la voiture qui engendre le plus de consommations d'énergie. Or, les voitures consomment principalement de l'énergie fossile et carbonée. Par conséquent, les déplacements quotidiens motivés par la consommation ou la production de services sont une source importante d'émissions de CO₂. Plus généralement, la mobilité liée aux services est très exposée aux enjeux énergétiques, comme la rareté des ressources et la volatilité des prix des combustibles fossiles. Dans le cas d'une augmentation importante du prix des combustibles fossiles et donc du prix de l'utilisation de la voiture, des compromis différents peuvent apparaître entre les moyens de transport utilisés et entre les modes de fourniture du service. D'une part, les consommateurs peuvent choisir d'utiliser d'autres moyens de transport tels que les transports en commun. Mais, les transports en commun ne conviennent pas toujours à la consommation de services. Si nous prenons l'exemple du commerce, il est difficile de rapporter (et porter) ses achats à la maison en transports en commun. En outre, les personnes qui se déplacent en voiture profitent éventuellement de leur trajet domicile-travail pour «faire les magasins», aller au bureau de poste, à la banque, faire des courses, etc. Les transports en commun offrent moins de flexibilité. Des solutions, telles que le covoiturage, peuvent également se développer, mais, comme les transports en commun, elles manquent de souplesse. Face à une forte hausse des prix des combustibles fossiles, les entreprises de services peuvent également innover. Par exemple, les entreprises proposent de plus en plus la livraison à domicile. Dans ce cas, elles prennent à leur charge les déplacements et les coûts associés (qu'elles retraduisent bien sûr, en partie au moins, dans leur prix). Cependant, à leur échelle, elles peuvent être en mesure d'optimiser leurs déplacements et les consommations d'énergie associées. Les services que l'on dit être *dématérialisés* (c'est-à-dire les services qui se matérialisent sur une interface d'ordinateur et peuvent être échangés sur le réseau) pourraient bénéficier du fait qu'ils ne nécessitent pas de déplacement ni du prestataire, ni du client. Le télétravail, le covoiturage ou les emplois locaux sont également des solutions qui pourraient être favorisées par les professionnels des services. Finalement, le potentiel d'efficacité énergétique pour le transport n'est pas facilement atteignable car il est fortement lié à l'organisation des villes et aux modes de vie, la mobilité dépendant de l'emplacement des habitations, des lieux de travail et des services.

Selon les résultats présentés dans le tableau 2.11, certains motifs de déplacement sont plus consommateurs d'énergie que d'autres²⁴ et sont, donc, plus susceptibles d'être tou-

24. L'enquête sur laquelle nous nous appuyons pour réaliser l'estimation ne nous permet pas de distinguer facilement les déplacements professionnels par sous-secteur d'activités.

chés par une augmentation du prix de l'énergie. Les déplacements associés au commerce et aux loisirs sont une source importante de mobilité (respectivement environ 35 % et 25 % de la distance parcourue pour la consommation de services). La répartition des distances parcourues entre les différents modes de transport est assez semblable pour l'ensemble des motifs de déplacement, à l'exception de l'enseignement et des loisirs pour lesquels une partie plus importante des distances est parcourue en transports en commun (notamment autocars et autobus scolaires). Pour les autres motifs de déplacements de services, les voitures représentent entre 80 % et 90 % de la distance parcourue (et une part encore plus importante de l'énergie consommée car elle est l'un des moyens de transport les plus consommateurs d'énergie par kilomètre et par passager).

3.2 L'énergie *incorporée* dans les services

Un certain nombre de travaux récents ont cherché à estimer les *émissions de gaz à effet de serre induites* par les services (Ifen, 2004 ; Suh, 2006 ; Alcantara et Padilla, 2009 ; Nansai *et al.*, 2009)²⁵. Ces travaux concluent que ces émissions sont près de deux fois plus importantes que les émissions directes (Alcantara et Padilla, 2009) et qu'en les ré-affectant en fonction des consommations finales, le poids des services passe de un quart à un tiers des émissions globales (Ifen, 2004).

À notre connaissance, aucune étude ne porte directement sur les consommations d'énergie. Dans cette section, nous cherchons donc à estimer les consommations d'énergie indirectes des services, c'est-à-dire l'énergie *incorporée* dans les biens et services qui entrent en jeu dans la prestation de service. Notre objectif est, ici encore, de questionner l'*immatérialité* des services. En particulier, nous voulons montrer que les services sont fortement *exposés* à l'énergie, par le biais de l'ensemble des équipements, des fournitures, des bâtiments, des infrastructures et des autres biens de consommations intermédiaires qu'ils nécessitent.

Pour estimer l'énergie *incorporée* d'un produit, la méthode la plus couramment utilisée est celle de l'analyse de cycle de vie (ACV). Cependant, cette méthode est particulièrement lourde à mettre en place. Elle nécessite une connaissance approfondie du produit et de la façon dont il est réalisé. Elle n'est donc pas adaptée à l'estimation de l'énergie *incorporée* du secteur tertiaire dans son ensemble. Une méthode «top-down», qui, à partir de données macroéconomiques, permet d'estimer l'énergie *incorporée* du secteur, semble plus adaptée. En nous inspirant de la méthode Input-Output introduite par Leontief dans les années 30, nous utilisons les tableaux entrée-sortie, en posant l'hypothèse que l'énergie *incorporée* d'un produit équivaut aux consommations d'énergie nécessaires pour la production

25. Les émissions de gaz à effet de serre sont en grande partie dues à la production d'énergie, donc les deux sujets sont étroitement liés

de l'ensemble de ses consommations intermédiaires. Une méthodologie semblable a d'ores et déjà été utilisée dans un certain nombre de travaux, notamment dans les travaux de Pourouchottamin et De La Fuente (2010) et Bordigoni *et al.* (2012).

Après avoir explicité la méthodologie utilisée (section 3.2.1), nous formulons nos principales hypothèses (section 3.2.2). Les résultats de l'estimation de l'énergie *incorporée* des services sont présentés dans la section 3.2.3.

3.2.1 La méthodologie d'estimation de l'énergie *incorporée*

La méthodologie proposée repose sur l'utilisation des tableaux entrée-sorties. Elle s'appuie sur l'idée selon laquelle l'énergie *totale* d'un produit donné équivaut à la somme des consommations d'énergie liées à sa production et à l'énergie *incorporée* de ses consommations intermédiaires. À l'échelle d'une région vivant en autarcie²⁶, l'énergie *incorporée* des consommations intermédiaires d'un secteur (S_1) en un produit donné (P_2) correspond à une part de l'énergie *totale* du secteur de production (S_2) du produit en question (P_2). En faisant l'hypothèse qu'au sein d'un secteur d'activité donné, les consommations d'énergie sont proportionnelles à la production, on peut ajouter que cette part est proportionnelle à la part de la production totale du produit (production totale de S_2) qui est consommée (consommations intermédiaires de S_1 en P_2)²⁷.

Ainsi, dans un monde à deux secteurs d'activité S_1 et S_2 , où le secteur S_1 consomme CI_{12} de produits de S_2 :

$$C_1 = Cd_1 + CI_{12} \times \frac{C_2}{P_2} \quad (2.4)$$

avec :

C_1 et C_2 l'énergie *totale* (directe et incorporée) respectivement du secteur S_1 et S_2

Cd_1 les consommations d'énergie directes du secteur S_1

CI_{12} les consommations intermédiaires du secteur S_1 en produits du secteur S_2

P_2 la production totale du secteur d'activité S_2

$\frac{C_2}{P_2}$ la consommation unitaire d'énergie du secteur S_2

26. Cette hypothèse est nécessaire pour éviter la question des différences de contenu énergétique entre produits importés et produits nationaux.

27. Par hypothèse, dans les tableaux entrées-sorties, les secteurs sont homogènes et ils produisent un seul type de produits. Ainsi, si l'on néglige les éventuelles économies d'échelle, cette hypothèse semble réaliste.

L'énergie *incorporée* des secteurs se calcule ensuite par la différence entre l'énergie *totale* et les consommations directes.

Bien entendu, si le secteur S_1 autoconsomme des produits P_1 , pour éviter le double comptage, l'énergie *incorporée* de ces consommations intermédiaires ne doit pas être comptabilisée pour estimer C_1 . On peut généraliser l'expression de l'énergie *totale* à l'ensemble des secteurs de l'économie.

$$\begin{aligned} C_1 &= Cd_1 + \frac{CI_{12}}{P_2} \times C_2 + \frac{CI_{13}}{P_3} \times C_3 + \dots + \frac{CI_{1n}}{P_n} \times C_n \\ C_2 &= Cd_2 + \frac{CI_{21}}{P_1} \times C_1 + \frac{CI_{23}}{P_3} \times C_3 + \dots + \frac{CI_{2n}}{P_n} \times C_n \\ &\dots \\ C_n &= Cd_n + \frac{CI_{n1}}{P_1} \times C_1 + \frac{CI_{n2}}{P_2} \times C_2 + \dots + \frac{CI_{nn}}{P_n} \times C_n \end{aligned}$$

En posant les vecteurs suivants :

- un vecteur colonne C , où C_i représente l'énergie *totale* du secteur d'activité i
- un vecteur colonne Cd , où Cd_i représente les consommations d'énergie directe du secteur d'activité i
- une matrice carrée TES , où TES_{ij} représente les consommations intermédiaires de la branche i en produit j
- une matrice carrée M qui correspond à la matrice TES légèrement transformée pour permettre d'estimer l'énergie *totale* des secteurs : M_{ij} représente la part dans la production totale de la branche j des consommations intermédiaires de la branche i en produit j ²⁸, et sur la diagonale, M_{ii} est nul (pour éviter le double-comptage) :

$$\begin{aligned} M_{ij} &= \frac{TES_{ij}}{P_j}, \forall i \neq j && \text{où } P_j \text{ représente la production totale de la branche } j \\ M_{ii} &= 0 \end{aligned}$$

On peut écrire :

$$C = Cd + {}^tM \times C$$

$$(I - {}^tM) \times C = Cd$$

28. Les M_{ij} ne sont pas tout à fait identiques aux coefficients techniques calculés par l'INSEE, qui correspondent à la quantité de produit j consommée par la branche i , par unité de production de la branche i : $TES'_{ij} = \frac{TES_{ij}}{P_i}$

$$C = (I - {}^tM)^{-1} \times Cd \quad (2.5)$$

Ainsi, pour calculer l'énergie *totale* des différents secteurs, il suffit de connaître la matrice M et le vecteur Cd . La matrice M est facilement calculable, à partir des tableaux entrées-sorties de l'INSEE et de la production totale par branche, également fournie également par l'INSEE. Le vecteur Cd est, quant à lui, plus difficile à établir. Les données concernant les consommations d'énergie finale du secteur tertiaire sont fournies en France par le CEREN, mais avec une granularité moindre que celle de la nomenclature agrégée utilisée par l'INSEE pour les tableaux entrées-sorties. Afin d'estimer le vecteur Cd , nous devons donc formuler un certain nombre d'hypothèses, parfois assez lourdes. Nous revenons sur cette question dans la section suivante.

Outre les difficultés d'estimation de Cd , cette méthode présente quatre principales autres limites. La première limite est intrinsèquement liée à l'utilisation des méthodes top-down. De telles méthodes, et ici en particulier les tableaux entrées-sorties, reposent sur l'hypothèse implicite qu'au sein d'un secteur donné (une entrée ou une sortie du tableau), l'ensemble des activités sont homogènes : la valeur ajoutée et les consommations d'énergie sont réparties uniformément.

La seconde limite concerne l'utilisation des tableaux entrées-sorties et des consommations intermédiaires. Les consommations intermédiaires des activités économiques ne représentent qu'une partie de l'ensemble des biens et services à prendre en compte dans le cas d'une analyse de l'énergie *incorporée* des services. En particulier, les infrastructures et les équipements lourds, c'est-à-dire les investissements, ne sont pas comptabilisés dans les consommations intermédiaires, mais dans la formation brute de capital fixe (FBCF)²⁹. Notre estimation minore donc l'énergie *incorporée* des services.

Par ailleurs (troisième limite), nous ne tenons pas compte des différences de contenu énergétique des produits importés. La France n'est pas un pays vivant en autarcie, une partie des consommations intermédiaires est importée. Les produits importés ont un contenu énergétique différent de celui des produits nationaux puisque l'organisation de la production varie d'un pays à l'autre (les consommations intermédiaires et la demande d'énergie pour la production sont différentes). Mais, la prise en compte des importations de produits nécessiterait la connaissance d'un certain nombre de données difficilement accessibles : la répartition des consommations intermédiaires de chaque branche entre importation et

29. Pour ordre d'idée, le montant total de la FBCF représente environ 20 % du montant total des consommations intermédiaires (pour l'ensemble des activités).

production nationale, l'origine des produits, l'intensité énergétique des produits selon leur pays d'origine et les tableaux entrées-sorties de l'ensemble des pays. Nous cherchons, ici, à estimer un ordre de grandeur de l'énergie *incorporée* des services, nous considérons donc comme acceptable l'hypothèse selon laquelle les contenus énergétiques des importations et des produits nationaux sont comparables.

La quatrième limite importante de notre méthode concerne la prise en compte des consommations d'énergie liées au transport. Dans notre modèle, la seule prise en compte possible des transports se ferait par le biais des consommations intermédiaires en produits du secteur transport. Cela revient à faire l'hypothèse que les transports de marchandises sont réalisés, à titre principal, par des entreprises du secteur des transports. En réalité, une partie des transports est réalisée directement par les autres secteurs, eux-mêmes. On pourrait envisager d'utiliser une méthodologie similaire à celle que l'on propose ici, adaptée pour estimer les consommations de transport. Cependant, les données nécessaires, relatives aux consommations directes d'énergie de transport par secteur, ne sont pas disponibles. Dans la section précédente, nous avons tenté une estimation des consommations d'énergie de transport pour le secteur tertiaire. On notera que nous n'avons pas été en mesure de fournir les résultats à un niveau suffisamment désagrégé pour reconstituer les consommations d'énergie dans la nomenclature agrégée de l'INSEE. Par ailleurs, nous ne disposons pas, aujourd'hui, des données nécessaires pour réaliser de telles estimations pour l'ensemble des secteurs économiques. Nous choisissons donc, ici, de ne pas tenir compte des transports dans le calcul de l'énergie *incorporée*. Les consommations d'énergie de la branche transport, évoquées dans les sections suivantes, se limitent en fait aux consommations d'énergie des bâtiments accueillant les services de transport.

3.2.2 Les hypothèses pour le calcul du vecteur Cd

Les tableaux entrées-sorties de l'économie française sont fournis par l'INSEE. Ils s'appuient sur la nomenclature agrégée de l'INSEE (NA 2008). Pour l'année 2009, le tableau entrées-sorties le plus précis auquel nous avons accès distingue 38 postes dans l'économie française.

L'objectif est de rendre compatible le vecteur Cd avec la matrice M qui correspond, à quelques calculs près, au tableau entrées-sorties (voir section précédente). Nous avons choisi d'exprimer le vecteur Cd selon la nomenclature agrégée en 38 postes. En effet, pour certains secteurs d'activité, les informations relatives aux consommations directes d'énergie nous sont déjà fournies selon cette nomenclature. Nous cherchons donc à estimer l'ordre de grandeur des consommations d'énergie directes des 38 postes de la NA.

La répartition des consommations d'énergie du secteur industriel, par postes de la NA, a fait l'objet d'un travail réalisé par le CEREN et EDF R&D. Ces consommations d'énergie sont maintenant fournies par une base de données appelée Enervision. Celles du secteur primaire et du secteur de la construction peuvent être déduites du bilan énergétique de la France³⁰.

Nous souhaitons, dans le cadre de ce travail, présenter nos résultats en énergie finale (et non en énergie primaire, comme il est communément le cas lors de l'estimation de l'énergie *incorporée*), afin de comparer immédiatement les consommations directes et indirectes des services et de ne pas introduire un autre facteur de comparaison, celui de la conversion entre énergie primaire et énergie finale³¹. Travailler en énergie primaire aurait du sens si nous différencions les différents types d'énergie consommée (pour lesquels les coefficients de conversion entre énergie primaire et énergie finale varient) ou, par exemple, si nous voulions mener une réflexion sur la transition énergétique, ce qui n'est pas le cas ici. Puisque nous travaillons en énergie finale, les consommations d'énergie des branches de la production d'énergie ne sont pas prises en compte.

Finalement, les consommations d'énergie du secteur tertiaire ne sont pas connues par poste de la NA, mais selon une nomenclature spécifique. Nous présentons dans les paragraphes suivants comment nous les avons traduites, selon la nomenclature INSEE en 88 postes.

Les consommations d'énergie directes du secteur tertiaire sont fournies, en France, par le CEREN, selon une nomenclature qui lui est propre en huit branches et 26 sous-branches. Cette segmentation du secteur tertiaire s'appuie sur les postes élémentaires (les sous-classes) de la nomenclature d'activité française (NAF). Il existe des tables, fournies par l'INSEE, pour traduire les codes des sous-classes de la NAF dans la NA en 38 postes. Les problèmes qui se posent sont les suivants :

- Les 26 sous-branches du CEREN sont définies à partir des postes élémentaires de la NAF de 2003, alors que les tables de correspondance entre la NAF et la NA s'appuient

30. Le secteur de la construction est à la frontière des secteurs industriel et tertiaire. Il est exclu d'Enervision mais également du périmètre du secteur tertiaire tel que nous le considérons dans les paragraphes suivants. Il nous a fallu l'estimer séparément. Dans le bilan énergétique de la France, il existe une ligne spécifique pour la construction et les mines. Les consommations d'énergie pour l'extraction sont fournies par Enervision, nous les avons déduites de la ligne «construction et mines» pour obtenir les consommations d'énergie de la construction.

31. L'énergie primaire correspond aux formes d'énergie disponibles dans la nature (charbon, bois, pétrole brut, etc.), alors que l'énergie finale est l'énergie utilisée pour la consommation finale (électricité, essence à la pompe, etc.). Les processus de transformation de l'énergie primaire en énergie finale requièrent, eux-même, des consommations d'énergie. Les coefficients de conversion entre énergie primaire et énergie finale traduisent ces consommations pour la transformation de l'énergie.

sur la NAF de 2008. Il existe cependant une table qui traduit les codes NAF 2003 en codes NAF 2008, mais les correspondances ne sont pas uniques. Par exemple, le poste 60.1Z «transports ferroviaires» de la NAF 2003 correspond à plusieurs postes dans la NAF 2008 : le «transport ferroviaire interurbain de voyageurs», le «transport ferroviaire de fret», les «services auxiliaires des transports terrestres»³².

- Les correspondances entre les 26 sous-branches CEREN et les 38 postes de la NA ne sont pas non plus uniques. Par exemple, les différents postes de la sous-branche CEREN «bureaux privés fortement informatisés» appartiennent à quatre divisions de la NA38 : JA, JC, KZ et OZ. Mais tous les postes de ces divisions n'appartiennent pas à la sous-branche CEREN en question.

Nous avons décidé de réaliser un premier travail d'épuration de la table des intersections entre les sous-branches CEREN et les postes de la NA-A38. En effet, le poids de certaines intersections (en termes de demande d'énergie et d'activité économique) est très faible et peut être négligé dans le cadre d'une estimation de l'ordre de grandeur des consommations d'énergie des 38 postes de la NA. Pour réaliser cet exercice d'épuration, nous avons examiné les intitulés des différentes postes qui se retrouvent relativement isolés dans la table des intersections. Par exemple, alors que presque tous les postes correspondant au secteur des «transports», selon le CEREN, correspondent au secteur «HZ : transport et entreposage» de la NA, deux postes correspondent au secteur «PZ : Enseignement». En examinant ces postes, on constate qu'ils correspondent à la formation professionnelle pour le pilotage des bateaux et des avions. Ces deux postes sont relativement négligeables, que ce soit en comparaison des consommations d'énergie de la ligne «transport» ou des consommations d'énergie de la colonne «PZ : Enseignement». On considérera donc que les consommations d'énergie du secteur transport du CEREN sont entièrement attribuables au secteur «HZ : transport et entreposage» de la NA. De la même façon, si l'on considère l'intersection entre le secteur «PZ : Enseignement» et le secteur CEREN «Process-Coiffure», on constate qu'elle correspond à l'enseignement du yoga, qui est un cas très particulier dont les consommations d'énergie, à l'échelle d'un secteur NA ou CEREN, sont négligeables.

Nous proposons d'agréger la division «MB : Recherche» avec la division «PZ : Enseignement», dans la mesure où cette agrégation ne nous semble pas avoir de répercussions importantes sur le résultat final : dans les deux cas, en effet, les consommations intermédiaires sont relativement limitées. Par ailleurs, ces activités sont assez similaires du point de vue des consommations d'énergie. On notera cependant que, dans le cas de l'enseignement, les locaux accueillent un public relativement nombreux, les surfaces par établissement sont donc plus importantes.

32. Ce dernier poste de la NAF 2008 correspond lui-même à plusieurs postes de la NAF 2003.

Nous proposons également d'agréger deux divisions qui nous semblent proches : «QA : activités pour la santé humaine» et «QB : hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement». Ces deux divisions se partagent les consommations d'énergie des sous-branches CEREN : «hôpital», «clinique» et «autres activités du secteur de la santé».

Une fois ces simplifications et épurations réalisées, seules 4 sous-branches du CEREN posent de réelles difficultés, puisqu'elles se partagent encore entre plusieurs divisions de la NA. Il s'agit des sous-branches «bureaux du secteur privé», «bureaux fortement informatisés», «locaux culturels» et «process-coiffure». Nous analysons donc, maintenant, le contenu de ces 4 sous-branches plus en détail. Nous présentons, tout d'abord, la démarche suivie pour établir la consommation directe d'énergie pour l'une des sous-branches, à savoir la sous-branche «locaux culturels». Nous évoquons, ensuite, les hypothèses supplémentaires nécessaires pour effectuer le même exercice, pour les autres sous-branches.

Une fois les épurations et simplifications réalisées, nous constatons que la sous-branche des «locaux culturels» est composée d'une partie des postes élémentaires des divisions «JA : Édition, audiovisuel et diffusion» et «RZ : Arts, spectacles et activités récréatives». Notre objectif est de répartir les consommations d'énergie de la sous-branche «locaux culturels» entre ces divisions (JA et RZ). Nous cherchons donc à évaluer grossièrement *le poids*, proportionnellement, des deux *intersections* (entre «JA» et les «locaux culturels» et entre «RZ» et les «locaux culturels»). L'idéal aurait été de connaître la répartition des surfaces entre les divisions, voire entre les codes NAF. Mais cette information n'existe pas, à notre connaissance. Une approximation, plus grossière, consiste à comparer le volume de production de ces intersections pour une année donnée. Il est possible de comparer les volumes de production, car les activités ne sont pas très différentes. Le volume de production des activités est fourni par l'INSEE, à une granularité assez fine : selon les 88 postes de la NA. Or, nos croisements correspondent approximativement à des postes de la NA88. Le croisement entre «JA» et les «locaux culturels» est constitué des groupes 59 et 60 de la NA88. Le groupe 59 est entièrement inclus dans l'intersection. Le groupe 60 appartient également à l'intersection entre «JA» et une autre sous-branche : les «bureaux du secteur privé fortement informatisés». Mais, si l'on se réfère à la traduction des sous-branches en code NAF 2003, il apparaît que les activités du groupe 60 appartiennent toutes à la sous-branche «locaux culturels». Ainsi, on peut estimer le volume de production de l'intersection en ajoutant le volume de production du groupe 59 et du groupe 60. On procède ensuite de la même façon avec l'intersection entre «RZ» et les «locaux culturels», puis on compare les volumes de production des deux intersections. On constate qu'ils sont sensiblement équivalents. Les consommations d'énergie de la sous-branche «locaux culturels» seront donc réparties à part égale entre «JA : Édition, audiovisuel et diffusion» et «RZ :

Arts, spectacles et activités récréatives».

Nous avons procédé de la même façon pour l'ensemble des sous-branches. Nous avons dû poser une hypothèse supplémentaire pour tenir compte des activités immobilières, dans le cas de la sous-branche «autres bureaux du secteur privé». En effet le volume de production des activités immobilières est surestimé par les méthodes d'estimation du volume de production. Nous avons estimé que, dans ce cas précis, il serait plus intéressant de comparer le nombre d'employés de chaque activité, plutôt que le volume de production. En effet, dans des activités principalement de bureau, le nombre d'employés peut donner une idée de la surface et donc des consommations d'énergie³³. Mais le nombre d'employés par activité est fourni par l'INSEE à un niveau trop agrégé pour notre étude. Nous avons donc utilisé le nombre d'employés uniquement pour comparer les activités immobilières aux activités scientifiques et techniques. Nous avons constaté que les activités immobilières employaient de l'ordre de sept fois moins de personnes que les activités scientifiques et techniques.

La démarche que nous venons de décrire nous donne une clef de répartition des consommations d'énergie des sous-branches entre les 38 postes de la nomenclature NA. Il reste une dernière difficulté. Si le CEREN fournit annuellement les données de consommation d'énergie par branche, il ne les fournit que plus rarement par sous-branche. Les données de consommation par sous-branche les plus récentes sont celles de l'année 2007. Nous avons cependant préféré retenir l'année 2009 pour établir l'estimation la plus récente possible. Au sein de EDF, ce choix est validé par les experts des consommations d'énergie du secteur tertiaire, qui considèrent que la répartition des consommations d'énergie de chaque branche, entre ses sous-branches, n'a quasiment pas évolué entre 2007 et 2009. À partir des consommations d'énergie par branche de l'année 2009 et des clefs de répartition des consommations d'énergie par sous-branche, nous estimons donc les consommations énergétiques de 2009, par sous-branche.

3.2.3 Les résultats de l'estimation de l'énergie *incorporée* des services

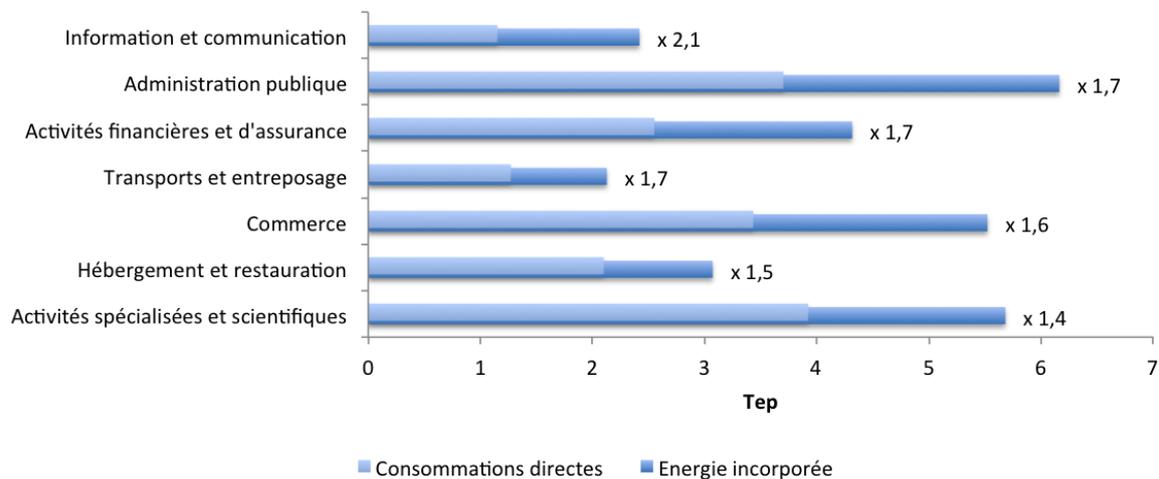
À partir de la matrice M et du vecteur C_d (voir équation (2.5)), il est possible d'estimer les consommations d'énergie totales des services, et donc, par différence, l'énergie *incorporée*. La matrice M est facilement calculable, et les hypothèses formulées dans la section 3.2.2 nous permettent d'estimer le vecteur C_d .

L'énergie *incorporée* dans les services représente environ 0,6 fois les consommations d'énergie directes, faisant passer les consommations d'énergie des services de 19 Mtep (consom-

33. Au sein d'activités de services relativement similaires, les consommations d'énergie sont grossièrement proportionnelles à la surface.

mations directes, en énergie finale) à 31 Mtep (consommations directes et indirectes, en énergie finale)³⁴. L'énergie *incorporée* est particulièrement importante dans le secteur de l'information et de la communication (figure 2.8).

FIGURE 2.8 – Estimation de l'énergie incorporée des branches du secteur tertiaire en 2009



Source : d'après les calculs de l'auteur

Ce secteur regroupe les activités de l'édition, de l'audiovisuel, des télécommunications et autres activités informatiques. Ce secteur consomme relativement peu d'énergie directement, mais son énergie *totale* est plus de deux fois supérieure à l'énergie directement consommée. Cette différence s'explique principalement par l'importante consommation intermédiaire de biens industriels de ce secteur des services (près de 13 % de ses consommations intermédiaires totales). Il en est de même pour l'administration publique qui consomme beaucoup de biens industriels et de services scientifiques et spécialisés (respectivement 16 % et 27 % de ses consommations intermédiaires totales). On peut constater que les activités spécialisées et scientifiques ont une énergie *incorporée*, ramenée aux consommations directes, moins importante que les autres services. Ces activités consomment en effet relativement peu de biens intermédiaires, leurs consommations intermédiaires sont, pour plus de moitié, d'autres services scientifiques et spécialisés.

Si, d'après les statistiques énergétiques, les services sont peu consommateurs d'énergie pendant la prestation de services, ils requièrent cependant le recours à de nombreux biens (équipements, fournitures, supports du service, etc.), dont la production a elle-même nécessité des consommations d'énergie. Les services ne pourraient être fournis, dans leur forme actuelle, sans l'existence de ces biens. Ainsi, les faibles consommations d'énergie,

34. Ce résultat est cohérent avec celui de Alcantara et Padilla (2009), concernant les émissions de CO2 des services en Espagne. Selon ces auteurs, les émissions totales des services (directes et indirectes) représentent près du double des émissions directes.

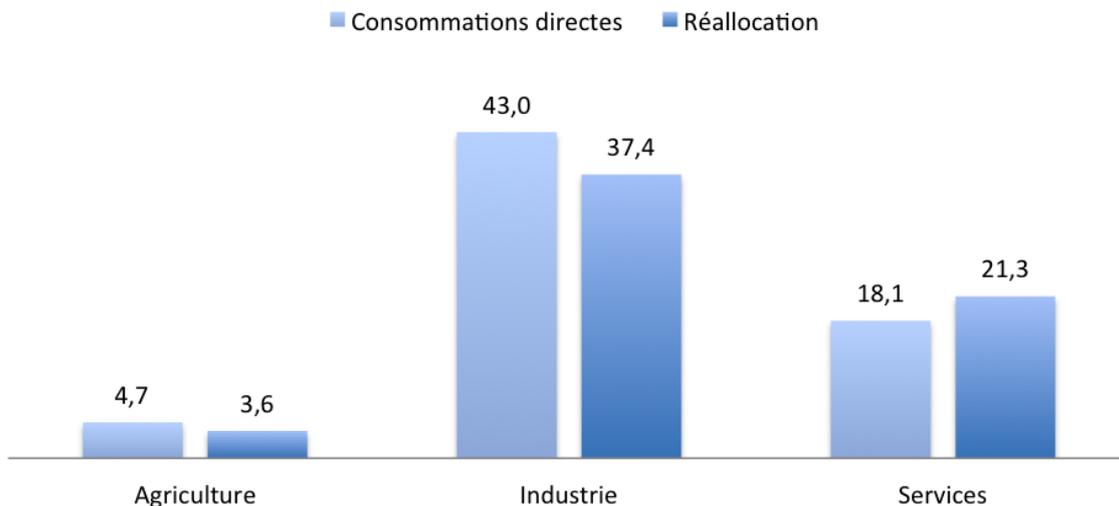
dans les bâtiments tertiaires, peuvent s'avérer trompeuses quant à l'*immatérialité* des services et à l'ampleur réelle de leurs consommations énergétiques, si l'on ne tient pas compte de l'ensemble des sources directes et indirectes de consommation d'énergie de la prestation de service. L'idée d'une société de services *immatérielle* et moins consommatrice d'énergie est, ainsi, contestable. La société de services est, certes, une société dans laquelle les consommations finales sont orientées vers les activités de services. Mais, comme nous l'avons rappelé, ces services consomment de nombreux biens, et la société de services n'entraîne pas la disparition des activités industrielles et des consommations d'énergie qui leur sont associées.

Toutes les consommations d'énergie nécessaires à la réalisation des activités de services ne sont, cependant, pas encore prises en compte dans nos estimations. Comme nous l'avons mentionné au début de cette section, nous ne tenons pas compte, par exemple, des consommations d'énergie liées au transport. Ne tenons pas non plus compte des investissements, exclus du périmètre des consommations intermédiaires, parmi lesquels les bâtiments qui représentent une part importante de l'outil de production pour de nombreux services et un montant important d'énergie grise. Les consommations d'énergie indirectes des services sont donc, en réalité, encore plus importante que ne le montre notre résultat.

L'énergie *incorporée* des services représente les consommations d'énergie globales nécessaires pour réaliser les activités de services. Cependant, ce montant est difficilement comparable aux consommations d'énergie totales pour la France ou à celles du secteur industriel. En effet, une partie des services sont, eux-mêmes, des consommations intermédiaires pour la production de services ou de biens industriels. Nous proposons donc, dans un second temps, une ré-allocation de l'énergie, en fonction de la demande finale (figure 2.9).

Les consommations d'énergie du secteur industriel sont les plus importantes, sous l'angle de la production. Mais une grande partie des biens industriels ne sont pas destinés à la consommation finale, ce sont des biens intermédiaires pour les industries ou les services. Les consommations d'énergie induites par la production des biens industriels pour la consommation finale sont inférieures de 13 % aux consommations directes du secteur. La production des services nécessite la consommation intermédiaire de nombreux biens et services. Une partie des services est également orientée vers la consommation intermédiaire. Mais, du point de vue des consommations d'énergie, la première dynamique est la plus importante. Finalement, les consommations d'énergie induites par la production des services pour la consommation finale sont supérieures de 18 % aux consommations directes du secteur. Du point de vue de la consommation finale, l'énergie nécessaire aux services ne représente donc pas 40 % de l'énergie nécessaire à l'industrie (comme l'indiquent les consommations directes d'énergie) mais environ 65 %. De la même façon,

FIGURE 2.9 – Réallocation des consommations d'énergie par secteur, en fonction de la demande finale, en 2009



Sources : d'après les calculs de l'auteur

l'énergie nécessaire aux services pour la consommation finale ne représente plus 28 % des consommations d'énergie pour la production (agricole, industriel et de services) mais 37 %³⁵. Ainsi, la production des services pour la consommation finale engendre plus de consommations d'énergie que ne le laisse entendre le simple examen des consommations directes. Par ailleurs, bien que les consommations d'énergie engendrées pour la production des biens de consommation finale restent supérieures à celles pour la production des services de consommation finale, l'écart entre les deux est moins important que celui entre les consommations directes des secteurs.

4 Conclusion

Du fait des spécificités du secteur tertiaire, l'évaluation de ses consommations d'énergie est un exercice difficile. Le CEREN est le principal organisme en France qui évalue les consommations d'énergie du secteur tertiaire. Il fournit les consommations d'énergie finale globales du secteur, mais également leur répartition selon huit branches d'activité tertiaires.

L'analyse statistique des consommations d'énergie du secteur tertiaire a permis de consta-

35. Ces résultats sont cohérents avec ceux présentés par l'Ifen (2004) concernant les émissions de CO₂. Ces résultats montrent, qu'avec la réaffectation des émissions sous l'angle de la demande finale, les émissions du secteur tertiaire passent de 25 % (sous l'angle de la production) à près d'un tiers.

ter que le secteur tertiaire représente une faible part des consommations d'énergie globales de la France. Nous avons également constaté que le volume des consommations d'énergie, mais aussi les usages et le type d'énergie, varient fortement selon les branches d'activité. Comme nous l'avons déjà relevé dans le chapitre 1, le type d'activité est un déterminant majeur des besoins de services de l'énergie.

Les statistiques énergétiques officielles du secteur tertiaire ne reflètent cependant qu'une partie des consommations d'énergie réellement nécessaires aux activités de services. Ces statistiques n'intègrent, ainsi, ni les consommations d'énergie liées à la mobilité (c'est-à-dire aux déplacements des clients pour consommer les services ainsi qu'aux déplacements domicile-travail et professionnels des prestataires), ni les consommations *indirectes*. Les consommations d'énergie liées à la mobilité sont importantes à double titre : elles traduisent l'interactivité des services, l'une de leurs caractéristiques majeures et elles sont une source importante de matérialité. Ces consommations d'énergie représentent environ 40 % des consommations officielles des services et 20 % des consommations officielles des transports. La prise en compte de l'énergie *incorporée* est, pour sa part, particulièrement intéressante car elle permet d'estimer la dépendance des services à l'énergie. L'énergie *totale* des services (c'est-à-dire les consommations directes et indirectes d'énergie des services) est de l'ordre de 1,6 fois supérieure aux simples consommations directes. Dans certaines activités de services, elle peut même atteindre le double des consommations directes.

Ainsi, dans la théorie économique, l'*immatérialité* supposée des services a pu laisser penser qu'une société fortement tertiarisée serait une société moins consommatrice d'énergie. Mais, l'*immatérialité* des services est un mythe et la prestation de services nécessite notamment des consommations d'énergie non négligeables que les statistiques officielles sous-estiment, du fait de leur méthodologie de comptabilisation. Par ailleurs, l'analyse de l'*immatérialité* des services ou de la société de services, basée uniquement sur l'examen des consommations directes d'énergie, occulte une partie des enjeux : les consommations d'énergie nécessaires à la production des services ont lieu, en grande partie, en amont de la prestation de services, pour la production des équipements, des fournitures, des infrastructures ainsi que pour les déplacements des différentes parties prenantes aux services.

La tertiarisation de l'économie ne constitue donc pas, par nature, une solution aux problèmes énergétiques et plus généralement environnementaux. Par ailleurs, l'énergie constitue un enjeu pour le développement et l'innovation dans les services plus important que ne le laisse penser la simple analyse des statistiques énergétiques du secteur tertiaire. Une hausse importante des coûts de l'énergie, ou un renforcement des contraintes énergétiques, a des répercussions sur l'évolution du prix des services et donc éventuellement aussi sur

la demande et l'offre de services. Ainsi, d'une part, l'optimum, en termes d'organisation et de process dans les services, est dépendant de l'évolution du contexte énergétique et, d'autre part, les scénarios de *transition énergétique* doivent aborder la question de l'organisation et des innovations de services.

L'analyse des dynamiques d'innovation et de changement dans les activités de services et de leurs répercussions énergétiques est l'objet de la partie suivante. Dans la suite du travail, nous nous concentrons sur les consommations d'énergie directes.

Deuxième partie

Les dynamiques de changement et
d'innovation dans le secteur des
services et leurs répercussions
énergétiques

Chapitre 3

Les grandes tendances qui caractérisent le secteur des services et leurs implications en termes de consommation d'énergie

Dans la première partie de ce travail, nous avons ont mis en évidence les différentes formes de matérialité des services, tout au moins celles susceptibles d'avoir des conséquences en termes énergétiques. Nous avons également montré que la tertiarisation de l'économie ne constitue pas, par définition, comme on en fait parfois l'hypothèse, la solution aux problèmes énergétiques et environnementaux actuels. Cependant, jusqu'à présent, nos analyses sont restées *statiques*. Elles ne tiennent pas compte, en effet, des évolutions du secteur des services. Or, s'il est vrai que les services ont longtemps été considérés comme *stagnants* par la littérature économique (Fourastié, 1963 ; Baumol, 1967), ils sont, en réalité, capables de changer et d'innover. Ce chapitre est consacré à ces dynamiques de changement et d'innovation, ainsi qu'à leurs conséquences énergétiques.

Les dynamiques en question correspondent aux réponses du secteur des services face à l'évolution de la demande et aux difficultés ou contraintes socio-économiques. Tout d'abord, l'évolution des modes de vie, avec l'augmentation du travail des femmes, la fragilisation des liens sociaux et la réduction du nombre de personnes par ménage, mais aussi l'évolution des préférences et des marqueurs d'identité influencent les besoins des ménages et leurs décisions quant à la façon de satisfaire ces besoins (auto-production ou recours à un service marchand, notamment). Le vieillissement de la population a des répercussions à la fois sur l'offre de travail (à travers l'évolution du ratio population active / retraités), sur les mécanismes de redistribution des revenus (des travailleurs et des retraités) et sur la demande finale en biens et services (les personnes âgées ont des besoins spécifiques et, notamment, des besoins accrus en termes de soins et d'assistance).

Le contexte économique difficile dans les pays développés est également un facteur d'innovation pour les services, qui recherchent de nouvelles stratégies de performance. Ce contexte est notamment lié à la récente crise économique de 2008 et à la mondialisation croissante de l'économie, depuis plusieurs décennies. Traditionnellement, les services ont été considérés comme étant peu concernés par la mondialisation, puisqu'ils sont coproduits (Illeris, 1996 ; Samiee, 1999 ; Daniels, 2007), mais un certain nombre de travaux ont montré que tous les services ne sont pas sujets aux mêmes contraintes de proximité et que le développement des TIC en facilite également l'échange international (Warf, 1989 ; Savy, 1998 ; OCDE, 2000 ; Freund et Weinhold, 2002 ; Guerrieri et Meliciani, 2005).

Finalement, le monde traverse actuellement une crise écologique qui se manifeste par la raréfaction des ressources naturelles non-renouvelables et la dégradation des écosystèmes. Du fait des réglementations, des incitations financières, de la hausse du coût des matières premières, mais également pour satisfaire la demande des consommateurs¹, de plus en plus d'entreprises de services s'engagent dans la mise en œuvre de démarches environnementales.

L'objectif de ce troisième chapitre est de mettre en exergue les *grandes tendances*² à l'œuvre dans les secteurs des services et la manière dont elles influencent l'évolution de leurs consommations d'énergie. La réduction des consommations d'énergie n'est pas, bien sûr, le principal moteur des dynamiques de changement et d'innovation dans les services. Quoiqu'il en soit, l'ensemble de ces changements et innovations se répercutent sur les consommations d'énergie.

En nous appuyant sur une revue de la littérature, nous avons identifié quatre *grandes tendances* dans les services, et examiné leurs impacts sur les consommations d'énergie : l'extension du périmètre des services (section 1), la dynamique de régression/diversification (section 2), l'évolution de l'interaction entre les différentes parties prenantes aux services (section 3) et le développement de services plus respectueux de l'environnement (section 4).

1. Les consommateurs sont de plus en plus sensibles aux arguments de durabilité environnementale, même si l'argument du prix prime toujours (Croutte *et al.*, 2006 ; Bigot et Hoibian, 2010, 2011).

2. Le terme de *grandes tendances* correspond, ici, à la traduction de la notion de *Megatrends* utilisée dans les travaux de prospective de Naisbitt (1982).

1 L'extension du périmètre des services

L'économie française ne cesse de se *tertiariser*, c'est-à-dire que la part de l'emploi tertiaire, celle de la valeur ajoutée du secteur tertiaire, mais aussi celle des fonctions de services (parmi l'ensemble des catégories socioprofessionnelles) ne cessent d'augmenter. Ce phénomène de tertiarisation de l'économie est généralement expliqué par l'action de trois effets : la loi d'Engel (Clark, 1960 ; Bell, 1976), la différence de productivité entre les secteurs³ (Fourastié, 1963 ; Baumol, 1967) et la complexification de la production, de la consommation et de l'échange⁴ (Gershuny, 1978 ; Stanback, 1979 ; Walker, 1985). Du point de vue des consommations d'énergie, l'augmentation de l'activité tertiaire induit, naturellement, une augmentation des consommations d'énergie totale du secteur tertiaire. Les statistiques énergétiques indiquent d'ailleurs que la hausse globale des consommations d'énergie, depuis 1973, est pour un quart imputable au secteur tertiaire (Mairet, 2009).

Nous avons identifié et distingué trois tendances importantes traduisant la tertiarisation de l'économie : le développement des services aux entreprises par externalisation (section 1.1), la *marchéisation* de certains services aux particuliers, c'est-à-dire leur passage de la sphère domestique à la sphère marchande (section 1.2) et la *servicisation* de certains biens, c'est-à-dire leur échange non plus sous la forme de biens mais sous celle de services (section 1.3). Dans les paragraphes suivants, nous rendons compte de ces tendances et de leurs principaux moteurs, puis nous cherchons à en analyser les impacts sur les consommations d'énergie.

1.1 Externalisation et développement des services aux entreprises

Certaines activités dites de *support*, traditionnellement réalisées au sein des entreprises industrielles, ont progressivement été externalisées. Une fois externalisées, elles constituent des activités de services et viennent gonfler les statistiques concernant le développement des services. D'après les données de l'INSEE, les services aux entreprises ont été les premiers contributeurs à la croissance des services marchands ces dernières années (Méot, 2012). Plus généralement, les entreprises françaises, qu'elles soient industrielles ou de services, sont de plus en plus nombreuses à externaliser une partie de leurs activités de services.

3. Les gains de productivité dans les services seraient, par nature, plus faibles que dans les autres activités économiques. Ce différentiel de productivité entraînerait, donc, une augmentation continue de l'emploi dans les services.

4. La complexification de la production entraînerait une augmentation des besoins pour les services de soutien aux entreprises et pour l'externalisation des fonctions de services.

L'augmentation de l'externalisation des services se manifeste depuis les années 50 en France et elle a été particulièrement importante dans les années 1990 à 2000. Les services les plus consommés par les entreprises sont ceux que l'INSEE appelle les activités spécialisées, scientifiques et techniques et les activités de services administratifs et de soutien, qui agrègent les activités juridiques, comptables, et plus globalement l'ensemble des activités des sièges sociaux, les activités d'architecture, d'ingénierie, la recherche et développement, les activités de location, de voyagistes, les activités liées à l'emploi, à la sécurité, aux bâtiments, etc. Pour ces services plus de 84 % de la production est consommée par les entreprises⁵. Les entreprises consomment également de nombreux services financiers et d'assurance, des services d'information et de la communication et des services de transport.

1.1.1 La consommation de services par les entreprises : ses déterminants et ses modalités

Nous examinons ici, d'une part, les déterminants de la croissance du besoin en services des entreprises, et d'autre part, les modalités de la satisfaction de ce besoin (en interne ou par la consommation intermédiaire de services) et leurs facteurs explicatifs.

La complexification des organisations (notamment liée à la concentration industrielle), celle des processus de production (notamment liée à l'introduction de technologies sophistiquées), et la complexification de l'environnement économique et juridique (notamment liée à la globalisation de l'économie et à la multiplication des réglementations), entraînent une augmentation du besoin de coordination, d'expertise, de régulation et de protection. Ainsi, cette complexification est à l'origine du développement des activités de management, de comptabilité, de finance, d'assurance, de conseil, etc. (Gershuny, 1977 ; Stanback, 1979 ; Gadrey, 1987 ; Djellal et Gallouj, 2007b).

Certaines de ces fonctions sont quasi-nécessairement externalisées, c'est notamment le cas de certains services par nature *collectifs* (qui doivent être réalisés à grande échelle), comme les services d'assurance ou les services bancaires⁶ (Gadrey, 2003). C'est également le cas de certains services de contrôle, qui, pour des raisons légales et institutionnelles, ne peuvent être réalisés en interne (Gadrey, 2003).

Quant aux autres fonctions de services, l'entreprise peut choisir de les réaliser en interne

5. D'après des données de l'INSEE, tableaux entrées-sorties, pour l'année 2010, consultées en octobre 2012.

6. Il existe quelques rares exceptions, comme, par exemple, l'Etat, qui est son propre assureur.

ou de faire appel au marché (externalisation ou sous-traitance). La question des déterminants du recours au marché est généralement traitée au sein de deux cadres théoriques : la théorie des coûts de transaction (Walker et Weber, 1984 ; Williamson, 1991 ; Quélin, 1997) et la théorie des avantages comparatifs (Fimbel, 2002 ; Porter, 2003 ; Pujals, 2007). La théorie des coûts de transaction permet d'expliquer pourquoi certaines entreprises peuvent choisir de ne pas avoir recours au marché (ou l'inverse). Les coûts de transaction sont la somme des coûts *ex ante* de recherche d'information et d'élaboration d'un contrat et des coûts *ex post* de coordination, de renégociation et gestion des conflits. La théorie des avantages comparatifs porte, quant à elle, sur la façon dont les entreprises (ou les nations) peuvent obtenir un avantage concurrentiel. Porter (2003) propose ainsi une démarche qui consiste, pour les entreprises, à segmenter leur activité en *Domaines d'Activité Stratégique* (DAS), à analyser leur potentiel (évaluer leur caractère concurrentiel, examiner les stratégies à mettre en place pour les rendre concurrentiels, etc.), pour finalement arbitrer l'allocation des ressources entre ces DAS, notamment en choisissant de les réaliser en interne, ou d'avoir recours au marché.

Les coûts (y compris les coûts de transaction) ne semblent pas suffisants pour justifier les décisions de recours à des services de type conseil de la part des entreprises (Djellal et Gallouj, 2007a). Il est, en effet, particulièrement difficile d'estimer l'ensemble des coûts et bénéfices d'une solution de conseil. Le produit à court terme des services de conseil est flou, difficilement identifiable. Son produit à moyen ou long-terme l'est davantage encore. En termes de bénéfices, en collaborant avec des experts extérieurs, les équipes internes de l'entreprise peuvent se former et apprendre de différentes manières : *learning by doing*, *learning by imitating*, etc. (Stanback, 1979 ; Gadrey, 2003).

La décision des entreprises en matière d'organisation est donc le résultat d'un arbitrage entre les attentes et les risques perçus. Les risques sont liés aux coûts de transaction (coordination, négociation des contrats, etc.), à la perte de compétences stratégiques ou à la diffusion d'informations stratégiques, ainsi qu'aux problèmes sociaux engendrés par l'externalisation d'une activité (Muller *et al.*, 2005, 2008). Les attentes sont des gains budgétaires ou stratégiques. On peut identifier différents motifs de recours au marché (Lefèvre-Farcy, 1992 ; Ebondo et Pige, 2001 ; Fimbel, 2002 ; Muller *et al.*, 2005 ; Perraudin *et al.*, 2006 ; Muller *et al.*, 2008 ; CAS, 2009) :

- le recentrage de l'activité autour du cœur de métier / les activités créatrices de valeur ;
- la flexibilité de l'organisation face aux chocs d'activités ;
- la réduction des coûts (solutions internes trop coûteuses) ;
- le contournement de difficultés internes persistantes.

Par ailleurs, le recours à l'externalisation est privilégié «lorsque le besoin est ponctuel ou lorsqu'il s'agit d'un projet dépassant les compétences internes» (Gadrey, 2003, p. 59).

1.1.2 Les répercussions énergétiques de l'externalisation et du développement des services aux entreprises

La question des répercussions énergétiques de l'externalisation des services peut-être abordée sous deux angles : celui des statistiques énergétiques des différents secteurs d'activité et celui du niveau global des consommations d'énergie, à l'échelle du pays.

Du point de vue des statistiques énergétiques relatives aux consommations dans les bâtiments⁷, les consommations d'énergie des services aux entreprises sont principalement comptabilisées parmi les consommations d'énergie du secteur tertiaire alors que les consommations d'énergie des fonctions de service d'une industrie sont comptabilisées parmi les consommations d'énergie du secteur industriel. L'externalisation des activités de services, lorsqu'elle concerne des entreprises industrielles, se traduit donc, dans les statistiques officielles, par un transfert de certaines consommations d'énergie, du secteur industriel au secteur tertiaire. Le montant historique de ces transferts n'est pas connu. Les industriels s'y intéressent peu, dans la mesure où les consommations d'énergie d'une entreprise industrielle sont, pour l'essentiel, associées à ses activités industrielles plutôt qu'à ses fonctions supports (de services). Une baisse des consommations énergétiques du secteur industrie ou une hausse des consommations du secteur tertiaire ne peuvent donc s'interpréter sans prendre en compte les éventuels transferts d'activités entre les secteurs et elles ne signifient pas nécessairement une évolution de la production ou une évolution de la performance énergétique des activités concernées.

Du point de vue des consommations d'énergie globale du pays, il s'agit de comprendre si les activités de services sont plus consommatrices quand elles sont *internalisées*, ou quand elles sont *externalisées*. À notre connaissance, aucune étude n'existe aujourd'hui sur ce sujet.

1.2 L'expansion du marché des services aux particuliers : le contre-pied de l'autoproduction

Le développement des services aux particuliers se manifeste, notamment, par le passage de certains services de la sphère domestique à la sphère marchande⁸. Il concerne principalement les services d'aide à la personne, comme le ménage, la cuisine, la garde d'enfants, ou encore la garde et le soin des personnes âgées. La croissance en volume de ces activités de services dépend donc de l'arbitrage des ménages entre le recours au marché, ou

7. Les consommations d'énergie associées aux déplacements sont comptabilisées dans le secteur transport.

8. En Anglais, le terme employé est celui de *marketization of household production*.

l'autoproduction. Ces dernières décennies, le taux de recours aux services à la personne a fortement augmenté. Le nombre de ménages utilisateurs de ces services a doublé entre 1996 et 2006, pour atteindre près de 11 % en 2006 (Antonov-Zafirov, 2010).

1.2.1 Le vieillissement de la population et l'augmentation de la demande de services à la personne

Le nombre de personnes âgées dépendantes est en constante croissance et ce nombre devrait continuer à augmenter à l'avenir (Bontout *et al.*, 2002 ; Duée et Rebillard, 2004 ; Le Bouler, 2005 ; Lécroart, 2011)⁹. Avec l'âge, certaines activités du quotidien, comme la préparation des repas, la toilette, le ménage, sont de plus en plus pénibles à réaliser, jusqu'à devenir impossibles¹⁰. Par ailleurs, l'état de santé se dégrade avec l'âge. Nombreuses sont les personnes âgées qui ont alors besoin de services de soins et d'assistance.

On peut distinguer deux grands types d'offre de services pour satisfaire la demande de soins et d'assistance des personnes âgées : ceux réalisés en institution (maisons de retraite, EHPAD, hospices, etc.) et ceux réalisés à domicile¹¹. Par le passé, les personnes âgées dépendantes étaient automatiquement dirigées vers les institutions. Elles sont aujourd'hui de plus en plus nombreuses à rester dans leur domicile. Dans ce cas, les seniors peuvent, soit se faire aider de leur famille, soit avoir recours à des services marchands de soins et d'assistance à domicile. Les aidants non professionnels sont, dans la plupart des cas, les conjoint(e)s ou les enfants (Dutheil, 2001) et plus précisément, dans plus de la moitié des cas, des femmes de 50 à 79 ans (Kerjosse, 2003). À l'avenir, avec le vieillissement de la génération du baby-boom, le nombre de personnes appartenant à la catégorie des *aidants* devrait diminuer proportionnellement au nombre de personnes dépendantes. En outre, avec l'accroissement de l'activité féminine, les nouvelles générations de femmes potentiellement *aidantes* sont moins disponibles (Bontout *et al.*, 2002). Finalement, les nouveaux retraités sont plus dynamiques, ils voyagent et s'adonnent à des activités de loisir, etc. Ils

9. L'espérance de vie augmente et l'espérance de vie sans incapacité (EVSI) a, pendant longtemps, augmenté plus vite encore : les années de vie gagnées étaient donc des années de vie en bonne santé (Robine *et al.*, 1994). Dernièrement, le constat est plus mitigé : si la durée de vie avec des incapacités sévères diminue, celle avec des difficultés courantes stagne, voire augmente (Cambois *et al.*, 2006). En effet, si pour certains graves problèmes de santé invalidants, le nombre de malades a diminué ces dernières années, pour d'autres, au contraire, le nombre a augmenté. C'est le cas, par exemple, du diabète, des troubles de la mobilité, de l'audition, etc.

10. Après 75 ans, une personne sur quatre se déclare fortement limitée dans ses activités quotidiennes (Montaut, 2010).

11. Il existe également des formules intermédiaires, comme les résidences de services, les logements foyers. Dans ces formules, les personnes âgées renoncent à leur domicile pour habiter un logement adapté, mais ils gardent une certaine autonomie. Un certain nombre de services d'aides leur sont proposés.

sont donc moins disponibles pour aider leurs parents ou leurs proches¹². Globalement, il semble que la tendance soit à la baisse du nombre d'*aidants* non-professionnels, proportionnellement au nombre de personnes âgées dépendantes (Bontout *et al.*, 2002 ; Kerjosse, 2003 ; Duée et Rebillard, 2004)¹³.

Au total, de plus en plus nombreuses sont les personnes âgées qui choisissent de faire face à leur dépendance par le recours à des services marchands de soins et d'assistance à domicile (Veysset, 1989 ; Hontarrede, 2004 ; Balard et Somme, 2011 ; Djaoui, 2011). C'est également la solution privilégiée par les pouvoirs publics, car elle permet de retarder l'entrée en institution qui représente un coût de prise en charge beaucoup plus élevé pour la société.

1.2.2 Les autres déterminants de l'arbitrage entre consommation de services et autoproduction

Le choix des ménages de consommer ou d'autoproduire un service est le résultat d'un arbitrage entre le temps de travail formel payé, le temps de travail informel domestique (l'autoproduction de services) et le temps de loisir¹⁴, selon leurs valeurs respectives (Stankback, 1979 ; Silver, 1987 ; Delmas et Gadrey, 1987 ; Gallouj, 2008).

Parmi les déterminants qui expliquent le choix des ménages, le travail des femmes et l'évolution de la structure des ménages jouent un rôle important (Bosch et Wagner, 2004 ; Djellal et Gallouj, 2007a ; Gallouj, 2008). Le modèle traditionnel du ménage de deux adultes, où la femme est au foyer et autoproduit les services pour le reste du ménage, est en déclin. Le développement du travail des femmes ainsi que la progression des familles monoparentales ont donc un effet positif sur la croissance, en volume, des activités de services à la personne. La fragilisation des liens familiaux et sociaux, du fait notamment de la plus grande mobilité géographique des familles, des divorces et des recompositions

12. Dutheil (2001, p. 7) rapporte que les aidants des personnes âgées dépendantes (ici GIR1 à GIR3) déclarent, dans près de la moitié des cas, que leur activité d'*aidant* a une incidence négative sur la liberté qu'ils ont de sortir au cours de la journée, et que 40 % des aidants ne peuvent plus se permettre de partir en vacances.

13. Cependant, quelques dispositions législatives, prises depuis le début des années 2000, tentent de favoriser le maintien, voire le développement de l'aide non professionnelle : depuis 2004, il existe une disposition légale permettant à chacun de prendre un congé de solidarité familiale pour aider un parent ou un proche qui souffre d'une maladie engageant le pronostic vital. Depuis 2010, les personnes ayant réduit ou suspendu leur activité professionnelle pour accompagner un parent ou un proche en fin de vie peuvent recevoir une allocation journalière. Les aidants, famille et proches, peuvent même, depuis 2001, être employés par la personne dépendante, dans le cadre de l'APA.

14. Certaines activités sont à la frontière entre le travail domestique et le loisir. C'est le cas notamment des activités de bricolage ou de jardinage, voire des activités d'aide aux devoirs.

familiales, renforce le phénomène (Bontout *et al.*, 2002 ; Duée et Rebillard, 2004 ; Gallouj, 2008).

Le contexte institutionnel influence également le choix des ménages (Silver, 1987 ; Bosch et Wagner, 2004). L'État structure le temps de travail, fixe les limites des salaires horaires, peut encourager ou non le travail des femmes et la natalité (qui a, elle-même, une influence forte sur le travail des femmes et sur le besoin de services des ménages). L'État peut également choisir de subventionner la consommation de services, en offrant des solutions pour en simplifier le recours, comme les chèques emploi-service, les crédits d'impôts ou le financement de l'Aide personnalisée d'autonomie (APA).

Finalement, certaines contraintes freinent le passage des services de la sphère domestique à la sphère marchande. C'est le cas du manque de services marchands dans les zones rurales et de la réticence de certains ménages à confier ce genre de tâches, ingrates et ayant trait à l'intime, à une personne extérieure ou à prendre une position d'employeur et de donneur d'ordre. La persistance de certaines normes sociales, selon lesquelles une femme doit être en mesure d'assurer les travaux ménagers, est également un frein (Gallouj, 2008).

1.2.3 Les théories du développement des services à la personne

La thèse soutenue par Gershuny (1977, 1978) défend l'idée d'une orientation vers une société de self-service. Dans son analyse empirique des consommations finales des ménages au Royaume-Uni, cet auteur met en évidence la substitution de certains services par des biens durables. Il justifie cette substitution par la hausse du prix relatif des services¹⁵, et par l'enrichissement de la société qui, selon lui, a deux conséquences importantes : la diminution du nombre de personnes qui acceptent de servir les autres¹⁶, ainsi que la sophistication et l'individualisation des besoins, qui deviennent plus faciles à satisfaire par de nouveaux moyens techniques que par des services.

Un certain nombre de travaux plus récents soutiennent, au contraire, l'hypothèse inverse, du passage de certains services de la sphère domestique à la sphère marchande, liée à l'augmentation du travail des femmes et à l'évolution des modes de vie (Freeman *et al.*, 2005 ; Freeman, 2007). Cette dynamique serait fortement dépendante des pays et des cultures. En particulier, des travaux ont montré que le moindre recours au marché dans les pays européens, en comparaison des États-Unis, pourrait expliquer les différences entre les taux d'emploi (Freeman *et al.*, 2005 ; Freeman, 2007). Bien que le recours aux services marchands se soit développé en France, les ménages français consacrent encore un nombre d'heures important au travail domestique (de 2 à 3 heures par jour, en moyenne,

15. Il relativise l'importance de cet argument car le prix des services peut, parfois, être partagé.

16. «to be literally at someone's 'beck and call'» (Gershuny, 1978, p. 89)

selon les données de l'INSEE (Roy, 2012)). Il existerait, ainsi, un potentiel important de développement des services marchands à la personne, en France (Mercer Management Consulting, 2005 ; Tourdjman *et al.*, 2006 ; CerPhi, 2006)¹⁷.

1.2.4 Les répercussions énergétiques du passage des services de la sphère domestique à la sphère marchande

Du point de vue des statistiques énergétiques relatives aux consommations dans les bâtiments¹⁸, les consommations d'énergie associées aux services *autoproduits* au sein des ménages sont comprises dans les consommations d'énergie du secteur résidentiel. Le cas des consommations d'énergie associées aux services marchands est plus complexe. Certains de ces services marchands aux particuliers (comme les services d'entretien, certains services de garde d'enfants ou de soutien scolaire, etc.) sont réalisés au domicile du client. Dans ce cas, les consommations d'énergie associées à la prestation de service continuent de relever principalement du secteur résidentiel. Si l'entreprise proposant ce type de service atteint une certaine taille, elle peut posséder des locaux tertiaires pour ses activités administratives. Les consommations d'énergie associées à ces activités et aux locaux tertiaires sont alors, pour leur part, affectées au secteur tertiaire. D'autres services sont intégralement réalisés dans des locaux tertiaires : les services de soins et d'assistance aux personnes âgées en maison de retraite, la garde d'enfants en crèche, etc. Leurs consommations d'énergie (à l'exception des consommations pour les déplacements) relèvent donc du secteur tertiaire dans les statistiques officielles.

Du point de vue des consommations d'énergie globales du pays, il s'agit de déterminer si l'une ou l'autre des solutions (à savoir le recours à des services marchands ou l'autoproduction) est plus favorable en termes énergétiques. Le passage de la sphère domestique à la sphère marchande entraîne vraisemblablement des déplacements supplémentaires : les prestataires ou les clients se déplacent l'un vers l'autre (l'aide ménagère se rend au domicile du client, les parents se rendent à la crèche, etc.), alors que, dans le cas de l'autoproduction, l'individu est généralement déjà présent sur le lieu où il *autoproduit* le service (entretien de son propre domicile, garde des enfants à domicile, etc.). Le recours au marché induit également de nouvelles consommations d'énergie pour la réalisation des tâches administratives des entreprises de services. En revanche, il est envisageable que les entre-

17. Certains prévoient une hausse potentielle de 4 millions d'utilisateurs et 5 milliards d'euros (Tourdjman *et al.*, 2006), d'autres une croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée de 5 à 10 % (Mercer Management Consulting, 2005) et d'autres encore une hausse potentielle de la demande de 22 % (CerPhi, 2006). Les hypothèses de ces études ne sont, cependant, pas toutes explicitées et le périmètre des services à la personne varie d'un rapport à l'autre, les résultats sont donc à considérer avec précaution.

18. Par opposition aux consommations d'énergie pour les déplacements. Comme nous l'avons indiqué dans la note 7, les consommations d'énergie pour les déplacements sont dans tous les cas relatives au secteur transport dans les statistiques officielles.

prises de services aient accès à des équipements plus récents et plus performants, et que certaines optimisations soient possibles (partage d'équipements, par exemple). Les services à la personne restent tout de même des services assez peu consommateurs d'énergie, tout au moins en termes de consommation directe d'énergie (c'est-à-dire sans tenir compte de l'énergie *incorporée* des équipements, fournitures, infrastructures, etc.) et d'énergie consommée dans les bâtiments (hors déplacements). À notre connaissance, aucune étude ne porte sur les consommations d'énergie des services à la personne et sur les répercussions énergétiques de scénarios de développement du recours au marché.

Nous résumons dans le tableau 3.1 les principaux éléments de comparaison entre les consommations d'énergie des services domestiques et des services marchands. Nous nous appuyons sur la distinction, introduite dans le chapitre 1, entre l'*intervention* de service (I), la *mise en présence* (Mp) et la *mise en condition* (Mc)¹⁹.

TABLEAU 3.1 – Comparaison des consommations d'énergie pour les services réalisés dans la sphère domestique et la sphère marchande

	Sphère domestique	Sphère marchande
Mp	Pas de déplacements pour la mise en présence	Les déplacements domicile-travail des employés de l'établissement Les déplacements des prestataires chez le client ou inversement
Mc	Mise en condition du domicile	Mise en condition du <i>Back-Office</i> s'il existe (établissement tertiaire) Mise en condition du <i>Front-Office</i> (établissement tertiaire, domicile du client, etc.)
I	Fonctions autoproduites par le ménage	Fonctions satisfaites par l'entreprise de services Tâches administratives Eventuellement évolution des équipements

1.3 De l'économie des biens à l'économie des produits-services

Certains besoins, traditionnellement satisfaits par l'achat d'un bien, peuvent désormais l'être par l'achat d'un service, généralement sous la forme de l'accès momentané à un

19. L'*intervention de services* correspond à l'ensemble des activités de back-office et de front-office mobilisées pour rendre un service au client. La *mise en présence* désigne la mise en contact du client et du prestataire de service lors de la prestation. La *mise en condition* désigne la préparation des lieux où se déroule le service, c'est-à-dire leur aménagement, nettoyage, chauffage, éclairage, etc.

bien. En d'autres termes, un nouveau modèle économique se développe qui substitue la vente de l'usage d'un bien, à la vente du bien lui-même. Ce modèle économique a plusieurs intitulés, pour plusieurs angles d'analyse et plusieurs écoles de pensée. C'est ce modèle qui est au coeur de l'économie de la fonctionnalité (Giarini et Stahel, 1990 ; Stahel, 1998 ; Bourg et Buclet, 2005 ; Du Tertre, 2007), de l'économie quaternaire (Debonneuil, 2010), de l'économie de l'expérience (Pine et Gilmore, 1998) ou de la *service dominant logic* (Lusch et Vargo, 2006), mais aussi des concepts d'Eco-Efficient Services (Meijkamp, 1998, 2000 ; Bartolomeo et al., 2003)²⁰ et de Product-Service-System (Mont, 2002, 2004 ; Tucker et Tischner, 2006)²¹.

Un exemple bien connu d'application de ce nouveau modèle économique est celui des voitures partagées (l'autopartage) : plutôt que de posséder sa propre voiture, une personne qui a besoin de se déplacer aura recours à un service de mobilité qui mettra à sa disposition un véhicule pour la durée de son trajet (c'est le service proposé par la société Autolib' à Paris, par exemple). Ce nouveau modèle économique a également été mis en pratique par Michelin et Xerox qui proposent respectivement à leurs clients un service de *gestion des pneumatiques* (location et maintenance des pneumatiques) et une solution de *gestion des impressions* (location et maintenance des photocopieurs, approvisionnement en encre, etc.).

Dans les paragraphes suivants, nous discutons des déterminants du développement des produits-services, puis nous en étudions les répercussions énergétiques.

1.3.1 Les explications du développement des produits-services

Ce nouveau modèle économique, dont on attribue souvent l'origine à Giarini et Stahel (1990), a commencé à être discuté dans les années 90. Il préconise le passage d'une économie basée sur la propriété à une économie de services, basée sur l'utilisation de biens pour répondre à des besoins. Ce nouveau modèle économique est supposé allier développement économique et préservation de l'environnement. Il répond, donc, à la fois à une demande

20. Bartolomeo et al. (2003) distinguent trois types d'Eco-Efficient Services :

- les *product-results services*, c'est-à-dire les services offrant une solution complète au besoin d'un client (les cas des pneus Michelin et des imprimantes Xerox, que nous mentionnons par la suite, en sont des exemples) ;
- les *product-utility services*, c'est-à-dire des services qui permettent l'abandon de la propriété individuelle (c'est, notamment, le cas des services de mobilité comme Autolib') ;
- les *product-extension services*, c'est-à-dire les services vendus en complément d'un bien.

21. C'est ce terme de *produit-service* que nous choisissons de reprendre par la suite. Il a l'avantage d'être descriptif et de ne pas présupposer que ce type de service est bénéfique à l'environnement.

des entreprises industrielles (un nouveau modèle de croissance, sous contrainte écologique) et à une demande des collectivités et des pouvoirs publics (une politique environnementale qui permette également le développement économique) (Du Tertre, 2007). De nombreux auteurs y voient la solution aux différentes crises environnementales et économiques que nous traversons depuis les années 90 (Buclet, 2005 ; Atemis, 2008 ; Cusin, 2010 ; Debonneuil, 2010).

Mais plusieurs difficultés peuvent freiner le développement de ce modèle économique. Pour commencer, peu de travaux scientifiques ont été capables de démontrer que sa mise en pratique permet effectivement d'atteindre les bénéfices évoqués. Comme nous le verrons par la suite, les travaux se limitent souvent à étudier quelques cas d'application. Ensuite, il faut que les entreprises industrielles perçoivent un intérêt suffisant pour transformer leur modèle économique. Or, la durabilité des produits peut, non seulement, induire une diminution de la production pour les entreprises, mais elle peut également être un obstacle à l'innovation (Buclet, 2005 ; Du Tertre, 2008). Il existe également un risque que les entreprises profitent de l'asymétrie d'information pour n'adopter que la façade de ce nouveau modèle économique pour en faire un argument de vente auprès des clients.

Il existe également un frein du côté de la demande, notamment pour les futurs produits-services aux particuliers. En effet, malgré l'évolution des mentalités (le passage à l'âge de l'accès, selon les termes de Rifkin (2000)), les particuliers restent attachés à la possession de certains biens. Le développement d'un tel modèle économique nécessite, donc, un changement radical du rapport de chacun à la consommation et à la propriété.

1.3.2 Les répercussions énergétiques du passage à une économie des produits-services

Du point de vue des statistiques économiques et énergétiques, le passage à une économie de produits-services se traduit par un transfert d'activités entre les secteurs industriels et tertiaires et donc, également, par un transfert des consommations d'énergie associées.

Du point de vue des consommations d'énergie globales, il s'agit de comparer la satisfaction d'un besoin par l'utilisation d'un bien personnel (dont l'individu a la propriété) et sa satisfaction par l'utilisation d'un produit-service. Beaucoup de travaux théoriques affirment que des gains énergétiques évidents découlent de la définition même du modèle économique (Meijkamp, 2000 ; Bartolomeo et al., 2003 ; Mont, 2004 ; Bourg et Buclet, 2005 ; Heurgon et Landrieu, 2007 ; Gaglio *et al.*, 2011). Des travaux, moins nombreux, ont tenté de vérifier que les applications du modèle atteignent effectivement, dans la pratique, les résultats attendus. On peut citer l'étude de Folz *et al.* (2008) à propos de quelques ex-

périences spécifiques, comme celles de Michelin et Xerox. S'agissant des nouveaux services de *mobilité*, la littérature est relativement abondante (Baum et Pesch, 1994 ; Harms et Truffer, 1998 ; Meijkamp, 1998 ; Ryden et Morin, 2005 ; Jemelin et Louvet, 2007)²². Les travaux existants concernent principalement les biens partagés qui sont une des traductions des produits-services parmi d'autres. Dans les paragraphes suivants, nous examinons les principales répercussions énergétiques du passage à une économie des produits-services.

Les *produits-services* sont plus performants que les biens conventionnels. Théoriquement, ce nouveau modèle économique doit inciter les entreprises à concevoir des produits moins consommateurs de ressources, notamment énergétiques (Bourg et Buclet, 2005 ; Buclet, 2005 ; Lauriol, 2007 ; Du Tertre, 2007). Traditionnellement, l'entreprise productrice n'est pas responsable de l'utilisation du produit et n'est donc pas toujours incitée à en réduire les consommations d'énergie²³. Mais, dans le cas des produits-services, l'entreprise restant propriétaire du produit, elle peut-être incitée à intégrer, dès sa conception, des contraintes liées à ses consommations d'énergie. Dans la pratique, l'incitation à concevoir des produits performants dépend fortement des conditions contractuelles : même si l'entreprise reste propriétaire c'est, en effet, souvent l'utilisateur qui est responsable des consommations d'énergie du produit.

L'entreprise proposant le *produit-service* est également responsable de sa maintenance. Des études ont montré, dans un certain nombre de cas d'application (Xerox, Michelin, par exemple), qu'une meilleure maintenance est garante d'une réduction des consommations d'énergie (Folz *et al.*, 2008).

Concernant les services de mobilité de type autopartage, par exemple, on constate effectivement que la flotte de véhicules est plus récente et moins consommatrice d'énergie que la flotte moyenne du pays (Meijkamp, 1998 ; Ryden et Morin, 2005). Cela s'explique en partie par la fourniture de véhicules de plus petite taille, en moyenne. Les organismes d'autopartage avancent également le fait que leurs services de mobilité automobiles peuvent s'appuyer sur des véhicules utilisant des énergies alternatives comme l'électricité, le gaz, etc. Jusqu'à récemment, en France, les organismes d'autopartage ont surtout proposé des véhicules conventionnels. Mais, depuis décembre 2011, l'organisation parisienne Autolib' met à disposition de ses clients des voitures électriques.

22. Nous avons effectué une revue de la littérature concernant les potentielles répercussions énergétiques des services de mobilité (Chevalier et Fourcroy, 2012).

23. Sauf si elle perçoit qu'elle peut vendre plus facilement un produit peu consommateur d'énergie.

Le comportement d'utilisation des équipements évolue. Selon un certain nombre d'auteurs, les produits-services faciliteraient l'évolution (l'amélioration d'un point de vue énergétique) du comportement des consommateurs et l'optimisation de l'utilisation des équipements (Meijkamp, 1998 ; Mont, 2002, 2004).

Certaines études concernant les services de mobilité semblent indiquer que les personnes aillant recours à ces produits-services sont plus attentives à leurs consommations d'énergie que la moyenne des individus. Elles adopteraient alors plus facilement un comportement économe en énergie (Meijkamp, 1998 ; Lane, 2005). Cependant ces études ne distinguent pas la cause de ses effets : on peut donc supposer que ce sont les individus sensibilisés aux questions environnementales qui choisiront d'avoir recours aux services de mobilité et que ce n'est pas le fait d'avoir recours aux services de mobilité qui entraîne la sensibilisation des usagers. Plus généralement, on peut penser que l'utilisateur d'un équipement partagé est moins attentif à la bonne utilisation de l'équipement, puisqu'il n'en est pas le propriétaire.

La majorité des études consacrées aux services de mobilité concluent également que ceux qui ont recours à ce type de services se déplacent en moyenne moins en voiture et plus en transport en commun (Baum et Pesch, 1994 ; Harms et Truffer, 1998 ; Meijkamp, 1998 ; Lane, 2005 ; Ryden et Morin, 2005 ; Jemelin et Louvet, 2007). Cela s'explique par un arbitrage différent entre les moyens de transport. Le recours aux services de mobilité requiert, en effet, un minimum d'organisation et rend plus explicite le coût d'utilisation de la voiture²⁴ (Meijkamp, 1998 ; Bartolomeo et al., 2003).

Par ailleurs, certains produit-services s'accompagnent d'une sensibilisation des utilisateurs. C'est, par exemple, le cas du produit-service de l'entreprise Xerox (service de gestion des impressions). L'entreprise sensibilise les futurs utilisateurs à un usage plus rationnel des imprimantes. Une part non négligeable des bénéfices environnementaux de la mise en place de ce produit-service découlerait des évolutions du comportement (Folz *et al.*, 2008).

Le cycle de vie des produits est pris en compte. Ce nouveau modèle économique, au travers de la substitution de la vente de l'usage d'un bien à la vente du bien lui-même, inciterait les entreprises à concevoir des produits moins consommateurs de ressources au cours de leur production, de leur maintenance et même de leur recyclage ou réutilisation (Bourg et Buclet, 2005 ; Buclet, 2005 ; Du Tertre, 2007 ; Lauriol, 2007). Lors d'une vente traditionnelle, l'entreprise cherche à maximiser la quantité de produits vendus, notamment

24. Lorsque la voiture est possédée, le coût d'un trajet en voiture est généralement estimé au coût marginal du déplacement, sans tenir compte des frais d'achat et de maintenance de l'équipement. Il est donc sous-estimé et peut apparaître inférieur à celui d'un trajet en transport en commun.

en facilitant le renouvellement d'achats par un cycle de vie du produit relativement court, une obsolescence programmée (Desmarchelier *et al.*, 2011). À l'inverse, si l'entreprise reste propriétaire du produit tout au long de son cycle de vie et si elle en vend l'usage, on peut supposer qu'elle est incitée à en maximiser la durée d'utilisation (en produisant des biens durables et faciles à maintenir) et à intégrer, dès sa conception, les contraintes liées à son recyclage.

À titre d'exemple, dans le cas de la prestation de service de Michelin (service de gestion des pneumatiques), la durée de vie des pneumatiques est allongée par des opérations de recreusage et de rechapage des pneus, ainsi que par un meilleur gonflage tout au long du cycle de vie (la gestion du gonflage des pneumatiques est incluse dans le service de Michelin). Finalement, en fin de vie, les pneumatiques sont récupérés par l'entreprise qui se charge de leur recyclage (Folz *et al.*, 2008).

Dans le cas des services de mobilité, la flotte de véhicules partagés semble, au contraire, avoir une durée de vie plus courte qu'une flotte de véhicules traditionnels (en tant que véhicule loué, en tout cas). En France par exemple, les organismes d'autopartage gardent en moyenne leurs véhicules durant trois ans (Chevalier et Fourcroy, 2012). Meijkamp (1998) en déduit que cela permet un meilleur recyclage des équipements. Mais une partie importante de ces véhicules est vendue sur le marché de l'occasion et n'est pas recyclée.

Le nombre nécessaire d'équipements *partagés* est moins important. L'une des déclinaisons du nouveau modèle économique de substitution de l'usage d'un bien à la vente de la propriété du bien lui-même doit permettre l'usage partagé des biens et donc une diminution de la production et une baisse des consommations de ressources naturelles associées. Ainsi, par exemple, le service de location de vêtements de travail proposé par l'entreprise Elis, permettrait de réduire le nombre de vêtements utilisés (Folz *et al.*, 2008).

Certaines études concernant l'autopartage montrent que les consommateurs de l'autopartage possèdent en moyenne moins de voitures que les autres (Baum et Pesch, 1994 ; Harms et Truffer, 1998 ; Meijkamp, 1998 ; Ryden et Morin, 2005 ; Zipcar, 2005 ; Communauto, 2006 ; Jemelin et Louvet, 2007). Ces études concluent que le parc de véhicules pourrait être réduit avec le développement de cette pratique. Cependant, du point de vue des consommations d'énergie globales, c'est non seulement le parc de véhicules qui importe, mais également la production annuelle de véhicules. Or, le fait que les clients de l'autopartage possèdent moins de véhicules personnels n'entraîne pas automatiquement une baisse de la production annuelle de voitures neuves. En particulier les ménages achètent principalement des voitures d'occasion (près de 80 % de leurs achats), alors que les entreprises

d'autopartage achètent des voitures neuves qu'ils changent en moyenne tous les trois ans.

Conclusion quant à l'efficacité énergétique des produits-services. Ce nouveau modèle économique, supposé être en mesure de concilier développement économique et respect de l'environnement, intéresse aussi bien les entreprises que les collectivités locales ou les chercheurs. Les études portant sur des exemples de services d'autopartage, comme celles portant spécifiquement sur les services proposés par un certain nombre d'entreprises ayant opté pour ce modèle (Michelin, Xerox ou encore Elis), concluent toutes que la mise en place des produits-services est bénéfique à l'environnement et qu'elle permet notamment de réduire les consommations d'énergie (Baum et Pesch, 1994 ; Harms et Truffer, 1998 ; Meijkamp, 1998 ; Ryden et Morin, 2005 ; Zipcar, 2005 ; Communauto, 2006 ; Jemelin et Louvet, 2007 ; Folz *et al.*, 2008). Ces résultats sont, cependant, difficilement généralisables. Les études scientifiques existantes portent uniquement sur un nombre restreint d'applications des produits-services. Les asymétries d'information rendent particulièrement délicate la mesure de l'impact réel de l'adoption par une entreprise d'un tel modèle économique. Le potentiel d'économie d'énergie semble important, mais, comme nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, de nombreuses conditions doivent être remplies pour que ce dernier soit atteint.

2 Les dynamiques de régression/diversification dans les services

Afin de faire face à la montée de la concurrence due à la mondialisation de l'économie et au risque de baisse de la demande lié à la crise économique, il est nécessaire pour les services d'évoluer et, notamment, d'améliorer leurs performances²⁵. Il existe plusieurs stratégies génériques possibles d'amélioration des performances dans les activités de services (Gadrey, 1994 ; Djellal et Gallouj, 2007b). Certaines s'orientent purement vers une simplification des services (section 2.1), d'autres mettent l'accent sur la diversification et l'amélioration de la qualité de leurs services (section 2.2). D'autres enfin, conjuguent une offre simplifiée et une offre sur-mesure, *haut-de-gamme* (section 2.3). Dans les paragraphes suivants, nous présentons quelques illustrations de ces trois tendances, nous en examinons les déterminants afin de réfléchir à leur pérennité et, finalement, nous en étudions les répercussions énergétiques.

25. Rappelons cependant que la définition et la mesure des performances des services, et en particulier de leur productivité, sont complexes du fait des spécificités de ces activités, notamment de leur caractère immatériel, interactif et de leur effet dans le temps (Gadrey, 1996, 2002a ; Djellal et Gallouj, 2008).

2.1 La dynamique de régression des services

La première stratégie de performance correspond à la dynamique d'industrialisation des services²⁶. Gadrey (1994, p. 167) définit l'industrialisation des services comme :

«Un processus au cours duquel une catégorie d'organisation n'appartenant pas au monde industriel tend à se rapprocher de ce dernier, au moins sur certains plans jugés significatifs.»

Il s'agit de transformer le service pour lui faire perdre les spécificités (son immatérialité, sa non-stockabilité, son interactivité) qui rendent complexe l'estimation de son résultat (output²⁷) et de sa productivité. Il s'agit de transformer le service en un bien ou un quasi-bien pour être en mesure d'améliorer sa productivité avec les mêmes stratégies que celles mises en œuvre dans le cas des biens (*assimilation*).

L'industrialisation des services peut prendre plusieurs formes (Gadrey, 1994) :

- le remplacement d'un service par un bien qui remplit la même fonction. C'est la tendance qui est au cœur de la théorie de la société de self-service de Gershuny (1978) ;
- l'évolution de l'organisation du travail et des techniques de production des services vers un mode de production industriel, c'est-à-dire fondé sur la standardisation de la prestation de services (les procédés de travail et l'output de services sont standardisés). Il s'agit de proposer des services simplifiés et des *services types* (comme une formule type dans un service de restauration rapide, un contrat d'assurance standard, etc.) ;
- l'évolution des méthodes de gestion et de mesure de la performance des services. La proposition d'une typologie des séjours hospitaliers (Groupes Homogènes de Séjours, GHS) pour évaluer les soins réalisés par les établissements et établir leur niveau de financement en est un exemple.

Dans la pratique, l'industrialisation des services se traduit principalement par la simplification des services. Elle peut prendre plusieurs formes, comme la suppression des services périphériques²⁸, l'ajout de technologies pour augmenter la productivité du travail (notamment des technologies de l'information et de la communication pour permettre la réservation ou la commande à distance et automatisées), ou plus généralement l'évolution de l'organisation du travail vers la standardisation.

26. Gadrey (1994) parle d'*industrialisation* des services tandis que Djellal et Gallouj (2007b) utilisent l'expression *stratégie d'assimilation* pour désigner la même réalité.

27. L'output est le produit immédiat du service, en opposition à l'outcome. Dans le cas d'un service médical, l'output est le soin apporté au malade, mais non sa guérison.

28. Cette dynamique correspond également à la logique d'innovation régressive, selon la terminologie introduite par Djellal et Gallouj (2005).

Le développement des services dits *low-cost* est une bonne illustration de la dynamique de régression des services. Ces services correspondent à des offres simplifiées à l'extrême pour diminuer les coûts et donc notamment augmenter les marges ou attirer une nouvelle clientèle. Selon les termes de Combe (2011) :

«Chaque produit et service est repensé pour être *mis à nu, découpé, dépouillé* de ses fonctions annexes jusqu'à n'en retenir que le cœur, c'est-à-dire la fonction essentielle, celle qui satisfait un besoin minimal.»

La tendance à la simplification des services, effective depuis les années 40 dans le commerce en Allemagne²⁹, s'est d'abord diffusée au secteur aérien puis, plus récemment, aux secteurs de l'hôtellerie, de la restauration, de la banque, de l'assurance et des services à la personne (tableau 3.2).

À titre d'exemple, le hard-discount correspond à une offre de commerce réduite, avec une profondeur et une largeur de gamme limitée, peu de services associés, etc. L'aménagement des commerces de hard-discount est sommaire, l'éclairage et le chauffage y sont moins importants³⁰. Ces commerces s'implantent dans des zones peu onéreuses, mènent une politique de *prix bas* et compensent leurs faibles marges par une rotation rapide du stock. Pour ne pas avoir de stock en magasin, ils mettent en place une logistique de *juste-à-temps*.

Les services de transport aérien à bas-coûts, pour leur part, ne proposent pas de trajets sur les longues distances et peu de correspondances. Ils n'ont qu'un type d'avion, et disposent de plus de sièges par avion. Ils ont, également, moins de personnels au sol, peu ou pas de services périphériques de confort (type salon-lounge), et ils interviennent le plus souvent dans des aéroports de seconde zone.

La dynamique de régression des services touche aussi les services publics. Ainsi, se développent, par exemple, des hôpitaux spécialisés à l'extrême ne traitant qu'un certain type de patients : Djellal et Gallouj (2005) citent l'exemple d'un établissement hospitalier spécialisé dans la prise en charge des seules lésions des pieds chez les diabétiques.

29. Elle correspond à ce que l'on appelle le *hard-discount*. En France, le hard-discount s'est fortement développé à partir de la fin des années 1980. Aujourd'hui, il représente environ 14,1 % des parts de marché du commerce alimentaire en France (données TNS worldpanel pour 2009, citées par Michel (2010)). Cependant, ces dernières années sa croissance stagne, en termes de part de marché. Cette stagnation pourrait s'expliquer par la crise économique : ce sont principalement les ménages les plus pauvres qui fréquentent ce type de commerce ; leur pouvoir d'achat diminuant, ils réduisent leurs dépenses alimentaires (Magaud, 2010).

30. L'objectif de cette diminution de l'éclairage et du chauffage est de renvoyer une image de *prix bas* plutôt que pour réaliser de réelles économies financières (Moati, 2011).

TABLEAU 3.2 – Exemple de services ayant adopté une stratégie de simplification

Service	Exemple d'enseignes/de services
Commerce	Aldi, Lidl, BricoDepot, WalMart, Conforama, etc.
Transport aérien	EasyJet, Ryanair, Vueling, etc.
Hôpitaux	Clinique Teissier de Valenciennes spécialisée en pneumologie, Centre Oscar Lambret de Lille spécialisé en cancérologie, etc.
Hôtellerie	Suppression des services annexes, présence de personnel uniquement durant la journée : Formule 1, Ibis Budget, etc.
Restauration	Menus types, peu d'options, préparation rapide : Mc Donald's, GoÛtu (sandwicherie), etc.
Banque	Banques en ligne (suppression des agences, de certains services, etc.) : Boursorama Banque, Fortuneo, etc.
Assurance	Assurances en ligne, réduction du nombre d'options proposées, prix bas : Idmacif, Amaguiz, etc.
Coiffure	Coupe de cheveux rapide, sans les services supplémentaires proposés dans les enseignes traditionnelles : Tchip, Self'Coiff (les clients se sèchent les cheveux eux-mêmes), Beauty Bubble (coupe sur cheveux secs), etc.
Salle de gym	Services annexes proposés en option (sauna, serviettes, etc.) : Fitness Price, FitnessPark, etc.

2.1.1 Les explications de la dynamique de régression des services

La montée de la concurrence, notamment liée à la globalisation de l'économie, pousse les entreprises de services à améliorer leur productivité (Gallouj et Savona, 2008). Ces services *simplifiés* sont moins coûteux à réaliser. Ils permettent donc à l'entreprise de diminuer ses prix pour attirer de nouveaux clients³¹. Plus largement, ils lui permettent d'être plus compétitive sur le marché international, que ce soit pour pénétrer un nouveau marché ou pour faire face à la concurrence internationale sur son propre territoire.

Le développement des technologies de l'information et de la communication ainsi que l'alphabétisation des clients permet d'introduire ces technologies dans la prestation de services et d'améliorer la productivité du travail (Gallouj et Savona, 2008). Les TIC per-

31. Gallouj et Savona (2008) citent, entre autres, l'exemple des services de transport aériens à bas-coûts qui attirent des clients qui, sans cette offre, n'auraient pas voyagé ou auraient choisi un autre moyen de transport, comme le train.

mettent notamment de remplacer les points de vente par des systèmes informatiques et/ou d'automatiser certaines interactions.

Cette dynamique de régression des services dépend, également, de facteurs institutionnels. Par exemple, le développement de services *low cost* dans les transports n'aurait pas été permis sans les politiques de dérégulation des marchés des réseaux. Plus généralement, l'assouplissement des politiques publiques, en matière d'urbanisme ou de droits du travail, facilite la poursuite de cette dynamique. À titre d'exemple, les commerces de hard-discount ont bénéficié dans les années 1990 d'une réglementation favorable en matières d'implantation : les commerces de moins de 1000 m² (c'est le cas de la plupart des magasins de hard-discount qui sont, globalement, plus petits que les super et hypermarchés traditionnels) n'ont pas à demander une autorisation d'implantation aux commissions départementales ou nationales d'aménagement commercial.

2.1.2 Les répercussions énergétiques de la dynamique de régression des services

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'études consacrées aux répercussions énergétiques du développement de ces services *simplifiés*, ou portant sur une comparaison de leurs consommations d'énergie avec celles des services *traditionnels*. Cependant, nous pouvons réaliser quelques estimations qualitatives des conséquences, en termes de consommation d'énergie, de cette dynamique régressive.

La suppression de services annexes peut se traduire, à l'échelle d'un établissement, par une baisse des consommations d'énergie, directes ou indirectes. Par exemple, la suppression de l'offre d'une serviette de bain dans les salles de sport entraîne une diminution du besoin de blanchisserie et donc une baisse des consommations d'énergie nécessaires à la réalisation du service. En revanche, si ce service de blanchisserie était jusqu'alors externalisé (c'est-à-dire que les consommations d'énergie associées n'étaient pas directement supportées par l'entreprise de sport), cette entreprise ne réduit pas ces consommations directes d'énergie en supprimant le service.

Les services annexes sont, en réalité, souvent proposés en option et non pas totalement supprimés. Ainsi, les consommations d'énergie associées peuvent toujours avoir lieu, mais c'est leur coût qui est externalisé vers les clients, les fournisseurs ou la collectivité. Ainsi, par exemple, chez IKEA, la livraison des achats est optionnelle. Les consommations d'énergie associées ont toujours lieu, mais leurs coûts sont supportés par les clients.

La suppression de services annexes se traduit également souvent par une diminution de la surface des établissements. Ainsi, à titre d'exemple, la surface moyenne des commerces

de hard-discount³² est de moins de 1000 m², alors que celle d'un supermarché est de 2 500 m² et celle d'un hypermarché de 18 000 m². La suppression de services peut prendre la forme de la suppression de l'accueil physique du client, c'est-à-dire l'offre d'un service à distance. C'est notamment le cas des services de banque ou d'assurance *low-cost* qui ne proposent plus d'agences, mais offrent l'ensemble de leurs services en ligne. À l'échelle d'un service et toutes choses égales par ailleurs, la diminution de la surface nécessaire induit une réduction des consommations d'énergie, ne serait-ce que pour la mise en condition³³.

Mais la suppression des services périphériques transforme le service et fait évoluer le chiffre d'affaires réalisé par établissement, par employé, par unité de surface, etc. Les formules traditionnelles et simplifiées du service sont donc difficilement comparables. Pour réaliser la comparaison, il est nécessaire de trouver une forme d'unité de service commune. Or, dans les services l'output est flou, difficilement identifiable et il est complexe d'en déterminer une unité. Dans la pratique, il peut être pertinent de choisir des unités facilement mesurables et ayant un lien fort avec les consommations d'énergie, comme l'unité de surface ou l'unité de valeur ajoutée.

La suppression des services périphériques et la réalisation exclusive du service de base signifient que les consommations d'énergie unitaires correspondent, désormais, à celles du service de base. Si le service de base est plus consommateur d'énergie, par unité de surface ou de valeur ajoutée, que les services périphériques, alors, la dynamique de régression des services entraîne une hausse des consommations unitaires d'énergie. À titre d'exemple, les commerces de hard-discount se concentrent sur le commerce de biens *alimentaires*. Or, les besoins énergétiques unitaires des rayons alimentaires sont plus importants que ceux des rayons non-alimentaires, du fait des besoins de froid pour la conservation de certains aliments. Par unité de surface, un commerce de hard-discount sera donc plus consommateur d'énergie qu'un hypermarché.

Finalement, pour permettre la réalisation des services à distance ou l'automatisation de certaines tâches, des technologies doivent parfois être ajoutées. Ces technologies peuvent entraîner une hausse des consommations d'énergie, quoique probablement marginale. Ces technologies sont, le plus souvent, des technologies de l'information et de la communication. La hausse des consommations d'énergie concerne donc l'entreprise de services, mais aussi l'ensemble de l'infrastructure de télécommunication.

32. Données issues, d'une part, de l'Atlas LSA 2007, citées dans Michel (2007) et, d'autre part, de l'étude menée par PERIFEM et l'ADEME (PERIFEM, 2010).

33. *La mise en condition* désigne, rappelons-le, la préparation des lieux où se déroule le service, c'est-à-dire leur aménagement, nettoyage, chauffage, éclairage, etc.

Le tableau 3.3 résume, dans le cas du commerce alimentaire, les principaux résultats de la comparaison entre les consommations d'énergie des services que nous avons appelé *traditionnels* et des services *simplifiés*.

TABLEAU 3.3 – Comparaison des consommations d'énergie entre un supermarché traditionnel et un hard-discounter

Hard-discounter vs Supermarché	
Mise en présence	Moins de personnels dans le hard-discount
Mise en condition	Surface de vente réduite pour un même nombre de produits grâce à une disposition différentes des produits en rayon Surface de stockage très limitée Pas de zone de préparation (stand poissonnerie, etc.) Surface de bureau réduite
Intervention	Surtout des produits alimentaires Moins de produits frais Pas de préparation

2.2 La dynamique de diversification et de montée en gamme des services

À contre-pied de la dynamique de régression des services, un certain nombre de services évoluent vers plus de diversité et plus de qualité. Cette dynamique se traduit à la fois par le développement de services très haut de gamme, mais aussi par l'amélioration et la diversification des services traditionnels.

On constate, par exemple, une montée en gamme de l'offre hôtelière dans les grandes villes de France, combinant le développement d'une offre de très haute gamme³⁴ et l'enrichissement de l'offre des hôtels de moyenne gamme, avec notamment sur l'offre de soins de bien-être (piscines, espaces fitness, thalassothérapies, spas, etc.).

34. Les hôtels 5 étoiles sont les hôtels pour lesquels le taux moyen d'occupation a le moins était affecté par la crise économique (KPMG, 2012).

Dans le secteur de la santé, des cliniques privées haut de gamme proposent un service d'hébergement luxueux et un grand nombre de services périphériques, comme des services de balnéothérapie et d'équipements de remise en forme de qualité³⁵. Certains hôpitaux traditionnels commencent également à proposer aux malades ayant subi des opérations ne nécessitant qu'un léger suivi de loger en *hôtel hospitalier*, plus confortables que l'hébergement classique à l'hôpital (voir chapitre 5, section 2.3.1).

Plus largement, cette dynamique concerne l'ensemble des secteurs des services. Dans le secteur du commerce, le développement de multiples services annexes, comme la livraison à domicile, en est également un exemple.

2.2.1 L'explication de la dynamique de diversification et de montée en gamme des services

Pour certains services, le concept de productivité s'applique difficilement et la performance relève plutôt de la qualité de la solution proposée (la qualité de l'output et de l'outcome³⁶). C'est notamment le cas des services intellectuels (services de conseil, recherche, etc.) ou des services de type éducation, santé, culture, loisir³⁷. Ce constat a d'ailleurs amené Baumol (1967) à définir les services comme *stagnants*, incapables de gains de productivité. En effet, si l'on reprend son exemple bien connu du quintette à vent, l'amélioration de la performance de ce service de spectacle vivant ne tient pas dans l'augmentation de la productivité du travail. Elle doit, plutôt, être envisagée comme l'amélioration de la qualité du résultat : qualité et originalité de l'interprétation musicale, acoustique ou confort de la salle de spectacle, etc.

Pour ce type de services, la stratégie d'assimilation ou d'industrialisation n'est donc pas pertinente. L'amélioration de la performance relève alors plutôt d'une *rationalisation professionnelle des services* (selon les termes de Gadrey (1994)) ou d'une *stratégie de particularisme* (selon les termes de Djellal et Gallouj (2007b)). Cette stratégie vise à systématiser la *typification* des services, à formaliser les méthodes correspondantes et à mobiliser des *routines*. Cependant, contrairement à la stratégie d'industrialisation, elle n'associe pas, à chaque type de cas rencontré, un mode opératoire figé. Ici, l'objectif est d'améliorer la qualité du travail, de favoriser la créativité et l'innovation (*l'agencement original de routines*,

35. Clinalliance à Villiers-sur-Orge, en région parisienne est un exemple de clinique haut de gamme.

36. L'outcome est le résultat à moyen ou long terme du service, en opposition à l'output. Dans le cas d'un service médical, l'outcome correspond à l'amélioration de l'état de santé du patient, tandis que l'output est l'ensemble des soins dispensés.

37. Il s'agit des services que Gadrey (1996) appelle, dans sa typologie des activités de services adaptée à l'étude de la productivité : «les services s'appliquant aux savoirs et capacités des individus, dans la consommation finale».

selon les termes de Gadrey (1994))³⁸, tout en réduisant le temps de travail nécessaire, si cela est cohérent avec le service proposé. La stratégie de particularisme correspond, notamment, à la stratégie des services haut de gamme qui proposent de nombreux services complémentaires, afin d'améliorer leur qualité (services de livraison, services après-vente, services financiers ou d'assurance dans les commerces, par exemple).

L'évolution et la diversification de l'offre permettent aux services de s'adapter aux nouveaux besoins de la société, liés notamment aux nouveaux modes de vie. L'objectif est d'attirer de nouveaux clients et de fidéliser les anciens. Ainsi, le développement de services périphériques aux commerces, tels que la livraison à domicile, répond à une demande des consommateurs de consacrer moins de temps aux achats du quotidien. De même, la diversification des services de nettoyage et notamment l'offre de nettoyage informatique³⁹ répond au développement de l'informatique et de son utilisation dans les entreprises (Djellal, 2002).

2.2.2 Les répercussions énergétiques de la dynamique de diversification des services.

Les répercussions énergétiques de cette dynamique d'innovation dépendent du service considéré, mais il semble globalement que l'adjonction de nouveaux services entraîne une hausse des consommations d'énergie.

Certains nouveaux services sont, de façon évidente, des sources de consommation d'énergie importantes. C'est le cas, par exemple, du développement des Spas, piscines, balnéothérapies dans les hôtels de moyenne et haute gamme. Ces services sont très consommateurs d'eau chaude sanitaire, qui elle-même est une source de consommation d'énergie. Ainsi, par exemple, des données historiques de l'ADEME⁴⁰ indiquent que dans les hôtels haut de gamme 5 étoiles (précurseurs de ce type de services) sont jusqu'à deux fois plus consommateurs d'eau chaude sanitaire que ne le sont les hôtels plus bas de gamme.

D'autres nouveaux services peuvent sembler très peu consommateurs d'énergie : l'offre de carte de fidélité, la présence de vendeurs spécialisés, etc. Mais, si l'on envisage la question des consommations d'énergie globales à l'échelle de la société, le constat est différent. En effet, des consommations d'énergie sont nécessaires pour les déplacements des vendeurs spécialisés, pour la production du matériel de fidélisation (carte, brochure, magazine, etc.),

38. Mais, poussé à l'extrême, la rationalisation professionnelle se confond avec la stratégie d'industrialisation.

39. Nettoyage et traitement anti-bactérien du parc informatique, nettoyage des salles serveurs, etc.

40. Données citées par Mairet (2009).

voire pour la (sur)production de biens, engendrée par les stratégies de fidélisation (le gaspillage). D'autres répercussions, encore plus indirectes, peuvent être envisagées. Ainsi, le développement des services périphériques dans la grande distribution peut entraîner une baisse d'activité pour les petits commerçants spécialisés situés à proximité. Du point de vue des consommations d'énergie, il faudrait comparer les deux *écosystèmes*⁴¹.

Le tableau 3.4 rend compte des résultats de la comparaison entre les consommations d'énergie d'un service *traditionnel* et d'un service *haut de gamme*, dans le cas de l'hôtellerie.

TABLEAU 3.4 – Comparaison des consommations d'énergie entre un hôtel classique et un hôtel proposant une large diversité de services

Hôtel haut de gamme vs Hôtel traditionnel	
Mise en présence	Plus de personnels Éventuellement des clients venant de plus loin
Mise en condition	Chambres plus grandes Lieux communs plus spacieux
Intervention	Des services supplémentaires de soins et de confort : Spa, balnéothérapie, piscine, etc. Des services de restauration diversifiés, 24h/24 Des équipements supplémentaires dans les chambres

2.3 La double dynamique de régression et d'amélioration des services

Aujourd'hui, de nombreuses entreprises des secteurs du commerce, de la banque, du conseil et de nettoyage concilient une offre simplifiée et une offre sur-mesure (Djellal et Gallouj, 2007b ; Gallouj et Savona, 2008). Ainsi, par exemple, certains hypermarchés proposent, d'une part, des rayons self-discount (des produits moins chers), du libre service (caisses minutes ou autres systèmes d'encaissement rapide pendant les courses, bornes de facturation, etc.) et, d'autre part, des rayons plus conventionnels avec un assortiment large

41. Pour déterminer la solution favorable pour la société, l'énergie n'est pas, bien évidemment, le seul critère à considérer, en particulier, dans l'exemple présenté ici, les enjeux sociaux sont majeurs.

(alimentation, technologie, beauté, vin, décoration, etc.) et profond (beaucoup de références disponibles dans chaque secteur), ainsi que des services diversifiés : accès à des stands spécialisés tenus par des professionnels (boulangerie, poissonnerie, etc.), à des services sur commande (préparation de tartes, plateaux de fruits de mer, etc.), à des vendeurs spécialisés dans les rayons et à un grand nombre de services périphériques (*drive*, livraison, bijouterie, presse, billetterie spectacle, fleuriste, etc.)

Cette conciliation est généralement le fruit d'un processus historique au cours duquel les services ont d'abord adopté une stratégie d'industrialisation, avant de chercher à se diversifier et se particulariser en offrant un service sur-mesure et haut de gamme. Cette dynamique traduit une stratégie d'augmentation de la performance des services, qui correspond à la stratégie de *synthèse* selon la terminologie de Djellal et Gallouj (2007b).

3 Les évolutions de l'interaction de services

La prestation de services nécessite une interaction entre clients et prestataires. Cette interaction se traduit, traditionnellement, par une rencontre physique en face à face, qui a généralement lieu dans les locaux de l'entreprise tertiaire (commerce, salon de coiffure, école, hôpital, etc.), ou parfois chez le client (visite à domicile des médecins, aide ménagère, etc.).

Afin, notamment, de répondre aux nouvelles demandes des clients et/ou de réduire le coût de l'offre de services, les entreprises peuvent faire évoluer les formes de mise en contact qu'elles proposent à leurs clients. Deux dynamiques semblent à l'œuvre, celle du développement des services à domicile (section 3.1) et celle du développement des services à distance (section 3.2).

3.1 Les services à domicile

Certains services, traditionnellement fournis dans des locaux spécifiques (bâtiments tertiaires), sont, aujourd'hui, parfois réalisés au domicile du *client*. Cette tendance touche tout particulièrement l'ensemble des services de soins de longue durée, habituellement rendus à l'hôpital ou en institution. D'autres services sont, par essence, produits au domicile du *client*, c'est notamment le cas d'un certain nombre de services à la personne.

3.1.1 Une demande croissante de services à la personne

Comme nous l'avons souligné dans la section 1.2, les services à la personne ne cessent de se développer depuis quelques années. Cette dynamique s'explique notamment par l'augmentation du travail des femmes, la fragilisation des liens sociaux et familiaux, la demande croissante des seniors, mais aussi par l'incitation des pouvoirs publics à faire entrer ces services dans la sphère marchande. Les services à la personne concernent principalement les activités ménagères, de garde d'enfants, c'est-à-dire l'aide aux travaux domestiques. Ainsi, ces services sont le plus souvent rendus au domicile du *client*.

3.1.2 Une solution adaptée à la prise en charge des soins de longue durée

Les soins de longue durée concernent principalement les personnes âgées et les patients atteints d'une maladie chronique⁴². Les services de soins à domicile représentent une part importante de l'activité de soins aux personnes âgées et ils continuent de se développer. D'après les données de l'INSEE pour l'année 2010, parmi les personnes âgées bénéficiaires de l'APA (allocation personnalisée d'autonomie), 61 % vivent à domicile et 39 % en établissement (figure 3.1). Leur nombre a augmenté de 2,2 % entre 2009 et 2010. L'hospitalisation à domicile, pour sa part, se développe rapidement, mais reste très marginale, représentant moins de 1 % des hospitalisations en France⁴³.

Malgré les difficultés que cela représente, les patients atteints d'une maladie chronique et les personnes âgées préfèrent être maintenus à domicile. Le domicile est perçu comme un point de repère, un élément de l'identité pour les personnes affaiblies (Balard et Somme, 2011 ; Campéon, 2011 ; Djaoui, 2011)⁴⁴. Cette solution leur offre un meilleur confort de vie, et la poursuite d'une vie *normale*.

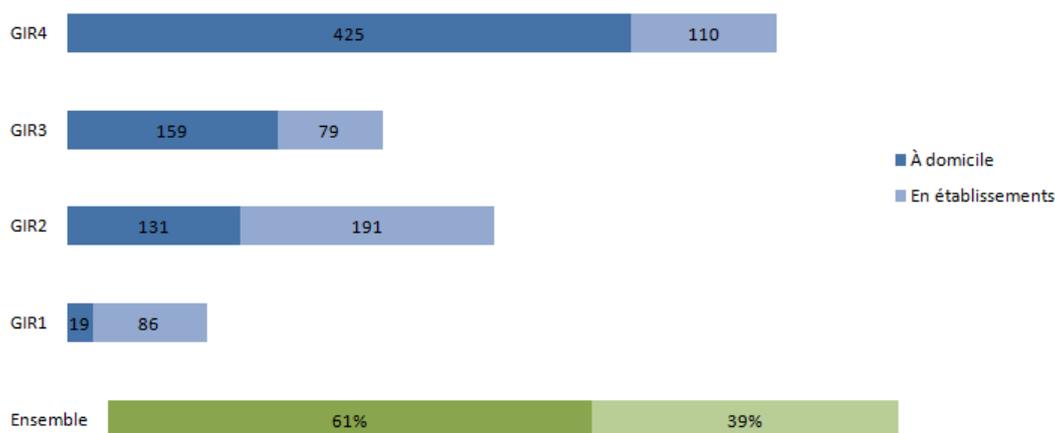
Concernant spécifiquement les services de soins aux personnes âgées, le niveau de dépendance (qui est l'un des principaux déterminants de la sortie du domicile et de l'entrée en institution) évolue dans le sens d'une diminution de la durée de vie en incapacité sévère, mais d'une stagnation voire d'une augmentation de la durée de vie avec des difficultés courantes (Le Bouler, 2005).

42. Grâce au progrès médical, les patients souffrant de certaines maladies graves (comme le SIDA, le cancer, etc.) peuvent maintenant être soignés. Pour autant la maladie peut rarement être guérie rapidement et le traitement doit être poursuivi sur le long-terme. On parle de *chronicisation de la maladie*.

43. D'après des données de la FNEHAD pour l'année 2010.

44. Au cours d'entretiens avec des personnes âgées, Campéon (2011) relève que certaines personnes très âgées ont le sentiment de ne plus reconnaître le monde dans lequel elles vivent, voire parfois de ne plus se reconnaître. S'entourer d'objets commémoratifs et rester dans des lieux connus peut s'avérer important pour contrer ce sentiment de perte identitaire.

FIGURE 3.1 – Services de soins reçus par les bénéficiaires de l'APA, en 2010



Source : Drees, enquête trimestrielle auprès des conseils généraux.

La prise en charge à domicile vise à désengorger les établissements hospitaliers et les établissements pour personnes âgées. Elle permet également de réduire le coût de la prise en charge, ce qui explique qu'elle ait la faveur des pouvoirs publics⁴⁵. De nombreuses mesures incitatives ont ainsi été mises en place, comme l'allocation personnalisée d'autonomie (APA) pour les services de soins à domicile, les aides fiscales à l'emploi à domicile, les services de soins infirmiers à domicile (SSIAD) ou encore le développement de structures d'accueil temporaires.

Parce que les places manquent dans les hôpitaux et en institution, parce que les contraintes financières sont importantes et parce que le nombre de personnes âgées augmentent, une partie de plus en plus importante de la demande de soins de longue durée (maladies chroniques et soins aux personnes âgées) devra vraisemblablement être satisfaite par des services à domicile.

Cependant, la prise en charge à domicile nécessite, ou, tout au moins, est facilitée par, la présence de proches pour aider le malade ou la personne âgée à domicile (Le Bouler, 2005). Or, pour les mêmes raisons que celles qui entraînent le passage des services à la personne de la sphère domestique à la sphère marchande, le nombre et la disponibilité des aidants potentiels reculent (voir section 1.2).

Concernant les services de soins aux personnes âgées, d'autres facteurs peuvent compli-

45. En 1962, le rapport de Pierre Laroque annonce que c'est la meilleure solution, d'un point de vue économique et social.

quer le maintien à domicile : un logement trop grand ou mal adapté⁴⁶ (Hontarrede, 2004), le manque de services de proximité et le niveau de revenu. Pour la personne âgée, le maintien à domicile n'est pas nécessairement plus économique que l'entrée en institution, mais des revenus élevés offrent une plus grande flexibilité, que ce soit pour adapter le logement (rénovation, équipements, etc.) ou pour choisir l'établissement d'accueil.

Le développement de l'hospitalisation à domicile peut, pour sa part, être freiné par le manque de connaissance des médecins de cette forme de prise en charge (et donc leur réticence à la conseiller aux patients), ou au manque de structures existantes hors des grandes zones urbaines (Chahed-Jebalia, 2008).

3.1.3 Les répercussions énergétiques du développement des services à domicile

Selon que les services sont rendus à domicile ou dans un établissement tertiaire, leurs consommations d'énergie ne sont pas les mêmes. Pour commencer, elles sont affectées à des postes différents dans les statistiques énergétiques officielles françaises : les consommations d'énergie nécessaires à la réalisation des services rendus à domicile (hors transport) sont comptabilisées parmi les consommations d'énergie du secteur résidentiel, alors que celles des services rendus dans un établissement tertiaire sont comptabilisées parmi les consommations d'énergie du secteur tertiaire.

Ensuite, au niveau des consommations d'énergie globales, les principales différences concernent les déplacements des prestataires. Dans le cas des services rendus dans un établissement tertiaire, la rencontre entre le *client* et le prestataire de service a lieu dans l'établissement tertiaire. Les prestataires de service sont, pour la plupart, des employés de l'établissement. Ils se rendent de leur domicile à leur travail. Dans le cas des services à domicile, les prestataires de service se rendent au domicile du *client*. Ils doivent, également, parfois se déplacer pour réaliser une partie de leurs services (pour faire les courses, par exemple, dans le cas de certains services d'aide domestique). Cependant la comparaison des performances énergétiques de chacune des deux solutions n'est pas évidente et, à notre connaissance, aucune étude n'existe sur le sujet. Finalement, d'autres différences plus marginales peuvent être relevées. Elles sont principalement liées au fait que le domicile, contrairement à l'établissement tertiaire, n'est pas un lieu spécifiquement dédié aux services. Ainsi, la mise en condition du domicile n'est pas entièrement attribuable aux services, mais la prestation de services à domicile peut entraîner une hausse du besoin de mise en condition, notamment une hausse des usages comme le chauffage ou l'eau chaude sanitaire pour les soins et le confort du patient. Le développement des services à domi-

46. Un logement sur plusieurs étages, par exemple.

cile aura également d'autres répercussions sur le secteur résidentiel et ses consommations d'énergie. En particulier, il peut entraîner une baisse de la rotation des logements (dans la mesure où les personnes restent plus longtemps chez elles), qui freine la rénovation du parc résidentiel. Le développement des services à domicile peut s'accompagner, soit d'une réduction du nombre moyen de personnes par logement et donc d'une augmentation de la surface de logement par personne (si les personnes âgées sont maintenues dans leur propre domicile), soit, au contraire, d'une augmentation du nombre moyen de personnes par logement si les personnes âgées vont vivre chez leurs enfants. Cette seconde solution, notamment envisagée dans les scénarios NegaWatt (Association négaWatt, 2011), pourrait permettre une réduction du besoin de logements et, donc, des gains énergétiques.

L'ensemble des différences, en matière de consommation d'énergie entre les services à domicile et les services en établissement, sont résumées dans le tableau 3.5, dans le cas des services de soin de longue durée. Dans ce tableau, nous nous sommes à nouveau appuyé sur la distinction, introduite dans le chapitre 1, entre *intervention* de service (I), *mise en présence* (Mp) et *mise en condition* (Mc).

TABLEAU 3.5 – Sources de consommation d'énergie pour les services de soins de longue durée, à domicile ou dans un établissement spécialisé

	Services à domicile	Services à l'hôpital ou en institution
Mp	Les déplacements des prestataires jusqu'au domicile de la personne âgée	Les déplacements domicile-travail des employés de l'établissement
	Les déplacements des prestataires dans le cadre des services (pour faire les courses par exemple)	Les déplacements des personnes âgées pour les soins médicaux lourds
	Les déplacements des personnes âgées pour consultations médicales extérieures	Les déplacements des visiteurs
	Les déplacements des visiteurs	
Mc	(Relève du secteur résidentiel)	(Relève du secteur tertiaire)
	Le supplément de mise en condition du logement pour le maintien de la personne âgée dépendante	La mise en condition de l'établissement (chauffage, climatisation, éclairage, etc.)
I	(Relève du secteur résidentiel)	(Relève du secteur tertiaire)
	L'ensemble des tâches domestiques que la personne âgée ne peut plus réaliser	L'hébergement
	Les soins	La restauration
		Les soins
		Les loisirs

3.2 Les services à distance

La prestation de service requiert une interaction entre le client, le prestataire et le support du service. Traditionnellement, cette interaction prend la forme d'une rencontre physique entre les acteurs. Mais, de plus en plus, les entreprises de services offrent à leurs clients la possibilité d'interagir à distance. L'interaction peut se faire par l'intermédiaire du téléphone, du courrier, mais surtout d'Internet. En fonction de la nature du support, le service peut aller jusqu'à être réalisé entièrement à distance. Lorsque le support du service est un bien matériel qui doit être échangé entre le client et le prestataire (réparation ou achat d'un bien), ou lorsque le support du service est le client lui-même (services d'hôtellerie), un déplacement physique est nécessaire et la prestation à distance se limite à la définition de la prestation, sa réservation, son paiement.

De nombreux secteurs des services proposent aujourd'hui ce type de prestation. C'est le cas des secteurs du commerce, de la banque, de l'assurance, de l'administration ou même du secteur de la santé. Le commerce par Internet est particulièrement dynamique, notamment pour les biens non-alimentaires comme les habits, les produits culturels, les produits techniques, les services et le tourisme. Le chiffre d'affaires des ventes a cru de près de 30 % au premier semestre 2010 et près de trois quarts des Français réalisent une partie de leurs achats en ligne (Journal du Net, 2010c). En 2010, plus de la moitié des grandes marques d'habillement possèdent un site de vente en ligne (Journal du Net, 2010g). Concernant les services bancaires, c'est près de quatre Français sur cinq qui gèrent leurs comptes en ligne (Journal du Net, 2010a)⁴⁷. Les Français sont également de plus en plus nombreux à réaliser certaines démarches administratives en ligne. Ainsi, plus de 40 % d'entre eux déclarent leurs impôts en ligne, un tiers environ consultent leur compte de sécurité sociale, leur compte CAF, les annonces du Pôle Emploi ou font leur demande d'extrait d'acte de naissance en ligne (Journal du Net, 2010b).

Quelques nouveaux acteurs ont choisi de se positionner uniquement sur un service en ligne (comme Sarenza.com pour la vente de chaussure, Fortuneo Banque, etc.), mais la plupart des acteurs (et, en particulier, les acteurs traditionnels) ont plutôt choisi d'offrir ce service à distance en plus de leur offre traditionnelle, privilégiant ainsi la diversification des canaux de distribution.

47. 86 % d'entre eux affirmant également se rendre en agences (Journal du Net, 2010a). L'un ou l'autre n'est pas exclusif.

3.2.1 Les déterminants du développement des services à distance

Le développement des services à distance a été permis par les progrès technologiques réalisés ces dernières décennies et, en particulier, par le développement d'Internet. Aujourd'hui, deux ménages sur trois ont un accès à Internet à leur domicile et, parmi les utilisateurs, près d'un quart a déjà utilisé un téléphone portable pour accéder à Internet (Gombault, 2011).

L'offre de services à distance représente de nombreux avantages pour les prestataires de services. Elle permet d'élargir la zone de chalandise du service et d'attirer de nouveaux clients. Elle permet de se diversifier et de se démarquer de la concurrence. Elle permet également de réduire certains coûts de fonctionnement, notamment ceux associés à la partie *front-office* de l'activité qui est supprimée. Pour les clients, cette offre est plus flexible que l'offre traditionnelle (en particulier, on peut y accéder 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24⁴⁸) et elle permet un gain de temps (Journal du Net, 2010f). Elle est accessible de partout et offre une grande diversité de choix. Cette offre facilite l'accès à l'information, rapidement sans déplacement, et la comparaison des prix. Les services en ligne sont également perçus comme une solution plus économique que les services traditionnels (Journal du Net, 2010d,e).

Le développement des services en ligne est important et rapide, mais il est limité par des difficultés d'ordre logistique (en particulier concernant la logistique urbaine, le problème de la logistique du dernier km et de la *reverse* logistique⁴⁹). Pour que le développement des services en ligne se poursuive, il est nécessaire de repenser l'organisation et les moyens de transport. Par ailleurs, pour certains clients ou pour certains achats, ce type d'offre est moins adapté. Ainsi, les personnes âgées sont peu nombreuses à recourir aux services en ligne⁵⁰. Pour certains achats (prix élevé, produits non génériques, etc.), le contact direct avec le vendeur et le produit sont fortement valorisés⁵¹.

48. Les internautes font également leurs courses en ligne le dimanche (Journal du Net, 2010f).

49. La *reverse* logistique correspond à la logistique des retours et du service après vente en général.

50. Le faible recours des personnes âgées aux services en ligne peut s'expliquer, en particulier, par un effet de génération et par un manque d'alphabétisation numérique.

51. Une étude de l'Ifop a montré que les principaux freins à l'achat en ligne d'une voiture sont de ne pas voir la voiture avant de l'acheter, de ne pas avoir de contact direct avec le vendeur et la crainte de ne pas avoir accès aux mêmes garanties et services après vente (le site LeJournalduNet, consulté le 17 mai 2011).

3.2.2 Les répercussions énergétiques du développement des services à distance

Dans le cas d'un service à distance, l'interaction entre le prestataire et le client n'a plus lieu en face à face, mais à distance, *virtuellement*, par l'intermédiaire d'Internet le plus souvent. Les déplacements des clients et des prestataires de service, ainsi que les consommations d'énergie associées sont supprimés. L'interaction virtuelle induit des consommations d'énergie pour le fonctionnement des terminaux de connexion (ordinateur, téléphone, tablette numérique, etc.) et pour l'utilisation de l'infrastructure de télécommunication. À l'échelle d'une connexion, ces consommations d'énergie sont très faibles, mais, à l'échelle de l'ensemble des connexions induites par les services en ligne, elles ne sont plus négligeables⁵².

L'interaction à distance se limite à la transaction immatérielle. Si le support du service est un bien matériel, des déplacements physiques restent nécessaires pour que le support soit effectivement échangé entre le prestataire et le client. Plusieurs solutions existent pour réaliser l'échange. Les deux solutions extrêmes sont les plus fréquentes : soit le client se rend chez le prestataire pour y déposer/récupérer son bien, soit le déplacement est réalisé par le prestataire. Des solutions intermédiaires peuvent être envisagées, par exemple la livraison des colis en point-relais. Ces point-relais sont souvent assurés par les commerces de quartier. Depuis peu en France, des points-relais entièrement automatisés se développent également, notamment dans les grandes gares. Par ailleurs, pour que le client accepte plus facilement d'acheter un bien sans le voir ou l'essayer, il faut qu'il puisse le retourner facilement en cas d'insatisfaction. Ainsi, le taux de retour moyen dans le commerce en ligne est largement supérieur à celui du commerce traditionnel⁵³.

De nombreuses études ont été réalisées pour comparer les performances énergétiques de la logistique du commerce non-alimentaire en ligne et du commerce non-alimentaire traditionnel (Cairns, 1997 ; Bratt et Persson, 2001 ; Reijnders et Hoogeveen, 2001 ; Matthews *et al.*, 2002 ; Siikavirta *et al.*, 2003 ; Williams et Tagami, 2003 ; Edwards *et al.*, 2010). Ces études envisagent rarement le cas de l'enlèvement du produit par le client dans un entrepôt du prestataire (c'est surtout une solution qui se développe pour le commerce alimentaire),

52. Nous ne connaissons pas d'étude qui se serait intéressée spécifiquement aux consommations d'énergie induites par les services en ligne. En revanche, il existe des données qui fournissent un ordre de grandeur des consommations d'énergie induites par l'utilisation d'Internet en général. Ainsi, les consommations d'énergie des infrastructures de technologies de l'information et de la communication représentaient 8 % des consommations totales d'électricité aux Etats-Unis dans les années 2000 (Huber et Mills, 1999), 7 % en Allemagne et 10 % en Suisse (Flipo et Gossart, 2008).

53. Aux Etats-Unis, par exemple, il est de l'ordre de trois fois supérieur dans le e-commerce par comparaison au commerce traditionnel (Canel-Depitre, 2005). En Europe, les taux de retour atteignent environ 30 % des ventes en ligne (De Koster, 2002).

mais elles envisagent différentes solutions de livraison, à domicile ou en points-relais. De prime abord, il semble que les livraisons sont énergétiquement plus efficaces que les déplacements des clients, puisque les livreurs sont en mesure d'optimiser leurs trajets. Ainsi, les distances par unité de produit livré, mais aussi les consommations d'énergie ou les émissions de CO₂ unitaires sont jugées moindres, dans le cas de la livraison. Cependant, presque toutes les études sur le sujet émettent une certaine réserve à l'égard de ce résultat, en constatant que l'efficacité de la livraison peut être affectée par différents facteurs :

- le taux d'échec des livraisons : le client doit généralement être présent à son domicile pour réceptionner son colis. S'il est absent la livraison ne peut avoir lieu et elle doit être reprogrammée. C'est un enjeu important pour la logistique de livraison (Bratt et Persson, 2001 ; Siikavirta *et al.*, 2003) ;
- une mauvaise organisation des points-relais : des déplacements vers les points-relais non couplés à d'autres besoins, des points-relais ouverts à des heures restrictives, etc. (Bratt et Persson, 2001) ;
- l'extension de la zone de chalandise (Hesse, 2002 ; Sui et Rejeski, 2002) ;
- l'augmentation de la fréquence des livraisons qui peut entraîner une moindre optimisation des chargements (David et Saïdi-Kabeche, 2002 ; Hesse, 2002) ;
- le recours à des moyens de transport plus rapides pour satisfaire l'exigence des clients en termes de délai de livraison, notamment la substitution des transports routiers et aériens aux transports maritimes ou ferroviaires (Hesse, 2002 ; Matthews *et al.*, 2002 ; Sui et Rejeski, 2002)) ;
- l'augmentation importante du taux de retour des produits (Matthews *et al.*, 2002).

Certaines études indiquent également que le commerce traditionnel peut être bien plus performant si les déplacements correspondants ne constituent qu'un détour mineur sur un autre trajet (trajet domicile-travail, par exemple), ou si les modes de déplacement des clients évoluent vers plus de transports en commun et des transports plus efficaces (Williams et Tagami, 2003 ; Edwards *et al.*, 2010).

Si le service se fait à distance, l'entreprise de services n'a plus à proposer un lieu de rencontre. Les consommations d'énergie pour l'entretien et le fonctionnement de ce lieu (notamment ce que l'on a appelé la *mise en condition* dans le chapitre 1) n'ont plus lieu d'être. Si le support est matériel et s'il doit être échangé, une action supplémentaire est nécessaire de la part des prestataires de services : le conditionnement des commandes. Il s'agit de mettre dans des cartons les marchandises commandées par les clients. Lorsque le conditionnement est réalisé à très grande échelle et pour des produits homogènes, il peut être automatisé et réalisé par des machines. Il peut, alors, être consommateur d'énergie⁵⁴.

54. L'énergie *incorporée* des cartons ou autres formes de conditionnement est importante. L'énergie *incorporée* du conditionnement est un élément majeur qui pèse en défaveur de l'efficacité environnementale (périmètre plus large que les consommations d'énergie) du e-commerce (Williams et Tagami, 2003).

Le tableau 3.6 récapitule les principaux éléments de comparaison entre les consommations d'énergie d'un service *traditionnel* et d'un service à *distance*, dans le cas du commerce non-alimentaire. On distingue la mise en présence (Mp), la mise en condition (Mc) et l'intervention (I).

TABLEAU 3.6 – Comparaison des consommations d'énergie entre la vente traditionnelle et la vente à distance

	Commerce traditionnel	Commerce en ligne
Mp	Déplacements domicile-travail des prestataires (vers la boutique) Déplacements des clients vers la boutique Approvisionnement de la boutique	Déplacements domicile-travail des prestataires (vers l'entrepôt) Approvisionnement de l'entrepôt Livraison des clients depuis l'entrepôt Mise en présence virtuelle des clients et des prestataires Éventuels déplacements des clients vers les relais-colis
Mc	Mise en condition de la boutique : zone de vente, de stockage et bureaux	Mise en condition de l'entrepôt : zone de stockage et bureau
I	Accueil des clients Démonstration des produits (ex. les TV chez Darty, la Fnac, etc.) Tâches administratives Service après-vente	Conditionnement des colis Tâches administratives Gestion des retours et services après-vente

4 Le développement de services *durables*

Le *développement durable* est défini dans le rapport Brundtland comme un développement qui répond «aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire les leurs» (Commission mondiale sur l'environnement & le développement, 1987, p. 14). Le *développement durable* doit permettre une croissance économique vigoureuse, mais aussi responsable sur le plan social et environnemental. Pour atteindre un *développement durable*, il est nécessaire de respecter les limites écologiques de la planète, notamment en termes de prélèvement de ressources non renouvelables, mais également en termes de pollutions.

Appliquée, jusqu'à peu, principalement aux activités industrielles ou agricoles, la notion

de *développement durable* s'étend aujourd'hui aux activités de services (section 4.1). Cependant, comme nous le verrons, les services *durables* ne sont pas nécessairement des services peu consommateurs d'énergie (section 4.2).

4.1 Le *développement durable* appliqué aux services

L'application de la notion de *durabilité* (ou de *soutenabilité*) aux activités de services est relativement récente. Les problématiques environnementales et sociales ont longtemps été étudiées dans leurs interactions avec le monde industriel, plus qu'avec le monde des services. Cependant, aujourd'hui, les services représentent près des trois quarts de l'activité économique, en France, en termes de valeur ajoutée et d'emplois, et le mythe, selon lequel les services n'exerceraient aucune pression sur l'environnement, est remis en question. Un certain nombre de travaux commencent donc à se pencher sur les liens entre services et environnement, et plus largement entre services et développement durable (Zarifian, 2007 ; Landrieu, 2007 ; Du Tertre, 2007 ; Djellal et Gallouj, 2009 ; Gadrey, 2010 ; Merlin-Brogniart, 2012).

Du fait de la hausse du coût des matières premières (et notamment de l'énergie), des politiques publiques (réglementations sociales et environnementales), mais aussi pour des raisons commerciales (les consommateurs étant sensibles aux arguments de *durabilité*), les entreprises de services sont de plus en plus nombreuses à s'engager dans une démarche de *développement durable*.

Nous distinguons trois principales démarches *durables* des entreprises de services.

1. La première démarche est celle dans laquelle des services existants sont rendus plus compatibles avec le *développement durable*⁵⁵ (moins polluants, moins consommateurs de ressources naturelles, plus respectueux des salariés et/ou des clients, etc.). Elle se décline en deux approches différentes :
 - l'approche principalement environnementale : réduction et meilleure gestion des déchets (mise en place du tri sélectif, installation d'un compacteur de carton), réduction de la quantité de produits polluants consommés (nettoyage des sols à l'eau), amélioration de la performance énergétique des équipements et des bâtiments (remplacement des ampoules à incandescence, isolation des bâtiments), voire développement des services à distance ;
 - l'approche principalement sociale : amélioration des conditions de travail dans l'entreprise de service mais aussi dans l'ensemble des entreprises partenaires (commerce équitable, par exemple) ;

55. Cette tendance est proche du *modèle industriel propre* de Gaglio *et al.* (2011).

2. La deuxième démarche est celle du développement des services de soutien au *développement durable*. Elle se décline également selon deux catégories :
 - des services de soutien à la dimension environnementale du développement durable (audit et conseil en énergie, services de distribution d'énergie / d'eau, etc.⁵⁶) ;
 - des services de soutien à la dimension sociale du développement durable (services de réinsertion sociale, agence pour l'emploi (ANPE), sécurité sociale, etc.) ;
3. La troisième démarche est celle où des services se substituent aux biens pour satisfaire certaines fonctions⁵⁷ : pour le déplacement, par exemple, l'accès à un service de transport, comme les transports en commun ou l'autopartage, peut être substitué à la possession d'une voiture.

Un certain nombre de facteurs peuvent cependant freiner le développement des services *durables*. Tel est le cas, notamment, du coût des transformations à mettre en œuvre (les coûts d'investissement, mais aussi le temps de retour sur l'investissement, les capacités d'emprunts, etc.). Par ailleurs, si l'objectif de l'entreprise est d'attirer le consommateur, elle peut n'adopter que la *façade* de la durabilité. Les consommateurs ne sont, généralement, pas en mesure d'évaluer eux-mêmes les réelles répercussions des services sur l'environnement ou la société. C'est pour lutter contre cette asymétrie d'information que des labels sont mis en place comme le label européen AB pour le bio, etc. Mais, là encore, les consommateurs doivent faire confiance aux labellisateurs. Ces derniers subissent des pressions importantes des lobbyistes. En outre, une multitude de labels se sont développés, plus ou moins sérieux, certains n'ayant aucune réelle signification. Certaines entreprises laissent penser par l'utilisation adroite d'une sémiotique évoquant l'environnement ou l'écologie (champ lexical de l'écologie, pictogrammes verts, etc.) qu'elles ont adopté une démarche de réduction de leur pression sur l'environnement, dans le but d'attirer des consommateurs sensibilisés, qui n'auraient pas la possibilité de se renseigner plus en détail sur le produit.

4.2 Les barrières à l'efficacité énergétique des services *durables*

Les *barrières à l'efficacité énergétique* ont fait l'objet de nombreux travaux (Jaffe et Stavins, 1994 ; Sorrell *et al.*, 2004 ; Cooremans, 2007). Le potentiel inexploité (les investissements théoriquement rentables non réalisés) est généralement expliqué par différents facteurs :

56. Ces services ont aussi une dimension sociale. En tant que service public ils doivent garantir l'accès à tous, à un même prix.

57. Cette démarche correspond au développement des *produits-services* que nous avons examiné dans la section 1.3.

- les défaillances de marché (non prise en compte des externalités, information imparfaite, etc.);
- les barrières de marché (coûts cachés, risques, difficultés d'accès au capital);
- le contexte interne et externe à l'entreprise (la culture d'entreprise, la demande des clients, le comportement des concurrents, le contexte juridique, etc.);
- les agents impliqués (définition de la stratégie de l'organisation et de l'orientation des projets par les managers, la rationalité limitée des décideurs, etc.);
- les caractéristiques de la décision (les solutions disponibles et leur complexité, l'origine de la proposition d'investissement, les incertitudes sur le projet, etc.).

Dans le cas spécifique des services, il semble que le fait que la question de l'énergie soit perçue comme non stratégique soit un obstacle majeur aux investissements (Cooremans, 2007). Le peu d'intérêt pour la question de l'énergie peut s'expliquer, en partie, par le faible coût des consommations d'énergie pour l'entreprise de services, tout au moins comparativement aux coûts d'exploitation et aux frais de personnel (Mairet, 2009).

Le faible coût des consommations d'énergie entraîne une méconnaissance de leur montant de la part des entreprises tertiaires et une tendance à n'accorder qu'un faible pouvoir à la personne en charge de l'énergie (Cooremans, 2007 ; Mairet, 2009). Par conséquent, cette personne n'a souvent pas les moyens d'influencer les décisions de l'entreprise, notamment face aux commerciaux (Cooremans, 2007). Plus globalement, les entreprises de services manquent de compétences dans le domaine de l'énergie et de temps pour analyser les potentiels d'efficacité énergétique (Schleich, 2009). Toute décision d'améliorer les performances énergétiques du service entraînerait donc des coûts de transaction élevés (Mairet, 2009).

Par ailleurs, les consommations d'énergie dans les services sont diffuses (les ordres de grandeur des consommations associées aux différents usages⁵⁸ sont similaires, contrairement à l'industrie, par exemple, où les consommations d'énergie découlent principalement du processus de production) et à chaque usage de l'énergie correspond des technologies et un marché spécifique. Un projet d'efficacité énergétique est donc complexe et incertain, puisqu'il nécessite une coordination de l'ensemble des agents du service et une communication entre eux. Sa complexité et son incertitude sont des obstacles à sa mise en œuvre. Ainsi, Schleich (2009) a montré, dans le cas de l'Allemagne, que le manque de connaissance concernant la répartition des consommations d'énergie entre énergie thermique et énergie électrique est une barrière significative à l'efficacité énergétique.

58. Les principaux usages de l'énergie sont le chauffage, l'éclairage, l'eau chaude sanitaire, la cuisson, l'informatique, etc.

Le faible intérêt des entreprises de services pour les consommations d'énergie peut, également, avoir des répercussions sur le comportement d'autres acteurs. Jusqu'à récemment, les loueurs ou vendeurs d'immobilier tertiaire ne pouvaient pas en valoriser les performances énergétiques et n'étaient donc pas incités à concevoir des bâtiments performants (Mairet, 2009). Ils étaient victimes d'un biais de sélection adverse. Récemment, le succès, pour les constructions neuves, des labels énergétiques de type BBC, BREEAM, LEED semble indiquer un changement de situation. Des études sur des marchés de l'immobilier plus mûrs en matière de certification environnementale, comme le marché américain, ont montré que les immeubles de bureaux certifiés se louent en moyenne plus cher, plus facilement (ils ont un taux d'occupation supérieur) et qu'ils se revendent à un prix plus élevé (Carassus, 2011). Un certain nombre de travaux font, aujourd'hui, l'hypothèse de l'existence d'une *valeur verte* de l'immobilier performant (Carassus, 2011 ; Chotard *et al.*, 2011).

Finalement, jusqu'à récemment, lors de la location d'un bâtiment (cette situation est assez fréquente dans le tertiaire, notamment pour les bureaux, dont près de la moitié de la surface est en location), l'entreprise de services avait accès à peu d'informations concernant le bâtiment loué et ses performances énergétiques. À cette asymétrie d'information s'ajoutait le dilemme propriétaire/locataire : les propriétaires ne sont pas incités à mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique dans les locaux qu'ils louent puisqu'ils ne bénéficient pas des gains correspondants. Ces éléments constituaient des obstacles supplémentaires à la performance énergétique du service. Cependant, depuis quelques années, des mesures ont été prises pour réduire ces obstacles. Il s'agit, par exemple, de l'étiquette énergétique et surtout, plus récemment, du *bail vert*⁵⁹.

5 Conclusion

Le secteur des services est un secteur en mouvement. Un certain nombre de *grandes tendances* sont à l'œuvre, qui ont potentiellement des répercussions sur les consommations d'énergie. La tendance à l'extension du périmètre des services correspond à la transformation d'un certain nombre d'activités ou de produits (fonctions de services au sein des entreprises industrielles, services réalisés dans la sphère domestique, biens dont l'on vend la propriété) en services marchands. Du point de vue des consommations d'énergie, elle se traduit par l'accroissement du périmètre des consommations d'énergie relatives au secteur tertiaire et donc par l'accroissement des consommations d'énergie tertiaire dans les

59. Le *bail vert* est une annexe environnementale du bail classique. Il concerne l'immobilier de bureaux et de commerce et il est obligatoire depuis début 2012. Il lie les intérêts des propriétaires et des locataires en matière de consommations d'énergie, obligeant, par exemple, les propriétaires à informer les locataires des performances énergétiques du bâtiment ou les locataires à ne pas dépasser un certain niveau de consommation et à accepter les travaux de rénovation.

statistiques énergétiques. À l'échelle de l'ensemble des consommations d'énergie du pays, il est difficile de déterminer si cette tendance peut permettre ou non des gains énergétiques.

Les dynamiques de régression/diversification des services traduisent l'orientation de certains services vers la simplification de leur offre et d'autres, au contraire, vers la diversification et l'amélioration de la qualité. Certains, enfin, conjuguent une offre simplifiée et une offre sur mesure. À l'échelle d'un établissement, la simplification des services semble être un facteur de réduction des consommations d'énergie, alors que leur diversification entraîne plutôt une hausse des consommations d'énergie. Cependant, les services rendus ne sont plus les mêmes et la comparaison est problématique.

Une autre tendance concerne l'interaction entre prestataires et clients. Elle se traduit par le développement des services à domicile et des services à distance. Le développement des services à domicile participe du développement des services à la personne. Les services à domicile sont, également, adaptés à la prise en charge des soins de longue durée (maladies chroniques, soins et assistance aux personnes âgées). Du point de vue des consommations d'énergie, cette tendance entraîne une évolution des consommations d'énergie pour les déplacements, mais aussi dans les bâtiments.

Finalement, la dernière tendance correspond à la mise en œuvre de la logique de développement durable dans les services, principalement sous la forme d'une réduction de la pression des services sur l'environnement. Cette tendance n'induit pas nécessairement des gains en termes énergétiques, parce que la démarche ne vise pas nécessairement la réduction des consommations d'énergie et parce qu'il existe de *barrières* à l'efficacité énergétique.

Au total, pour réfléchir à l'évolution des consommations d'énergie, il est nécessaire de tenir compte, non seulement de l'augmentation de la demande de services, mais aussi des décisions des ménages et des entreprises, quant à la façon de satisfaire ces besoins (par l'autoproduction, l'achat de biens ou le recours à des services). Il faut également tenir compte de la dynamique d'innovation dans les offres de services. Des données supplémentaires sur les consommations d'énergie des différents types de services sont nécessaires pour être en mesure de proposer des scénarios de développement des services et d'estimer les répercussions énergétiques.

Ce chapitre met en évidence le manque de travaux portant sur l'analyse des répercussions énergétiques de chacune des dynamiques d'innovation dans les services. Plus généralement, il souligne le besoin d'un outil d'analyse des répercussions énergétiques des innovations dans les services. Le chapitre suivant est consacré à un tel cadre analytique.

Chapitre 4

Innovation dans les services et consommation d'énergie : un cadre d'analyse

Dans un contexte de raréfaction des ressources énergétiques fossiles, de dégradation de l'environnement, et de tertiarisation de l'économie, il est important de s'intéresser aux répercussions de l'innovation dans les services sur les consommations d'énergie, ainsi qu'aux conséquences potentielles d'un renforcement des contraintes énergétiques sur l'innovation dans les services. Pourtant, dans le chapitre précédent nous avons souligné la rareté des travaux consacrés à ces questions. En particulier, il n'existe pas, à notre connaissance, de travaux théoriques consacrés à l'analyse systématique des liens entre l'innovation et l'évolution des consommations d'énergie dans le secteur des services. Notre objectif est de proposer une grille d'analyse qui rend compte de la diversité et de la complexité de ces liens.

Dans ce chapitre, nous abordons la question des relations entre l'innovation dans les services et l'évolution des consommations d'énergie selon une approche *intégratrice*. Cette approche, que nous définirons plus précisément, permet de rendre compte de toutes les formes d'innovations, qu'elles soient technologiques ou non technologiques et elle s'applique à l'ensemble des produits (biens ou services). Elle se justifie notamment par le fait que, comme nous l'avons souligné dans le chapitre précédent, les différences entre biens et services s'amenuisent et que les innovations dans les services dépassent largement le périmètre des innovations technologiques.

Après une revue de la littérature sur les relations entre les questions d'innovation et d'énergie dans le secteur des services (section 1), nous consacrons la seconde section de ce chapitre à la proposition d'une nouvelle définition du produit, en termes de caractéristiques, appliquée à l'analyse des consommations d'énergie. En nous appuyant sur une

analyse de la formation de la demande d'énergie dans les services, nous suggérons un certain nombre d'amendements de la représentation proposée par Gallouj et Weinstein (1997). Dans la dernière section, nous mettons en évidence les liens entre l'innovation dans les services et l'évolution des consommations d'énergie, ce qui nous permet d'identifier différentes logiques d'innovation, du point de vue de l'évolution des consommations d'énergie (section 3).

1 Le traitement de la relation innovation-énergie dans la littérature

Dans cette première section, nous proposons d'évaluer dans quelle mesure la littérature consacrée à l'innovation dans les services se préoccupe des répercussions énergétiques de ces innovations. Nous montrons que cette littérature (croissante) n'aborde que très rarement la problématique énergétique.

Nous commençons par dresser un rapide bilan de la littérature consacrée à la question des innovations dans les services, dans le champ de l'économie et de la gestion (section 1.1). Nous cherchons, dans un second temps, à identifier les travaux abordant les répercussions énergétiques des dynamiques d'innovation dans les services (section 1.2).

1.1 L'innovation dans les services : un bilan de la littérature

Les travaux consacrés à la problématique de l'innovation ont longtemps principalement concerné le secteur industriel, les services étant considérés comme *stagnants*, incapables de gains de productivité significatifs (Baumol, 1967 ; Fourastié, 1963). Cette phase de méconnaissance de l'innovation dans les services est aujourd'hui dépassée. Il est désormais reconnu que les services sont capables d'innover, éventuellement sous des formes particulières. Les difficultés d'identification de l'innovation dans les services s'expliquent par certaines spécificités de ces activités, notamment le caractère intangible de leur produit (Djellal et Gallouj, 2008). Leur produit est, en effet, difficile à identifier, et à distinguer des facteurs de production. Par ailleurs, ses effets s'exercent dans le temps. Ainsi, le résultat immédiat du service (l'acte de soin, par exemple) est différent de l'effet attendu à moyen ou long-terme (la guérison). Depuis le milieu des années 80, le champ de l'économie de l'innovation s'est ouvert aux activités de services et la littérature sur le sujet est, aujourd'hui, relativement abondante. Gallouj (1994) (voir aussi Djellal et Gallouj (2010) ; Gallouj et Savona (2009)) a proposé de rendre compte de cette littérature en distinguant trois perspectives différentes, qui correspondent à l'évolution historique de la littérature et qui traduisent des liens divers avec l'innovation industrielle : l'*assimilation*, la *différenciation* et l'*intégration*.

L'approche *assimilationniste* ou *technologiste* (selon la terminologie introduite par Gallouj (1994)) est la plus ancienne et elle est celle qui regroupe le plus de travaux. Elle s'appuie sur l'idée que l'innovation est essentiellement technologique et que l'innovation dans les services est similaire à l'innovation industrielle. De ce point de vue, l'innovation dans les services se réduit, souvent, à l'adoption par les services des innovations technologiques réalisées dans le secteur industriel (Barras, 1986 ; Miozzo et Soete, 2001).

L'approche en termes de *différenciation* ou approche *servicielle* réunit un certain nombre de travaux qui dénoncent le caractère biaisé de la perspective *technologiste* et qui cherchent à identifier des formes d'innovation spécifiques aux services (Desai et Low, 1987 ; Gallouj, 1991 ; Djellal et Gallouj, 2006 ; Miles, 2007). Les approches *servicielles* ont commencé par analyser les innovations non technologiques dans les services intensifs en connaissances (les *Knowledge Intensive Business Services*), avant de généraliser leurs investigations à l'ensemble des services.

La perspective *intégratrice* est la plus récente. Son objectif est de fournir un modèle théorique qui soit capable de rendre compte de toutes les formes d'innovation (qu'elles soient technologiques ou non technologiques), dans les services comme dans l'industrie. Cette approche se justifie par une tendance au brouillage des frontières entre les biens et les services, qui se manifeste de différentes manières dans les économies contemporaines. Les analyses intégratrices proposées s'appuient sur une approche Lancastérienne du produit, en termes de caractéristiques (Gallouj et Weinstein, 1997 ; Djellal et Gallouj, 2005 ; De Vries, 2006 ; Windrum et Garcia-Goni, 2008).

Les recherches sur l'innovation dans les services abordent principalement les trois questions suivantes : les formes de l'innovation, ses trajectoires et ses processus ou modes d'organisation. Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons, pour notre part, plus particulièrement aux trajectoires d'innovation. Les trajectoires d'innovation ont été analysées sous plusieurs angles : en particulier, les angles taxinomiques ou analytiques. Jusqu'au milieu des années 2000, ces travaux relevaient pour l'essentiel de l'approche *technologiste*.

Soete et Miozzo (1989) (voir aussi Miozzo et Soete (2001)) se sont inspirés des travaux de Pavitt (1984) pour proposer une taxonomie des services. Dans la proposition de Pavitt, toutes les activités de services sont regroupées dans une même catégorie, à savoir la catégorie *firmes dominées par les fournisseurs*. Soete et Miozzo (1989), pour leur part, identifient trois types de services (et donc trois types de trajectoires technologiques différentes) : les services *dominés par les fournisseurs* (services aux particuliers, services publics et sociaux, etc.), les services *en réseaux* (services de transport, de finance, d'assurance, de

télécommunication, de commerce, etc.) et les *fournisseurs spécialisés et les services fondés sur la science*¹. Dans les services *dominés par les fournisseurs*, l'innovation technologique est réalisée chez les fournisseurs, ces derniers appartenant généralement au secteur de l'industrie². L'adoption des technologies par ces services doit permettre la conception de nouveaux services et l'amélioration de leurs performances. Dans les services *en réseaux*, la technologie vient généralement du secteur de l'industrie, mais elle est parfois aussi produite en interne. Les innovations technologiques visent, ici, à diminuer les coûts et à permettre la mise en réseau des entreprises. Finalement, les *fournisseurs spécialisés et les services fondés sur la science* sont caractérisés par leur capacité d'innovation propre. Ces innovations ont pour objectif de permettre la conception de nouveaux services. D'autres auteurs ont proposé des taxonomies des services. S'inspirant des travaux de Mills (1986), Lakshmanan (1989) propose de distinguer trois types de services : les *service dispensers* (services de télécommunication, de commerce, de restauration rapide, etc.), les services *task-interactive* (services financiers, juridiques, comptables, etc.) et les services *personal-interactive* (services de santé, de sécurité, etc.). Les services du premier groupe suivent une trajectoire technologique *naturelle* (au sens de Nelson et Winter (1982)), c'est-à-dire qu'ils adoptent les nouvelles technologies dans le but de s'automatiser et de réaliser des économies d'échelle, tandis que les services des deux autres groupes adoptent les innovations technologiques dans le but de réduire leurs coûts de communication et les asymétries d'information avec le client. À partir de l'enquête CIS2 en Italie pour la période 1996-1995, Evangelista et Savona (2003) valident empiriquement une typologie des services relativement similaire à celle de Soete et Miozzo (1989), en distinguant : les services *utilisateurs de technologie*, les services *basés sur la science et la technologie*, les services *utilisateurs de TIC*.

Les taxonomies présentent l'avantage de tracer les grandes lignes de l'évolution d'un secteur. Mais, la principale limite de ces travaux réside dans leur conception techno-centrée de l'innovation. Par ailleurs, certaines catégories de la taxonomie peuvent être remises en question. En particulier, aujourd'hui, la plupart des services ont recours aux TIC et beaucoup se développent en réseaux (les chaînes hôtelières, par exemple)³. Finalement, dans les travaux taxinomiques que nous venons de citer, les services sont analysés selon leur activité principale. Pourtant, si l'on se réfère notamment à l'approche fonctionnelle des services (Gadrey, 1991 ; Djellal et Gallouj, 2005), les services sont en réalité composés de plusieurs groupes d'opérations et il semble légitime de penser que chacun de ces groupes

1. Les KIBS (Knowledge Intensive Business Services) sont un exemple de cette dernière catégorie.

2. Dans le cas des services publics et sociaux, les auteurs envisagent que les fournisseurs correspondent à d'autres services, notamment les KIBS.

3. À l'époque où Soete et Miozzo (1989) et Lakshmanan (1989) ont proposé leur taxonomie, les TIC n'étaient pas encore bien développés dans tous les secteurs des services. Cela peut, en partie, expliquer pourquoi ils ont identifié une catégorie distincte, centrée sur les TIC.

d'opérations peut suivre sa propre trajectoire d'innovation et qu'ainsi, une firme ou un secteur donné peuvent évoluer selon plusieurs trajectoires différentes, complémentaires ou concurrentes.

Parallèlement à ces approches taxinomiques, certains auteurs proposent une approche plus analytique des trajectoires d'innovation dans les services. C'est le cas, notamment, de Barras (1986, 1990). Sur la base d'un important travail empirique réalisé dans les services financiers et les services publics, il définit un modèle théorique de l'innovation dans les services, inspiré de la théorie du cycle du produit, élaborée par Kuznets (1953). Son modèle est qualifié de *cycle inversé du produit* (*Reverse Product Cycle*, RPC) car il décrit un cycle d'innovation pour les services allant dans le sens inverse de celui des biens. L'innovation technologique est le stimulus déclenchant le RPC. La première phase du cycle d'innovation est caractérisée par la domination de l'innovation de process incrémentale⁴ : pendant cette première phase, l'entreprise innovante cherche à diminuer ses coûts de prestation du service et à exploiter les économies d'échelle. La seconde phase est dominée par l'innovation de process radicale⁵, l'entreprise innovante cherchant ici à améliorer la qualité plutôt que l'efficacité de la prestation. La dernière phase correspond à une innovation radicale de produit⁶, pour capter un nouveau marché.

La principale limite de l'ensemble de ces approches, qu'elles soient taxinomiques ou analytiques, est leur biais technologique. En effet, bien que ces études commencent à mentionner des formes d'innovations non technologiques (organisationnelles notamment) ou à intégrer le fait qu'une partie des innovations (essentiellement technologiques) peut avoir lieu dans les services (dans les KIBS principalement), dans l'ensemble de ces travaux, la technologie reste le facteur déclenchant de l'innovation dans les services.

Un certain nombre de travaux récents, portant sur les trajectoires d'innovation dans les services, ont cherché à dépasser cette limite. Ils relèvent de l'approche *intégratrice*. Galouj (1999) propose ainsi, à partir d'une définition élargie des services tenant compte des différentes facettes de la prestation de service (les opérations de transformation matérielles, de traitement de l'information, de traitement des connaissances et les opérations relationnelles⁷), de repenser les trajectoires d'innovation et d'enrichir les taxonomies évolutionnistes. Chacune des facettes de la prestation de service peut faire l'objet d'innovation et évoluer selon une trajectoire spécifique : trajectoire *matérielle*, trajectoire *information-*

4. Une innovation de process incrémentale correspond à l'utilisation de technologies innovantes, produites dans l'industrie, pour transformer, de manière incrémentale, la façon de réaliser un service.

5. Une innovation de process radicale correspond à l'utilisation des nouvelles technologies, pour transformer, de manière radicale, la façon de réaliser un service.

6. L'innovation radicale de produit correspond à la production d'un nouveau service.

7. Cette définition de la prestation de service a été présentée dans la section 3.1 du chapitre 1.

nelle, trajectoire *méthodologique*, trajectoire *relationnelle* et trajectoire *servicielle*. À titre d'exemple, la trajectoire *matérielle* correspond à la trajectoire naturelle (selon la terminologie de Nelson et Winter (1982)) de mécanisation croissante et d'exploitation des économies d'échelle. Les trajectoires peuvent, également, être un peu plus complexes, combinant plusieurs trajectoires unidimensionnelles ou traduisant l'évolution du poids relatif des différentes facettes du service (tableau 4.1).

Djellal et Gallouj (2005) proposent d'appliquer cette réflexion aux services architecturaux, c'est-à-dire aux services constitués d'un assemblage de services élémentaires comme les services hospitaliers, la grande distribution, etc. (tableau 4.2). Ils identifient alors de nouvelles logiques d'innovation : les logiques d'innovation *extensive* et *régressive*, la logique d'innovation intensive et la logique d'innovation *combinatoire*. Les premières correspondent à l'ajout ou à la suppression de services élémentaires (S_i , correspondant à une ligne du tableau 4.2). La logique d'innovation *intensive* correspond à l'innovation au sein d'un service élémentaire S_i , c'est-à-dire à une action sur les compétences ou les technologies (les colonnes du tableau 4.2). Cette logique *intensive* peut s'exprimer selon cinq trajectoires : la trajectoire *matérielle*, la trajectoire *informationnelle*, la trajectoire *méthodologique*, la trajectoire *relationnelle* et la trajectoire *servicielle*. La logique d'innovation *combinatoire*, quant à elle, correspond à la combinaison de plusieurs logiques pures, par exemple, l'adjonction d'un service élémentaire (logique *extensive*) simultanément à l'intensification technologique (logique *intensive*, trajectoire *matérielle*).

Ces travaux permettent de rendre compte de l'ensemble des trajectoires d'innovation envisageables dans les services. Mais, ils ne permettent pas, en l'état, de rendre en compte de leurs répercussions sur les consommations d'énergie, ni des conséquences potentielles d'un renforcement des contraintes énergétiques sur l'innovation dans les services.

1.2 Les répercussions énergétiques des dynamiques d'innovation dans la littérature

Comme nous l'avons constaté dans le chapitre 3, peu de travaux scientifiques sont consacrés aux répercussions des dynamiques d'innovation que nous avons identifiées. Dans cette section, notre objectif est de rendre compte de façon plus systématique des travaux existants, afin d'identifier, d'une part, les informations sur lesquelles nous appuyer pour la suite de nos travaux et, d'autre part, les manques à combler.

Nous choisissons de rendre compte de la littérature concernant les conséquences énergétiques de l'innovation dans les services à travers la même grille de lecture que précé-

TABLEAU 4.1 – La variété des trajectoires d'innovation dans les services

Configuration	Nature du produit	Types de trajectoires
Unidimensionnelle	Une seule composante du produit est envisagée	Chacune des trajectoires génériques constitue le sentier d'évolution exclusif d'une forme ou d'un secteur : trajectoires <i>matérielles</i> : $\Delta M(S)$, trajectoires <i>informationnelles</i> : $\Delta I(S)$, trajectoires <i>méthodologiques</i> : $\Delta K(S)$, trajectoires <i>relationnelles</i> : $\Delta R(S)$, trajectoires <i>servicielles</i> : $\Delta C(S)$.
Combinatoire	Les différentes composantes du produit sont envisagées	Les différentes trajectoires génériques coexistent au sein d'une même firme ou d'un même secteur sans interférer (coexistence séparée) : $[\Delta M(S) + \Delta I(S) + \Delta K(S) + \Delta R(S) + \Delta C(S)]$ Les trajectoires sont complémentaires et indissociables (hybrides) : $\Delta[M(S) + I(S) + K(S) + R(S) + C(S)]$
Evolutionnaire	Les différentes composantes du produit sont envisagées à travers l'évolution de leur poids relatif dans le temps	La sédimentation : la montée en puissance d'une trajectoire d'exclut pas les autres $\Delta M(S) \rightarrow [\Delta M(S)] + \Delta I(S) \rightarrow [\Delta M(S) + \Delta I(S)] + \Delta K(S)$ etc. L'exclusion : la montée en puissance d'une trajectoire exclut les autres $[\Delta M(S) \rightarrow \Delta I(S) \rightarrow \Delta K(S) \rightarrow \Delta R(S) \rightarrow \Delta C(S)]$ La détermination : l'évolution d'une trajectoire détermine celle d'une autre $[\Delta M(S) \Rightarrow \Delta I(S)]$ ou $[\Delta C(S) \Rightarrow \Delta I(S)]$

D'après Gallouj (1999)

TABLEAU 4.2 – Une grille d'analyse de la prestation de service architectural

Services élémentaires	Compétences mobilisées	Opérations de services et technologies associées				Caractéristiques de services
S_i	C	M	I	K	R	Y
		Opérations matérielles	Opérations informationnelles	Opérations méthodologiques	Opérations de service en contact	
S_1						
S_2						
...						
S_n						

D'après Djellal et Gallouj (2005)

demment, à savoir la grille *assimilation, différenciation, intégration*, proposée par Gallouj (1994, 2002) pour l'innovation dans les services.

Une première famille de travaux aborde principalement les répercussions énergétiques de la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique (consistant majoritairement en l'amélioration du rendement des technologies) ou de la *technicisation* des activités de services, avec notamment la pénétration des technologies de l'information et de la communication ou de la climatisation. Ces travaux sont, pour une grande majorité, des rapports techniques ayant pour objet de guider les entreprises tertiaires à réduire leurs consommations d'énergie (Filfi et al., 2006 ; PERIFEM, 2010 ; ANAP, 2011 ; Dujin *et al.*, 2011). Un certain nombre de travaux plus théoriques portent sur les répercussions du développement des TIC sur l'environnement et notamment sur les consommations d'énergie, mais ils ne portent pas exclusivement sur le secteur tertiaire (Romm *et al.*, 1999 ; Berkhout et Hertin, 2001 ; Faucheux *et al.*, 2002 ; Collard *et al.*, 2005). Ces travaux mettent en évidence plusieurs effets du développement des TIC, à savoir, notamment, des effets négatifs liés à la hausse du taux d'équipement et des effets positifs associés à l'optimisation des processus permise par ces équipements, mais également des effets plus indirects (tableau 4.3). Les effets indirects sont, notamment, liés aux répercussions du développement des TIC sur l'organisation de l'activité dans les services. Ainsi, par exemple, Romm *et al.* (1999) rendent compte de l'impact des TIC sur l'évolution de la surface nécessaire aux activités tertiaires. Les TIC permettent d'optimiser la surface, en réduisant le besoin de surface de vente avec le développement des services sur Internet, en réduisant le besoin de surface de stockage avec l'organisation de l'approvisionnement en *just in time*, ou encore en réduisant le besoin de bureaux avec le développement du télétravail. Les TIC permettent également de réduire le besoin de déplacement, grâce au développement du télétravail, des téléconférences, etc.

TABLEAU 4.3 – Les effets des TIC sur l'environnement

	Effets positifs	Effets négatifs
1er ordre	Applications environnementales des TIC <i>Extinction automatique des équipements</i>	Impacts environnementaux du cycle de vie des TIC <i>Consommations d'énergie directes et énergie incorporée</i>
2nd ordre	Changements dans la structure de l'activité (gains d'efficacité) <i>Optimisation de la chaîne logistique</i>	Substitution incomplète <i>Substitution incomplète des télécommunications à la communication papier</i>
3ème ordre	Changement de mode de vie <i>Consumérisme vert</i>	Effet rebond <i>Croissance des voyages longue distance</i>

D'après Berkhout et Hertin (2001)

Du point de vue de la problématique de l'innovation, ces travaux s'inscrivent dans une perspective *technologiste*. En effet, ils se limitent à l'analyse des innovations technologiques, correspondant à l'introduction de nouvelles technologies (TIC, climatisation, etc.) ou à l'amélioration du rendement des technologies existantes.

Une seconde famille de travaux, consacrée aux répercussions énergétiques du développement de certaines formes nouvelles de services, a vu le jour depuis quelques années. Les travaux que nous avons identifiés, concernent principalement deux dynamiques d'innovation : le développement du e-commerce (principalement non-alimentaire) et le développement des produits-services, en particulier les solutions d'autopartage. Nous avons rendu compte de leurs principales conclusions dans le chapitre précédent. Les travaux portant sur le développement du e-commerce non-alimentaire comparent les consommations d'énergie (ou, parfois, plus généralement la pression sur l'environnement) induites par une transaction de commerce traditionnel et une transaction de e-commerce (Cairns, 1997 ; Bratt et Persson, 2001 ; Reijnders et Hoogeveen, 2001 ; Fichter, 2002 ; Matthews *et al.*, 2002 ; Siikavirta *et al.*, 2003 ; Williams et Tagami, 2003 ; Edwards *et al.*, 2010). Ils s'intéressent tout particulièrement aux consommations d'énergie associées aux déplacements, bien qu'ils tiennent généralement compte également des consommations d'énergie dans les bâtiments de commerce (magasins et entrepôts). Ils concluent, globalement, que le e-commerce est une solution moins consommatrice d'énergie que le commerce traditionnel, car il permet de réduire le nombre de déplacements nécessaires et d'optimiser les déplacements restants. Les travaux portant sur le développement de l'autopartage comparent les consommations d'énergie annuelles associées aux déplacements d'un individu pratiquant l'autopartage à celles d'un individu utilisant d'autres formules de déplacement (Baum et Pesch, 1994 ; Harms et Truffer, 1998 ; Meijkamp, 1998 ; Ryden et Morin, 2005 ; Jemelin et Louvet, 2007). Leur principale conclusion est que le développement de l'autopartage devrait permettre une réduction des consommations d'énergie, principalement du fait de la réduction du besoin d'équipements.

Ces travaux s'inscrivent dans une perspective *servicielle*. Ils s'intéressent à des formes d'innovations qui dépassent les simples innovations technologiques. Mais ils se focalisent sur un type de service et une dynamique d'innovation particulière.

Dans ce travail, notre objectif est d'aborder la question des relations entre l'innovation dans les services et l'évolution des consommations d'énergie de façon systématique, pour l'ensemble des services, y compris ceux à la frontière entre les biens et les services, par exemple, les produits-services. Cette approche générale (dont, à notre connaissance, il n'y a pas d'application dans la littérature) doit permettre de prendre en compte toutes les formes d'innovations, qu'elles soient technologiques ou non technologiques et d'envisager

pour chacune d'entre elles ses répercussions énergétiques. Nos travaux s'inscrivent donc dans une perspective *intégratrice*.

2 Une représentation des services adaptée à l'analyse des dynamiques d'innovation et de leurs répercussions énergétiques

L'objet de cette seconde section est de proposer un cadre théorique pour l'analyse des trajectoires d'innovation dans les services et de leurs répercussions énergétiques, selon une approche *intégratrice*. Les travaux existants concernant les trajectoires d'innovation ne permettent pas, en l'état, nous semble-t-il, de rendre compte de la question des consommations d'énergie. Nous choisissons donc de revenir à la définition des services, d'y intégrer la dimension énergétique et, à partir de cette représentation, de proposer un nouveau modèle d'analyse des dynamiques de l'innovation dans les services.

Nous nous appuyons, dans ce cadre, sur les travaux de Gallouj et Weinstein (1997), consacrés à la définition d'un produit (bien ou service), en termes de caractéristiques. Après un bref rappel de la manière dont les auteurs représentent le service et de l'intérêt d'une telle approche pour appréhender la question des consommations d'énergie des services et de leur évolution (section 2.1), nous suggérons un certain nombre d'adaptations susceptibles de traduire la dynamique des consommations d'énergie (section 2.2). Finalement, nous proposons une nouvelle représentation des services par les caractéristiques, qui met en évidence les liens entre l'innovation et les consommations d'énergie dans les services (section 2.3).

2.1 La représentation générale du produit en termes de caractéristiques

Les analyses intégratrices de l'innovation en termes de caractéristiques trouvent leurs fondements dans les travaux précurseurs de Saviotti et Metcalfe (1984). En intégrant certaines hypothèses de la nouvelle théorie du consommateur (Lancaster, 1966) dans un cadre théorique évolutionniste, ces auteurs (dont l'objectif est la mesure du changement technique) proposent de représenter tous biens matériels par la mise en correspondance de deux types de vecteurs de caractéristiques : un vecteur des caractéristiques de services et un vecteur des caractéristiques techniques. L'innovation est, alors, envisagée en termes d'évolution des caractéristiques. Gallouj et Weinstein (1997) (voir aussi Gallouj (2002)) considèrent que, dans la mesure où les services eux aussi «rendent des services» et

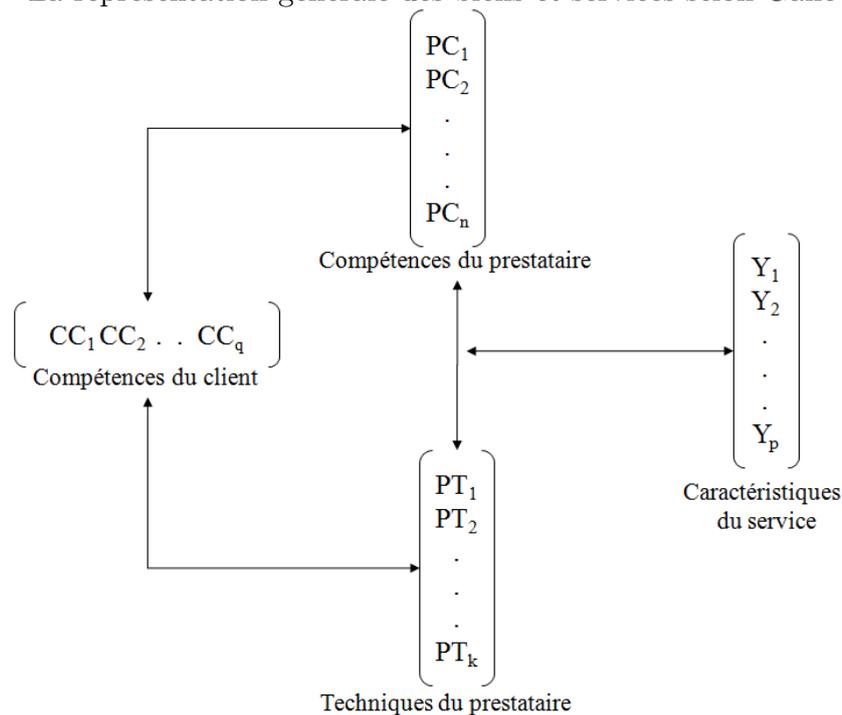
qu'ils peuvent mobiliser des techniques, on peut leur appliquer une telle représentation. Ils proposent donc d'enrichir la représentation en termes de caractéristiques afin de pouvoir rendre compte non seulement des biens, mais aussi des services. Cet enrichissement suppose de prendre en compte les spécificités des services, en particulier leur (possible) immatérialité et leur interactivité (la participation du client à la production du service).

La représentation du produit (bien ou service) suggérée par Gallouj et Weinstein (1997) est illustrée par la figure 4.1. Outre les deux vecteurs des caractéristiques techniques et de services présents chez Saviotti et Metcalfe (1984), elle comporte deux nouveaux vecteurs : un vecteur des compétences des prestataires et un vecteur des compétences des clients. Le vecteur des caractéristiques de services est composé des caractéristiques principales (qui justifient le recours au service), mais aussi de caractéristiques complémentaires (qui améliorent les performances des précédentes) et d'externalités. Le vecteur des caractéristiques techniques est défini comme l'ensemble des techniques utilisées pour réaliser le produit. Ces techniques peuvent être tangibles (du matériel informatique, de logistique, ou de coiffure, par exemple) ou intangibles (un instrument mathématique, une méthode de travail, etc.). Elles sont codifiées, transmissibles et indépendantes des individus. Les compétences, au contraire, sont incorporées à l'individu, à un groupe d'individus ou encore à une organisation. Elles sont le fruit de sa formation, de son expérience, de ses interactions, etc. Elles sont, le plus souvent tacites, et difficilement transmissibles. D'ordre scientifique, technique, opérationnel ou relationnel, elles sont mobilisées pour utiliser les techniques ou directement pour réaliser le service. La prestation de services nécessite non seulement la mobilisation de compétences de la part du prestataire, mais également de la part du client, qui coproduit généralement le service. La coproduction qui est une caractéristique importante du service peut, ainsi, être représentée par l'articulation de ces deux vecteurs de compétences.

La représentation des services en termes de caractéristiques est une construction théorique qui permet de passer de la problématique du produit à celle de l'innovation. L'innovation est, alors, envisagée en termes de dynamique des caractéristiques : ajout, suppression, évolution, etc. À partir de cette représentation générale des produits, Gallouj et Weinstein (1997) identifient six formes d'innovation :

- les innovations dites *radicales*, qui consistent en la création d'un réel nouveau produit, c'est-à-dire d'un tout nouveau système de vecteurs ;
- les innovations *incrémentielles*, qui consistent en l'ajout ou la suppression de caractéristiques de services, sans modification de la structure générale du système de vecteurs représentant le produit ;
- les innovations d'*amélioration*, qui consistent en l'augmentation de la valeur, du poids ou de la qualité de certaines caractéristiques de services, sans modification de la structure

FIGURE 4.1 – La représentation générale des biens et services selon Gallouj et Weinstein



Source : Gallouj et Weinstein (1997)

générale du système ;

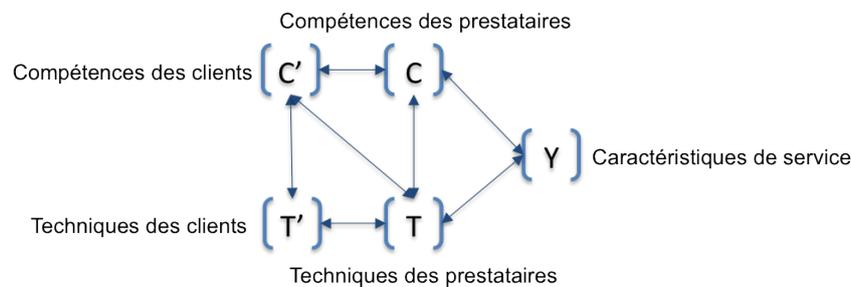
- les innovations de *formalisation*, qui consistent en la standardisation de caractéristiques existantes, notamment par la mise en place d'équipements, de logiciels ou de routines ;
- les innovations *architecturales* (ou de *recombinaison*), qui consistent en la combinaison de deux (ou plus) systèmes de vecteurs pour en former un nouveau, ou en la dissociation d'un système de vecteurs en plusieurs. L'innovation de recombinaison est une forme d'innovation incrémentielle où les caractéristiques de services ajoutées préexistent dans un autre produit ;
- les innovations *ad hoc*, qui consistent en la proposition d'une solution unique à un problème spécifique, posé par une client, et coproduite avec lui.

Le modèle de Gallouj et Weinstein (1997) présente plusieurs propriétés utiles pour notre propos. Il est, en particulier, adaptable à l'étude des consommations d'énergie. En effet, les équipements, les comportements d'utilisation des équipements et les besoins de services, qui sont à l'origine des consommations d'énergie, sont plus ou moins explicitement présents dans le modèle. Les consommations d'énergie, elles-mêmes, peuvent être formulées en termes de caractéristiques de services. Il s'agit le plus souvent d'externalités, mais aussi parfois de caractéristiques dites complémentaires.

2.2 Des adaptations pour prendre en compte les consommations d'énergie

Pour adapter le modèle initial de Gallouj et Weinstein (1997) à l'étude des répercussions énergétiques des innovations, nous retenons l'amendement proposé par De Vries (2006) (et repris depuis par Gallouj et Savona (2010)), à savoir l'ajout des caractéristiques techniques du client (figure 4.2). L'adjonction des caractéristiques techniques des clients est nécessaire, parce que l'interface client/prestataire fait de plus en plus souvent intervenir les technologies du client, qui sont parfois à l'origine de consommations d'énergie. C'est le cas, notamment, dans les e-services où l'interaction s'effectue entre deux machines.

FIGURE 4.2 – La représentation générale des biens et services incluant les techniques des clients



Source : Gallouj et Savona (2010)

Nous proposons d'apporter plusieurs autres modifications à la représentation initiale. Ces modifications concernent les techniques (section 2.2.1), les compétences (section 2.2.2) et le périmètre du service (section 2.2.3).

2.2.1 Les techniques et le vecteur des caractéristiques techniques

Le vecteur des caractéristiques techniques est parfois appelé le vecteur des techniques, ce qui traduit une ambiguïté entre les artefacts techniques individuels (les techniques) et leurs composants internes (les caractéristiques techniques). Les services ne sont pas incorporés dans des composants techniques dont ils seraient indissociables. En revanche, ils peuvent mobiliser des outillages techniques qui pourraient, chacun, être décrits par la représentation de Saviotti et Metcalfe (1984) sous forme d'un vecteur de caractéristiques techniques et d'un vecteur de caractéristiques de services. Dans les services, il faudrait donc envisager un vecteur des techniques à deux dimensions : celles des techniques mobilisées (c'est-à-dire les outils techniques non incorporés) et celle des caractéristiques techniques internes (c'est-à-dire les composants techniques internes) de chacune de ces techniques. Pour sim-

plifier cependant, dans la suite de ce chapitre, nous ne faisons généralement mention que d'une seule dimension. On définira ainsi le vecteur des techniques comme l'ensemble des *outils techniques* mis en œuvre pour fournir le service.

Le terme de *techniques* regroupe à la fois des techniques tangibles et des techniques intangibles. Les techniques tangibles correspondent notamment à l'ensemble des équipements et des supports du service. Certaines de ces techniques tangibles sont consommatrices d'énergie (T_e). D'autres ne consomment pas directement d'énergie, mais influencent le besoin d'*énergie utile*. Elles correspondent principalement à des techniques renvoyant aux bâtiments (T_b). Les techniques intangibles correspondent, pour leur part, aux routines et méthodes de travail. Certaines techniques intangibles ont une influence directe sur les consommations d'énergie : les méthodes d'utilisation des techniques (M_e).

2.2.2 Les compétences

Nous proposons également d'élargir le sens des *compétences*. En effet, les caractéristiques de services ne sont pas simplement le résultat de la mobilisation conjointe des compétences et des techniques. Il existe une abondante littérature sur l'influence des comportements humains sur la demande d'énergie (Wilson et Dowlatabadi, 2007 ; Lutzenhiser, 1993 ; Van Raaij et Verhallen, 1983). Cette littérature converge vers l'idée que le comportement dépend non seulement des compétences au sens strict, mais aussi des compétences au sens large (c'est-à-dire des valeurs, des croyances, des normes, des habitudes) et des conditions extérieures.

Dans le vecteur *compétences*, nous proposons donc d'intégrer l'ensemble des *caractéristiques* des individus dont dépend leur comportement⁸. Comme dans la représentation de Gallouj et Weinstein (1997), ces caractéristiques sont le résultat des expériences, formations et autres interactions des individus. Elles sont, le plus souvent, tacites et difficiles à transmettre.

2.2.3 Le périmètre des services

La plupart des travaux théoriques en sciences économiques, consacrés à la définition des activités de services, concernent, ce que nous avons appelé dans le chapitre 1, *l'intervention* de service (I), c'est-à-dire l'ensemble des activités de back-office et de front-office

8. Il est, bien sûr, entendu que le comportement ne dépend pas uniquement de ces caractéristiques, mais notamment aussi des méthodes ou routines dont dispose l'individu et qui sont, pour leur part, décrites dans le vecteur des techniques.

mobilisées pour rendre un service aux clients. C'est à la définition et à la conceptualisation de *l'intervention* de services que sont consacrés les travaux de Hill (1977, 1999), la métaphore du «triangle des services» (Gadrey, 2003), ou la décomposition fonctionnelle des services (Gadrey, 1991 ; Gallouj, 1999). Or, comme nous l'avons expliqué dans le chapitre 1, les services ne se limitent pas à *l'intervention* de service, et notamment lorsque l'on s'intéresse aux consommations d'énergie, il est particulièrement important d'élargir la définition des services et leur périmètre⁹.

L'intervention de service nécessite des interactions entre les prestataires, les clients et le support de la prestation de services, donc une certaine forme de *mise en présence* des différentes parties prenantes. Cette *mise en présence* (M_p) peut s'opérer par un déplacement en amont de l'intervention de service ou elle peut prendre la forme d'une mise en présence virtuelle sans déplacement par l'usage des TIC. Par ailleurs, l'intervention de services se déroule dans un (ou plusieurs) lieu(x) qui sont *mis en condition* pour accueillir le service : aménagement, nettoyage, chauffage, éclairage, etc. Une partie de ces activités de *mise en condition* (M_c) nécessite des consommations d'énergie, principalement le chauffage, l'éclairage et la climatisation des lieux où se déroule le service.

Ainsi, pour adapter la représentation par les caractéristiques de Gallouj et Weinstein (1997) à l'analyse de l'évolution des consommations d'énergie, il est nécessaire d'y intégrer la *mise en présence* et la *mise en condition* des locaux. Cette adaptation traduit un élargissement à la fois horizontal et vertical du périmètre traditionnel du service. L'intégration de la mise en présence traduit une extension horizontale du périmètre du service. Sa superficie est plus grande puisqu'elle prend en compte des activités jusque-là généralement exclues (la mobilité). L'intégration de la mise en condition des locaux traduit quant à elle une extension verticale : un niveau de détail plus fin sur les activités qui se situent dans le périmètre traditionnel du service. Il n'y a pas en théorie de difficulté à accepter ces trois catégories (I , M_p , M_c), mais, comme nous l'avons déjà mentionné dans le chapitre 1, les frontières entre elles peuvent être contingentes. Ainsi, dans le cas des services d'hébergement (hôtels, maisons de retraites, hôpitaux, établissements pénitentiaires), la frontière n'est pas claire entre les activités de *mise en condition* comme le chauffage, l'éclairage ou le nettoyage et les activités d'*intervention de services*¹⁰. Dans un service de transport,

9. Les travaux en sciences de gestion adoptent généralement aussi une définition élargie des services, et distinguent notamment les services de *cœur de métier* et les services de *soutien* (Shostack, 1977 ; Gronroos, 1990 ; Lovelock *et al.*, 2004).

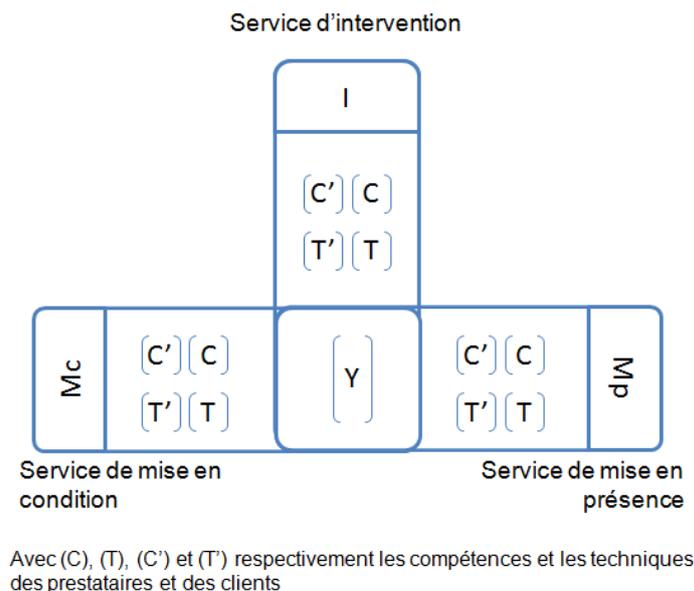
10. Une distinction similaire existe pour la définition des normes de consommation d'énergie des bâtiments BBC. On distingue, en effet, les usages *process* (qui correspondent à ce que nous appelons l'intervention) et les usages *non process* (comparables à la mise en condition). La définition des usages *process* et *non process* est propre à chaque sous-branche du secteur tertiaire. Elle est discutable et fait d'ailleurs l'objet de négociations serrées entre les pouvoirs publics et les professionnels de la sous-branche.

l'activité d'intervention est, pour l'essentiel, identique à l'activité de mobilité.

2.3 Une nouvelle représentation par les caractéristiques

Dans la représentation générale du produit, il faut donc ajouter au service d'*intervention*, un service de *mise en condition* et un service de *mise en présence*. Le service global (figure 4.3) est ainsi la combinaison de trois services élémentaires, qui peuvent être, chacun, envisagés dans les termes d'une représentation par les caractéristiques. Pour chaque service élémentaire, les consommations d'énergie peuvent être envisagées comme des termes du vecteur des caractéristiques de services : des caractéristiques complémentaires ou des externalités. Elles sont le résultat des interactions entre les vecteurs des techniques et des compétences.

FIGURE 4.3 – Une représentation du service adaptée à la question de la consommation énergétique



Le service de mise en présence (M_p) est une prestation dont, selon la terminologie de Gadrey (2003), les *supports* peuvent être soit des données codifiées à échanger entre individus (dans le cas de la mise en présence virtuelle), soit les individus eux-mêmes à mettre en présence (dans le cas de la mise en présence en face à face). On peut, ainsi, distinguer plusieurs types de services de *mise en présence*, selon le support du service : le service de déplacement des prestataires, le service de déplacement des clients, le service de déplacement du support matériel, le service de mise en présence virtuelle des prestataires et le service de mise en présence virtuelle des clients. Les clients de ce service

de *mise en présence* sont les clients et/ou les prestataires du service d'*intervention*. Ses prestataires sont ceux qui fournissent le service de déplacement physique ou de mise en présence virtuelle. Dans le cas de la mise en présence virtuelle, il s'agit d'une entreprise de télécommunication. Dans le cas des déplacements, il peut s'agir d'une entreprise de transport, du prestataire lui-même, du client lui-même ou d'un autre individu.

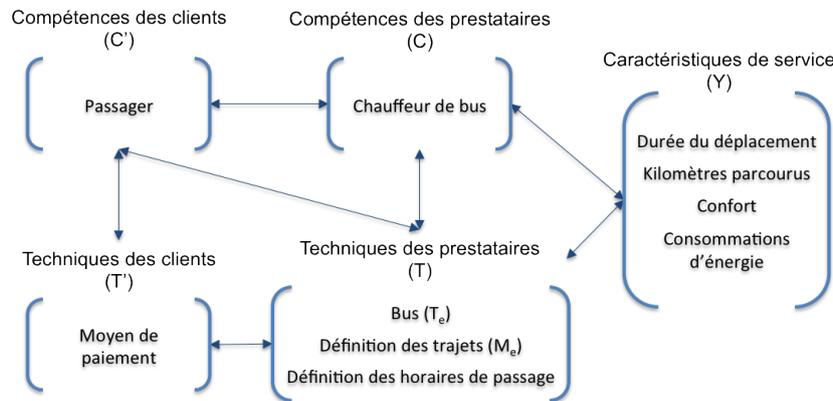
Le service de déplacement (service de mise en présence physique) requiert des techniques tangibles et consommatrices d'énergie (T_e), principalement de la part du prestataire de service : le(s) moyen(s) de transport. Les consommations d'énergie sont généralement à la charge de celui qui utilise (fait fonctionner) les techniques en question (c'est-à-dire le prestataire du service de déplacement). D'autres techniques ou méthode interviennent (M_e), qui ne sont pas nécessairement consommatrices d'énergie, mais qui peuvent éventuellement influencer indirectement les consommations d'énergie nécessaires à la réalisation du service, comme les cartes routières ou le GPS qui permettent de mieux s'orienter et d'optimiser son trajet, par exemple. La réalisation du service de déplacement repose également sur les compétences du prestataire (conduite, utilisation des technologies de télécommunication, etc.) et éventuellement sur celles du client (qui peut énoncer sa destination, guider le chauffeur, etc.). Les caractéristiques de services du service de déplacement qui influencent les consommations d'énergie sont, notamment, la distance parcourue, le temps de transport, le trajet emprunté.

Le service de mise en présence virtuelle s'appuie, quant à lui, sur les techniques du prestataire (le fournisseur de services de télécommunication), mais aussi, conformément à l'hypothèse de De Vries (2006), sur celles du client (le prestataire et le client du service d'intervention). Les techniques du prestataire correspondent au réseau de télécommunication, aux serveurs, etc. Ces techniques sont à l'origine de consommations d'énergie à la charge du prestataire du service de mise en présence. Les techniques du client, elles aussi consommatrices d'énergie, correspondent, par exemple, aux terminaux de télécommunication ou aux plateformes de télécommunication mises en place. Leurs consommations d'énergie sont généralement à la charge des clients, mais elles sont parfois imputées à la personne en charge du lieu où elles sont réalisées¹¹. La réalisation du service de mise en présence virtuelle repose également sur les compétences du fournisseur du service et du client (en matière d'utilisation des technologies de télécommunication). Les caractéristiques de services qui influencent les consommations d'énergie sont, par exemple, le mode de communication (synchrone, asynchrone), la nature de la transmission (voix et vidéo, mail, etc.), la quantité de données à transmettre ou la vitesse de transmission.

11. C'est le cas, par exemple, quand un client utilise son ordinateur portable hors de chez lui en le branchant au réseau électrique.

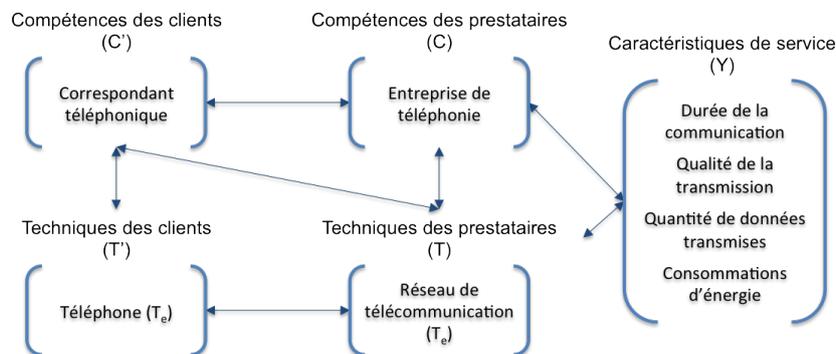
Les figures 4.4 et 4.5 décrivent des exemples simplifiés de services de mise en présence, envisagés selon la représentation en termes de caractéristiques.

FIGURE 4.4 – La représentation d'un service de mise en présence physique (M_p) : un déplacement en bus



Dans un souci de simplification, nous désignons les compétences par un type d'individu ou un métier.

FIGURE 4.5 – La représentation d'un service de mise en présence virtuelle (M_p) : une communication par téléphone

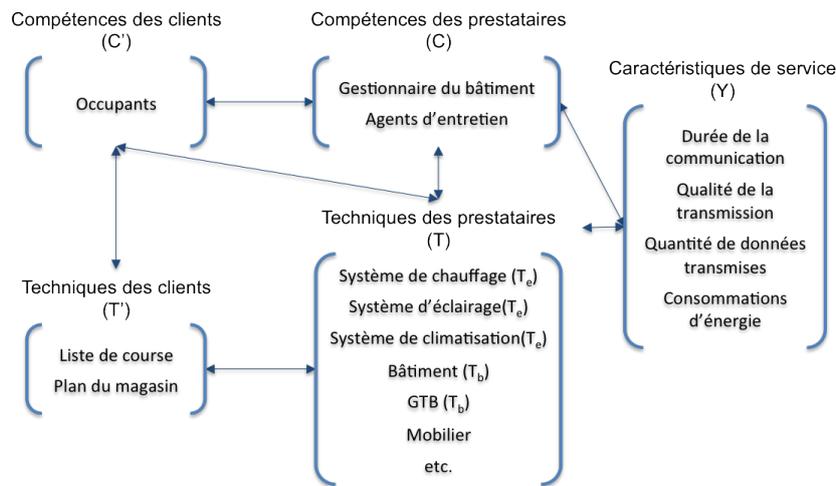


Dans un souci de simplification, nous désignons les compétences par un type d'individu ou un métier.

Le service de mise en condition (M_c) est un service dont le support est le lieu à mettre en condition. Le fournisseur du service de *mise en condition* est, alors, le responsable du lieu en question (qui peut être l'entreprise du service d'*intervention*, le client du service d'*intervention*, ou encore un tiers chez qui se déroule le service d'*intervention*). Les clients de ce service sont les clients et les prestataires du service d'*intervention*.

Ce service, ainsi que les caractéristiques de services qui le définissent, sont réalisés en mobilisant un certain nombre de techniques consommatrices d'énergie appartenant au prestataire (comme le système de chauffage ou de climatisation, le système d'éclairage, etc.). Les dépenses énergétiques correspondantes sont à la charge du prestataire du service de *mise en condition*. D'autres technologies mobilisées exercent une influence importante sur les consommations d'énergie sans nécessairement en consommer directement. C'est le cas, par exemple, des systèmes de gestion technique des bâtiments¹² ou d'autres techniques de gestion et de collecte de données concernant les systèmes, mais c'est aussi le cas des bâtiments à mettre en condition (ces derniers sont principalement caractérisés par leurs caractéristiques thermiques : parois, fenêtres, plancher, toiture, etc.). D'autres techniques, enfin, exercent une influence que l'on peut considérer comme négligeable sur les consommations d'énergie (le mobilier, par exemple). Les caractéristiques de services de la *mise en condition* qui influencent les consommations d'énergie sont notamment la température ambiante, le niveau d'éclairage ou d'humidité. La figure 4.6 illustre la représentation en termes de caractéristiques d'un service de mise en condition.

FIGURE 4.6 – La représentation en termes de caractéristiques d'un service de mise en condition



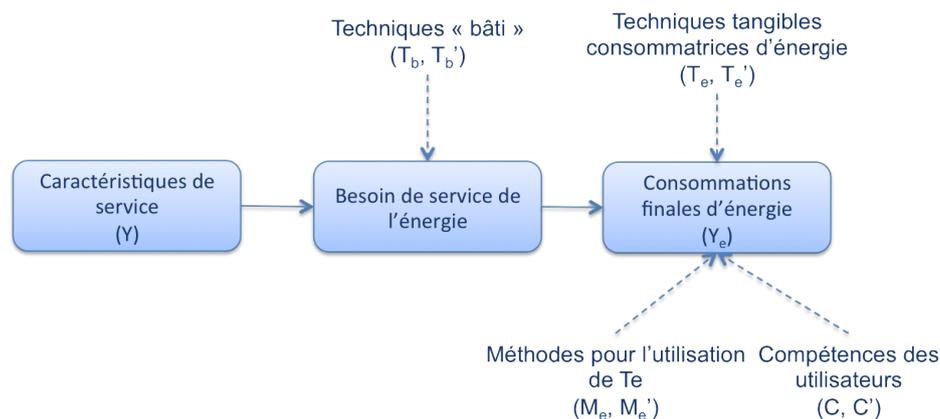
Dans un souci de simplification, nous désignons les compétences par un type d'individu ou un métier.

Au total, les consommations d'énergie nécessaires à la prestation du service global sont les consommations d'énergie nécessaires aux différents acteurs (clients et prestataires) pour réaliser les différents services élémentaires : l'intervention, la mise en présence et la mise en condition. Si l'on reprend le mécanisme général de formation de la demande

12. Il s'agit du système central de gestion des installations qui programme leur cycle et leur niveau de fonctionnement. Ce système est mis en place dans les bâtiments pour permettre de rationaliser les consommations d'énergie.

d'énergie introduit dans le chapitre 1, pour chaque service, les consommations d'énergie dépendent tout d'abord du *service rendu*, c'est-à-dire des caractéristiques de services (Y). La réalisation de ces différents services suscite un besoin de *services de l'énergie*, plus souvent appelé besoin d'*énergie utile*, par exemple, un travail, un mouvement ou une élévation de température. Ce besoin d'*énergie utile* est variable en fonction d'un certain nombre de facteurs exogènes (qui n'apparaissent pas dans le représentation en termes de caractéristiques)¹³ et des *supports des services de l'énergie*. Dans la représentation en termes de caractéristiques, les *supports des services de l'énergie* correspondent à des techniques tangibles qui influencent les consommations d'énergie, sans pour autant être eux-même une source de consommations d'énergie. Ces techniques sont principalement les bâtiments dans lesquels le service se déroule et les appareils de gestion du bâtiment, qui peuvent appartenir au prestataire ou au client (T_b ou T'_b). Les consommations réelles d'énergie nécessaires pour satisfaire ce besoin d'*énergie utile* sont, quant à elles, fonction des équipements consommateurs d'énergie et de leurs caractéristiques techniques internes (c'est-à-dire des techniques tangibles consommatrices d'énergie T_e et T'_e), ainsi que du comportement d'utilisation des équipements. En termes de représentation par les caractéristiques, le comportement d'utilisation dépend à la fois des compétences (au sens large) des prestataires et des clients (C et C') et des méthodes ou techniques intangibles mises en œuvre (M_e et M'_e). La représentation des services en termes de caractéristiques nous permet ainsi de mettre en évidence les relations entre les différentes dimensions des services et la formation de la demande d'énergie (figure 4.7).

FIGURE 4.7 – Relations entre les différentes dimensions des services et leur demande d'énergie



13. Notamment le climat extérieur, les apports internes et gratuits de chaleur. Les apports internes et gratuits de chaleur ont respectivement pour principale origine les occupants, les équipements et l'ensoleillement.

3 Un modèle pour l'analyse des dynamiques d'innovation dans les services et de leurs répercussions énergétiques

La nouvelle représentation générale du produit fournit ainsi une heuristique intéressante pour identifier les relations entre l'innovation dans les services et l'évolution de la demande d'énergie par les services. À partir de cette heuristique nous voulons proposer un modèle d'analyse des dynamiques de l'innovation dans les services, adapté à l'étude des consommations d'énergie. Nous nous inspirons, pour cela, des travaux de Gallouj (1999) et Djellal et Gallouj (2005) (présentés dans la section 1.1), mais nous suggérons une autre décomposition des services qui s'appuie, cette fois, sur la représentation des services par les caractéristiques, appliquée à la question de l'énergie et présentée dans la section précédente.

Nous mettons ainsi en évidence un certain nombre de *logiques d'innovation* à l'œuvre dans les services. La première logique d'innovation correspond à la recherche d'une baisse des consommations d'énergie finale, à service rendu identique (section 3.1). Les autres logiques d'innovation n'ont pas, généralement, pour principal déterminant les consommations d'énergie, mais elles ont pourtant des répercussions directes sur leur niveau. Il s'agit, comme nous le verrons, des logiques d'*enrichissement* du service (section 3.2), d'*appauvrissement* (section 3.3), de *délégation* (section 3.4) et de *mutualisation* (section 3.5).

3.1 La logique d'efficacité énergétique

La première logique d'innovation ayant des répercussions sur les consommations d'énergie correspond à la recherche d'efficacité énergétique, c'est-à-dire à la réduction des consommations d'énergie des services, à service rendu constant. Comme le suggère la figure 4.7, à besoin de service constant, les consommations d'énergie dépendent des techniques tangibles consommatrices d'énergie (T_e , T'_e), des méthodes mises en œuvre (M_e , M'_e), des compétences des utilisateurs (C , C'), ainsi que des techniques du *bâti* (T_b , T'_b). Dans la représentation par les caractéristiques, les innovations pour l'amélioration de l'efficacité énergétique se traduisent donc par une évolution d'un ou de plusieurs des vecteurs. Cette évolution peut prendre plusieurs formes : l'amélioration, l'ajout, la suppression, l'association ou encore la dissociation d'une ou de plusieurs caractéristique(s).

Puisque nous nous situons à besoin de services constant, une évolution du vecteur des techniques traduit, ici, principalement, l'amélioration de la performance énergétique d'une technique existante, qui passe par l'évolution des caractéristiques techniques d'un équipe-

ment. Une évolution des compétences des utilisateurs peut traduire l'aptitude des utilisateurs à réduire directement les consommations énergétiques (compétences directes) ou leur capacité à mobiliser des techniques matérielles ou immatérielles (méthodes, protocoles) qui réduisent les consommations énergétiques.

Différentes trajectoires d'innovation peuvent être envisagées, selon les différents éléments à l'origine de la demande d'énergie : le bâti, les techniques consommatrices d'énergie, les méthodes et compétences (c'est-à-dire le *comportement énergétique*). Les trajectoires d'innovation des techniques énergétiques et des techniques du bâti correspondent à l'amélioration de leurs performances énergétiques, généralement pour répondre aux exigences réglementaires ou pour obtenir une labellisation. Les trajectoires d'innovation des comportements énergétiques correspondent à la sensibilisation des individus et à la mise en œuvre de processus d'organisation moins consommateurs d'énergie.

Une autre innovation se développe depuis quelques années. Elle n'apparaît pas directement sur la figure 4.7, car elle ne vise pas à réduire, directement, la demande d'énergie des services, mais à introduire un service élémentaire de production d'énergie (production décentralisée d'électricité à partir de panneaux solaires ou d'éoliennes, par exemple). Il s'agit, ici, d'une modification des caractéristiques du service, plus spécifiquement de l'ajout d'un service élémentaire. Cependant, les caractéristiques principales du service ne sont pas modifiées. L'intérêt est principalement économique, il permet de réduire la quantité d'énergie à acheter¹⁴.

Ces innovations peuvent être intentionnelles, le fruit d'une stratégie raisonnée, mais elles peuvent aussi être involontaires, simples conséquences d'une évolution du contexte dans lequel s'inscrit le service. Par exemple, dans la mesure où les ampoules à incandescence classiques sont peu à peu éliminées du marché, la substitution par des lampes basse consommation ne sera pas nécessairement justifiée par un objectif explicite de l'utilisateur, mais plutôt par l'évolution de l'offre disponible. La réglementation thermique (RT 2005 et RT 2012) impose un certain niveau de performance énergétique pour les bâtiments neufs et, dans une moindre mesure, les bâtiments rénovés. De même l'adoption d'un comportement respectueux de l'environnement par les prestataires de service n'est pas nécessairement le résultat d'un effort volontaire de l'organisation de services, mais le simple résultat d'habitudes ou de normes sociales.

14. Généralement, l'énergie produite est revendue au fournisseur d'énergie à un tarif avantageux, ce qui permet de réduire, au total, le coût des consommations d'énergie. Cependant, les tarifs de rachat de l'électricité diminuent.

3.2 La logique d'enrichissement du service

La logique d'enrichissement du service correspond à une augmentation du besoin de services. Ces innovations ne visent pas à modifier les consommations d'énergie, mais bien à faire évoluer le service rendu aux clients. Pourtant, indirectement, elles influencent, à la hausse, le volume des consommations d'énergie.

Une augmentation du besoin de services correspond à une évolution du vecteur des caractéristiques de services qui se traduit, généralement, par une évolution des vecteurs des techniques et des compétences.

Il peut s'agir de l'adjonction de caractéristiques de services, voire de l'adjonction de services élémentaires (une innovation incrémentielle ou architecturale, selon la terminologie de Gallouj et Weinstein (1997)). Ainsi, la diversification des services relève de la logique d'enrichissement du service. L'offre de nouveaux services, comme un sauna ou une piscine dans un hôtel, induit des consommations supplémentaires de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Il peut, également, s'agir de l'amélioration des caractéristiques de services existantes (une innovation d'amélioration, selon la terminologie de Gallouj et Weinstein (1997)). Ainsi, l'extension de certains services, comme l'allongement de la période d'accessibilité aux services ou l'amélioration du confort des clients par l'augmentation du volume des locaux, entraîne une augmentation des besoins de *services de l'énergie* et donc, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation des consommations d'énergie. L'amélioration des caractéristiques de services peut également prendre d'autres formes, comme l'accélération de certaines tâches, par l'utilisation de technologies de plus en plus performantes. L'amélioration de la performance *métier* d'une technologie (c'est-à-dire l'efficience dans la réalisation de la fonction principale qui lui est assignée) se fait généralement au prix d'une dégradation des rendements énergétiques, et donc, finalement, d'une augmentation des consommations d'énergie.

Il peut, finalement, s'agir d'une évolution dans la façon de *réaliser* certaines caractéristiques de services, principalement par la mise en place d'équipements ou de logiciels (une innovation de formalisation, selon la terminologie de Gallouj et Weinstein (1997)). La tendance à la technicisation des activités, qui entraîne une hausse de la demande d'énergie, relève de la logique d'innovation d'enrichissement du service. Les entreprises de commerce ont, par exemple, de plus en plus recours à des technologies consommatrices d'énergie dans leurs grands entrepôts, pour mémoriser l'emplacement des produits et fournir un itinéraire optimisé aux employés chargés de préparer les commandes, ou pour faciliter les déplacements des employés et des produits.

Contrairement à la dynamique précédente de recherche d'efficacité énergétique, ici, la question des consommations d'énergie est secondaire, et les innovations entraînent une augmentation des consommations d'énergie. À moyen termes, cependant, le renforcement des contraintes énergétiques ou l'augmentation du coût de l'énergie pourraient accroître le poids des consommations d'énergie comme déterminants de l'innovation et éventuellement freiner le développement de ces innovations.

3.3 La logique d'appauvrissement du service

La logique d'appauvrissement du service correspond à une réduction du besoin de services. Du point de vue des consommations d'énergie, les besoins de services étant à l'origine de la demande d'énergie, les innovations relevant de cette logique induisent une baisse des consommations d'énergie. La réduction du besoin de services se traduit de diverses façons, en termes d'évolution des caractéristiques.

Il peut s'agir, tout d'abord, de la suppression d'une (ou de plusieurs) caractéristique(s) de services, voire, dans le cas des services architecturaux, de la suppression de services élémentaires. La réduction du besoin de services peut également se traduire par une réduction qualitative de certaines caractéristiques de services, ou encore par la formalisation et la standardisation des caractéristiques existantes, notamment par la mise en place de routines (respectivement des innovations incrémentielles, d'amélioration et des innovations de formalisation, selon la terminologie de Gallouj et Weinstein (1997)).

La dynamique de régression des services relève de cette logique. À titre d'exemple, le passage d'un service d'hôtellerie traditionnel à un service d'hôtellerie *low-cost* se traduit par la suppression de services élémentaires, tels que l'accès à des douches et des sanitaires dans toutes les chambres. Cette innovation se traduit par une réduction des consommations d'eau chaude sanitaire par chambre. Elle se traduit également par la baisse du niveau de services fourni, avec, par exemple, une réduction de la surface des chambres et donc du besoin de chauffage, éclairage, ventilation. La formalisation du travail des prestataires par la mise en place de routines (formalisation qui relève également de la dynamique de régression des services et qui ne concerne pas que les services de type *low-cost*) peut, par exemple, leur permettre d'adopter un comportement moins consommateur en énergie.

Le développement des services à distance, en tant qu'ils permettent de réduire ou de supprimer certains services de déplacement, relèvent également de cette logique. Ainsi, par exemple, le recours à un service de réservation en ligne ou à un service bancaire en ligne

évite au client de devoir se déplacer¹⁵.

La frontière entre la logique d'efficacité énergétique et la logique d'appauvrissement du service peut être difficile à tracer. La distinction repose, principalement, sur le déterminant de l'innovation. Les innovations relevant de la logique d'efficacité énergétique visent directement la réduction des consommations d'énergie. Dans la logique d'appauvrissement, au contraire, la question des consommations d'énergie n'est pas le déterminant majeur de l'innovation. En cas d'augmentation du coût de l'énergie ou de renforcement des contraintes énergétiques, les consommations d'énergie pourraient représenter un enjeu plus important, ce qui pourrait favoriser le développement des innovations relevant de la logique d'appauvrissement du service.

3.4 La logique de délégation

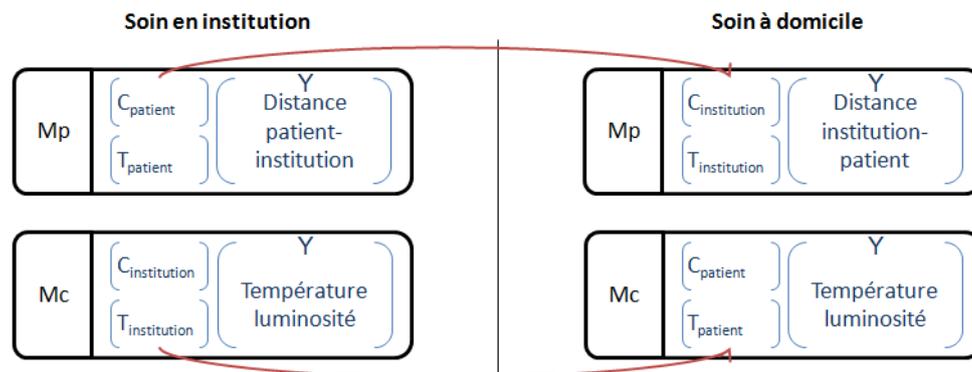
La logique de délégation correspond à une évolution dans l'attribution des tâches entre le client et le prestataire, c'est-à-dire dans la répartition des consommations d'énergie entre les parties prenantes au service. Ces innovations ont, également, des répercussions sur le volume global des consommations, car les techniques ou les compétences mobilisées, par le prestataire ou le client, ne sont pas toujours identiques.

En termes de caractéristiques, une évolution de la répartition des consommations d'énergie entre les parties prenantes peut se traduire, principalement, de deux manières. Elle se traduit par l'évolution de la répartition des techniques et des compétences entre prestataires et clients. Ainsi, dans le cas d'un service à domicile, la mise en condition est réalisée par les techniques et les compétences du client du service, et non par les techniques et les compétences du prestataire. À l'inverse, une partie des déplacements des clients font place aux déplacements des prestataires. La figure 4.8 illustre un exemple de ce type d'innovation, dans le cas des services de soins.

La répartition des consommations d'énergie entre les parties prenantes au service dépend principalement du lieu où se déroule l'interaction (chez le prestataire, chez le client, à distance, etc.), de la nature de la mise en présence (déplacement physique ou mise en présence virtuelle) et de l'entité qui se déplace (le client ou le prestataire), tous ces éléments étant fortement liés. Ainsi, le développement de services à domicile relève de cette logique. Le développement des services à distance relève également, en partie, de cette logique, quand il s'agit de substituer des livraisons aux déplacements des clients.

15. Nous verrons, dans la section 3.4, que ces innovations peuvent également relever de la logique de délégation, en particulier quand des déplacements sont toujours nécessaires pour le support du service et que les déplacements des clients sont substitués par des livraisons.

FIGURE 4.8 – Exemple d'innovation modifiant la répartition des consommations d'énergie entre les parties prenantes au service



Les stratégies adoptées par les entreprises de services peuvent varier entre deux extrêmes. La première est une stratégie de pure réduction des coûts, par le transfert de la réalisation de certains services élémentaires aux autres parties prenantes au service. Les coûts en question sont ceux de la main d'œuvre, mais, éventuellement aussi, ceux associés aux consommations d'énergie. La seconde est une stratégie qui consiste à attirer les clients en réduisant leur coût d'accès au service, c'est-à-dire en réalisant, pour eux, une partie des services élémentaires qui, traditionnellement, leur incombent et donc en prenant en charge les consommations d'énergie associées¹⁶. En cas d'augmentation importante du coût des énergies ou d'un renforcement significatif des réglementations, il s'agira pour les entreprises de choisir entre prendre en charge directement ces contraintes supplémentaires, ou les déléguer aux clients, au risque de voir ces derniers réduire leur consommation de services.

La logique de délégation peut également s'exprimer dans le sens de la délégation de certaines tâches, traditionnellement réalisées par d'autres acteurs de la société, aux entreprises de services. Ainsi, les tendances au développement des services aux entreprises et des services aux ménages relèvent de cette logique. La *marchéisation* des services domestiques correspond à la délégation des tâches, précédemment réalisée par les ménages, à des entreprises de services. Du point de vue des consommations d'énergie des services, cela se traduit, toutes choses égales par ailleurs, par une hausse des consommations d'énergie.

16. La première stratégie a notamment participé au développement des supermarchés puis des hypermarchés : en effet, par rapport aux commerces de proximité, les formules des supermarchés et hypermarchés permettent de réaliser des économies d'échelle, mais elles rallongent sensiblement les déplacements des clients. La seconde stratégie est, au contraire, l'une de celles qui sous-tendent le développement de la livraison à domicile : on y cherche à réduire le coût financier, mais également le coût en temps de l'accès au service pour les clients.

Du point de vue d'un établissement de services, la logique de délégation correspond à une logique soit d'enrichissement, soit d'appauvrissement du service. Ainsi, par exemple, le développement d'un service de livraison dans le commerce de détail, correspond, en soi, à une logique de délégation, par laquelle un service traditionnellement rendu par le client (le service de déplacement du client) est délégué aux prestataires du service de commerce. Du point de vue du service rendu par l'établissement de commerce de détail, il s'agit d'un enrichissement du service.

3.5 La logique de mutualisation

La logique de mutualisation correspond à la combinaison de plusieurs services similaires, initialement réalisés par différents prestataires. Il s'agit, par exemple, de regrouper les activités de plusieurs organismes au sein d'une même entité.

Les innovations relevant de cette logique visent la rationalisation des services, c'est-à-dire la réduction globale des coûts et des équipements utilisés. Les innovations relevant de cette logique sont mises en œuvre dans les services pour lesquels des économies d'échelle sont possibles, bien que les économies d'énergie soient rarement à l'origine de la décision d'innovation.

Il s'agit ici de combiner des services identiques, afin d'augmenter le poids ou la valeur de certaines caractéristiques de services. Dans ce sens, cette logique peut sembler similaire à la logique d'enrichissement du service. Effectivement, à l'échelle de l'organisation qui réalise le service mutualisé, il s'agit d'une logique d'enrichissement. Mais à un niveau d'analyse supérieur, ces deux logiques se distinguent. Au niveau inter-organisationnel, contrairement aux innovations relevant de la logique d'enrichissement, celles relevant de la logique de mutualisation n'entraînent pas une augmentation du service rendu. En revanche, l'augmentation du poids et de la valeur de certaines caractéristiques de services, à l'échelle organisationnelle, peut permettre une évolution des vecteurs des techniques et des économies d'échelle, en termes du nombre d'équipements nécessaires et en termes de consommables pour ses équipements.

Cette logique d'innovation s'exprime dans les activités pour lesquelles des économies d'échelle sont possibles et dans les activités que les organisations acceptent d'*externaliser*, c'est-à-dire principalement les activités périphériques ou de soutien au cœur de métier de l'activité. Cette logique concerne, d'une part, les activités de services qui externalisent une partie de leurs services périphériques (la restauration dans l'enseignement ou la santé, par exemple) et, d'autre part, les activités industrielles qui externalisent une partie de leurs fonctions de services (la facturation, les ressources humaines, la restauration, etc.). La

tendance au développement des produits-services relève également, en partie, de cette logique. Il s'agit alors de mutualiser les services rendus par différents équipements. Ainsi, par exemple, l'auto-partage correspond à la mutualisation du service rendu par plusieurs véhicules individuels, autour d'un seul véhicule partagé. Toutes choses égales par ailleurs, la mutualisation des équipements permet de réduire le nombre d'équipements nécessaires et donc les consommations d'énergie pour les produire.

Dans la réalité, les innovations relèvent généralement de la combinaison de différentes logiques. Ainsi, le développement de services en ligne conjugue l'ajout, la suppression de services et la délégation d'une partie des déplacements du client au prestataire (logique d'*enrichissement*, d'*appauvrissement* et de *délégation*). L'innovation correspondant au commerce sur Internet se traduit, par exemple, par la suppression du service de *mise en condition* de la zone de vente et des consommations d'énergie associées, mais aussi par l'ajout des services tels que la *mise en présence virtuelle* ou le *conditionnement des produits* et de leurs consommations d'énergie, ou encore par l'évolution du service de *déplacement du client* qui, pour retirer son colis, ne se rend plus sur le lieu de vente initial du produit mais dans un point-relais (réduction des consommations d'énergie pour le déplacement du client). Ce point-relais est, lui-même, approvisionné par le prestataire du service de commerce (augmentation des consommations d'énergie pour le déplacement des prestataires du service de commerce).

4 Conclusion

Dans le prolongement des travaux de Gallouj et Weinstein (1997), nous avons proposé une adaptation de la représentation du produit, en termes de caractéristiques, qui permet de mettre en évidence les relations entre l'innovation dans les services et l'évolution des consommations d'énergie. Sur cette base, nous avons proposé un modèle pour l'analyse des dynamiques d'innovation et de leurs répercussions énergétiques. Nous avons ainsi identifié cinq logiques d'innovation dans les services, ayant des répercussions énergétiques. La première est une logique d'*efficacité énergétique*. Les innovations correspondantes visent à réduire les consommations d'énergie d'un service, sans en modifier les autres caractéristiques de services. La seconde est une logique d'*enrichissement* du service. Les innovations relevant de cette logique visent à développer le service rendu aux clients. Elles induisent, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation des consommations d'énergie. À l'inverse, la logique d'*appauvrissement* du service se traduit par une baisse du service rendu et des consommations d'énergie associées. La logique de *délégation* traduit, pour sa part, une évolution dans la répartition des tâches entre les différentes parties prenantes aux services et, donc, dans la répartition des consommations d'énergie. Finalement, la logique

de *mutualisation* exprime la mise en œuvre d'une coordination entre services de même type, à l'échelle inter-organisationnelle. Elle permet généralement des économies d'énergie.

Comme nous le constaterons dans les chapitres suivants, dans les organisations de services, la question de l'innovation dans ses relations aux consommations d'énergie est généralement traitée sous l'angle de la seule logique de recherche d'efficacité énergétique. Pourtant d'autres logiques d'innovation ont également des répercussions sur les consommations d'énergie. Aujourd'hui, dans la plupart des services, le coût des consommations d'énergie représente une faible part du budget et donc un enjeu secondaire. Mais, à l'avenir, la hausse des coûts de l'énergie ainsi que la multiplication des réglementations énergétiques pourraient donner plus de poids à cet enjeu. Le développement de certaines innovations, qui paraissent aujourd'hui souhaitables aux organisations de services, bien que fortement consommatrices d'énergie, pourraient, à l'avenir, être freiné. Inversement, les innovations qui induisent naturellement une réduction des consommations d'énergie pourraient être stimulées. Sans même envisager que l'énergie devienne un enjeu de premier ordre dans les services, il est important pour les organisations de services de comprendre les relations entre les dynamiques d'innovation et l'évolution de leurs consommations d'énergie. La plupart des organisations de services sont, aujourd'hui, soumises à des réglementations énergétiques, qui imposent des niveaux minimaux de performance énergétique à atteindre à différents horizons. Parfois, les organisations, elles-mêmes, s'imposent des réductions de consommation d'énergie. Ces mêmes organisations peuvent également influencer les décideurs publics à l'origine des réglementations (c'est le rôle des syndicats ou des fédérations, par exemple). Envisager l'évolution des consommations d'énergie d'une organisation de services nécessite de tenir compte des dynamiques d'innovation du secteur, au delà des seules innovations d'efficacité énergétique.

Cette analyse théorique concernant l'ensemble du secteur tertiaire, doit être validée et illustrée. C'est l'objet de la partie suivante, consacrée à une investigation empirique dans le secteur hospitalier et dans celui de la grande distribution alimentaire.

Le principe de la grille analytique proposée dans ce chapitre pourrait être étendu à l'ensemble des externalités sociales et environnementales. Cette extension permettrait, par exemple, une analyse globale de la *durabilité* des dynamiques d'innovation.

Troisième partie

Innovation et consommation d'énergie : deux études de cas

Chapitre 5

Innovation et consommation d'énergie dans le secteur hospitalier

Dans la partie précédente, nous avons examiné la question des dynamiques de changement et d'innovation à l'œuvre dans les activités de services, dans ses relations aux consommations d'énergie, sous l'angle théorique. Nous avons constaté le faible nombre de travaux existants sur le sujet et le manque de données disponibles concernant les consommations d'énergie de chaque type de services. L'objectif de ce chapitre, ainsi que du suivant, est de valider et d'illustrer empiriquement notre analyse théorique. Du fait de l'extrême hétérogénéité du secteur tertiaire, la poursuite de l'analyse passe, nécessairement, par l'examen individualisé des différentes catégories de services. Nous avons choisi de retenir les secteurs hospitaliers et de la grande distribution. Il s'agit d'étudier, d'une part, un secteur public soumis au contrôle de l'État par la tutelle des Agences Régionales de Santé et, d'autre part, un secteur privé, concurrentiel, exclusivement marchand.

Dans ce chapitre, nous étudions donc l'articulation entre les problématiques de l'innovation et de l'énergie à l'hôpital. Nous ne nous limitons pas aux innovations mises en œuvre dans le but de réduire les consommations d'énergie. Nous souhaitons, en effet, aller au delà en déterminant les répercussions énergétiques des changements et innovations mis en œuvre pour répondre aux grands enjeux du secteur.

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons mené une série d'entretiens semi-directifs auprès de directeurs, directeurs techniques et responsables énergie de sept établissements de tailles et de spécialités diverses : un Centre Hospitalier Régional Universitaire (CHRU), deux centres hospitaliers urbains, deux centres hospitaliers ruraux, un petit hôpital spécialisé en gériatrie et un EHPAD (Etablissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes). Nous avons également mené deux entretiens dans des Agences Régionales de Santé sur la question de l'évolution de l'offre de soin. Au total, nous avons rencontré 14 personnes, dont la liste figure en annexe A. Après une rapide présentation de

l'établissement et des fonctions de l'interlocuteur, ces entretiens ont porté sur les consommations d'énergie à l'hôpital (les principaux postes, les enjeux énergétiques, etc.), sur les dynamiques d'innovation et sur leurs répercussions sur les consommations d'énergie. La grille d'entretien figure en annexe B. Pour rendre compte du contenu des entretiens (tous enregistrés et retranscrits), nous avons utilisé la méthode d'analyse thématique (la grille d'analyse thématique figure en annexe C). Finalement, nous nous sommes appuyés sur la grille d'analyse théorique, proposée dans le chapitre 4, pour analyser les répercussions énergétiques des dynamiques de changement et d'innovation.

Nous examinons, dans un premier temps, la question des consommations d'énergie dans les établissements de santé, indépendamment de la problématique de l'innovation (section 1). Il s'agit, principalement, de rendre compte des sources de consommation d'énergie dans le secteur hospitalier, d'un certain nombre de données statistiques et de la façon dont les hôpitaux traitent des questions d'énergie (leur approche de la question, l'importance qu'ils y accordent, etc.). Nous analysons ensuite les grandes dynamiques de changement et d'innovation dans le secteur hospitalier, pour lesquelles l'énergie n'est généralement pas un déterminant majeur, mais qui ont des répercussions directes ou indirectes sur les consommations (section 2). Finalement, nous proposons trois scénarios prospectifs contrastés et en analysons les répercussions énergétiques (section 3).

1 La demande d'énergie dans les établissements de santé

Dans cette première section, nous identifions et analysons les sources de consommation d'énergie dans le secteur hospitalier. Nous commençons par proposer une représentation de *l'hôpital consommateur d'énergie* en termes de caractéristiques, conformément à la grille analytique définie dans le chapitre 4 (section 1.1). Nous rendons compte, ensuite, d'un certain nombre de statistiques relatives, d'une part, au poids du secteur hospitalier dans les consommations d'énergie de l'ensemble du secteur tertiaire et, d'autre part, aux différents usages de l'énergie (section 1.2). Nous cherchons, finalement, à comprendre ce que la question de l'énergie représente à l'hôpital, c'est-à-dire, l'intérêt qui lui est porté et l'angle sous lequel elle est abordée (section 1.3).

1.1 Les sources de consommation d'énergie dans le secteur hospitalier

Conformément à notre représentation en termes de caractéristiques (chapitre 4), nous envisageons les établissements de santé comme un assemblage de services élémentaires de *mise en condition*, de *mise en présence* et d'*intervention*¹. Cette représentation nous permettra, par la suite, d'analyser les répercussions énergétiques des dynamiques d'innovation et de changement à l'hôpital.

Dans les paragraphes suivants nous présentons et nous examinons, successivement, le service d'*intervention* (section 1.1.1), le service de *mise en présence* (section 1.1.2) et le service de *mise en condition* (section 1.1.3) qui constituent le service hospitalier.

1.1.1 Le service d'intervention

Le service d'intervention peut être décomposé en deux grandes catégories de services élémentaires : les services médicaux (services de soins, de chirurgie, d'imagerie, de consultation, etc.) et les services non médicaux (services d'hébergement, de restauration, etc.). Les consommations d'énergie de chacun de ces services dépendent des techniques tangibles consommatrices d'énergie utilisées, du comportement d'utilisation de ces techniques (compétences et méthodes), ainsi que des caractéristiques de services comme le nombre d'actes réalisés, ou leur durée.

Les services médicaux sont une première source de consommation d'énergie. Les équipements (techniques tangibles) consommateurs d'énergie les plus visibles² sont les équipements d'imagerie médicale comme les scanners, les IRM, les PET scan. Même si, à capacité égale, d'importantes améliorations de rendement ont été réalisées, les appareils sont de plus en plus puissants et, donc, de plus en plus consommateurs d'énergie³. Plus généralement, avec la généralisation des systèmes d'assistance électronique, tout le matériel de soin devient consommateur d'énergie : la table d'opération, le bistouri, le lit médicalisé

1. La *mise en condition*, la *mise en présence* et l'*intervention* ont été définies page 25. La *mise en condition* désigne, rappelons le, la préparation des lieux où se déroule le service, c'est-à-dire leur aménagement, nettoyage, chauffage, éclairage, etc. La *mise en présence* désigne la mise en présence du client et du prestataire de service lors de la prestation de service. L'*intervention* correspond à l'ensemble des activités de back-office et de front-office mobilisées pour rendre le service au client.

2. Ce sont les équipements les plus cités par les personnes interviewées.

3. L'objectif est toujours d'obtenir une meilleure résolution d'image, un temps d'acquisition plus rapide, etc. : «Les équipements d'imagerie médicale sont de plus en plus performants en termes de durée d'examen : avant, pour faire une IRM, il fallait peut-être un quart d'heure, maintenant il faut cinq minutes. Alors, même si rapportés à l'acte les équipements sont de moins en moins consommateurs d'énergie, sur la journée la consommation est plus importante, parce qu'on fait passer plus de patients, on fait plus d'analyses.» (entretien CH)

du patient, etc.

Les méthodes de sélection (techniques intangibles) des équipements médicaux n'intègrent pas encore le critère de la performance énergétique. C'est le personnel du service biomédical qui est en charge de l'acquisition de ces équipements et jusqu'à présent il n'est pas sensibilisé à la question de l'énergie (nous y revenons dans la section 1.3.2).

L'amélioration des performances médicales des équipements permet d'augmenter le taux de rotation des patients et d'effectuer plus d'actes (une caractéristique de services), ce qui, généralement, entraîne une hausse des consommations d'énergie.

Les services périphériques (non médicaux), comme la stérilisation, la cuisine, la blanchisserie, l'administration, sont également d'importantes sources de consommation d'énergie. Ces services requièrent de nombreux équipements (techniques tangibles) consommateurs d'énergie : les équipements de stérilisation (les autoclaves), les équipements de lavage (du linge ou de la vaisselle), les équipements de cuisine (fours, chariots chauffants, etc.), les équipements informatiques (ordinateurs, serveurs, onduleurs, etc.).

Les méthodes de sélection (techniques intangibles) des équipements non médicaux intègrent généralement le critère de la performance énergétique : lors de l'acquisition du matériel, ce n'est pas seulement l'investissement initial qui est pris en compte, mais le coût global de l'équipement, incluant le coût des utilités comme l'énergie (voir section 1.3.2).

Le volume de services (tonnes de linge à traiter, nombre de repas à préparer, volume de données à stocker et traiter) est une caractéristique de services qui influence fortement le montant des consommations d'énergie. Le prestataire de ces services non médicaux peut varier : il peut s'agir de l'établissement, d'un prestataire extérieur dans les locaux de l'établissement, d'un prestataire hors de l'établissement, ou encore d'un groupement d'établissements.

1.1.2 Le service de mise en présence

On peut distinguer cinq types de services de mise en présence :

- les déplacements domicile-travail des employés ;
- les déplacements professionnels des employés (pour se rendre d'un site à un autre⁴, pour déplacer un malade, pour livrer les repas/le linge/les médicaments dans les différents bâtiments, etc.) ;

4. Certains hôpitaux sont décomposés en plusieurs sites, distants de quelques kilomètres.

- les approvisionnements (en médicaments à la PUI⁵, en repas ou en aliments de base, en équipements médicaux, etc.);
- les déplacements des patients pour se rendre à l'hôpital;
- les déplacements des visiteurs des malades.

Chacun de ces services peut correspondre soit à une mise en présence physique, soit à une mise en présence virtuelle. Les consommations d'énergie de chacun de ces services dépendent de ce choix, des techniques tangibles consommatrices d'énergie utilisées (c'est-à-dire principalement du moyen de transport), des techniques intangibles (ou méthodes) mobilisées, des comportements et des caractéristiques de services (comme la distance parcourue ou la quantité de données transférées).

Les établissements ont peu d'informations quant aux déplacements que leur activité génère. Nous avons, cependant, pu recueillir quelques informations qualitatives concernant les moyens de transport utilisés (techniques tangibles consommatrices d'énergie) et les distances parcourues (une caractéristique de services).

Concernant les déplacements domicile-travail, on constate un faible recours aux transports en commun en dehors des établissements de centre-ville. Ceci peut s'expliquer par les horaires décalés et la part importante des femmes parmi les employés⁶ ou par la faiblesse des infrastructures existantes. Les horaires contraints, qui peuvent varier d'un jour à l'autre, sont un frein aux éventuelles initiatives de covoiturage. Ainsi, la voiture individuelle reste le mode de transport principal des employés, pour se rendre sur leur lieu de travail. Les employés qui ont des postes de 24 heures habitent parfois très loin de l'établissement dans lequel ils travaillent⁷. Par ailleurs, l'importance du contact avec les patients, quelque soit la fonction exercée, est un frein au développement du télétravail⁸.

Une partie des déplacements professionnels concerne les déplacements du personnel médical dans le cadre de leur activité. Ainsi, les établissements de santé réalisent parfois des *consultations avancées* dans des maisons de santé. Les déplacements sont généralement effectués en voiture professionnelle, fournie par l'établissement. Les médecins ont également parfois besoin de se réunir, de se consulter entre spécialistes, ce qui suppose de converger vers un lieu de rencontre. Cependant, avec le développement des télécon-

5. Pharmacie à Usage Interne : la pharmacie de l'établissement.

6. «Quand la prise de service est tôt le matin ou tard le soir, à des heures où les transports en commun sont peu fréquentés, cela peut être un frein à l'utilisation des transports en commun.» (entretien EHPAD)

7. «La moitié des sages-femmes de notre établissement viennent d'assez loin. Elles peuvent se le permettre puisqu'elles ont des postes de 24h d'affilé, puis elles retournent chez elles plusieurs jours.» (entretien CH)

8. Le télétravail n'est pratiqué dans aucun des établissements auprès desquels nous avons réalisé nos entretiens.

férences, une partie de ces besoins peut être satisfaite sans déplacement physique (mise en présence virtuelle). Ce type de pratique semble particulièrement se développer dans certaines spécialités comme la cancérologie ou l'obstétrique, mais aussi dans certaines spécialités très pointues pour lesquelles il existe peu de centres en France. La téléconférence peut être privilégiée pour des réunions avec des collègues d'une même région, voire d'un hôpital voisin, mais aussi avec des collègues étrangers. Les techniques tangibles requises dans ce cas correspondent aux équipements informatiques et de télécommunication.

Des déplacements professionnels sont également nécessaires pour assurer le transport des patients dans le cadre de leur hospitalisation (pour passer un examen particulier, une IRM, un scanner, etc.). Ces déplacements sont le plus souvent internes à l'hôpital, entre les services, entre les bâtiments voire entre les sites, si l'hôpital est multi-sites. Plus rarement, les patients peuvent être déplacés d'un établissement à un autre pour que soit réalisé un examen très spécifique qui ne serait pas possible dans l'établissement d'origine. Dès qu'ils nécessitent de sortir d'un bâtiment, les déplacements sont le plus souvent réalisés en ambulance, voire par le SAMU. Dans certains hôpitaux, les principaux bâtiments sont reliés par des galeries souterraines. Dans ce cas, les déplacements peuvent être réalisés sur brancard, sans recours à un véhicule.

Enfin, des déplacements professionnels sont nécessaires pour assurer le transport des biens (les repas, le linge, le courrier, les fournitures, les médicaments, etc.), entre les bâtiments et depuis l'extérieur (l'approvisionnement). Ces déplacements sont le plus souvent réalisés en véhicules. Les déplacements entre les bâtiments sont pris en charge par l'hôpital (directement ou par le biais d'un prestataire extérieur) alors que l'approvisionnement est géré par les fournisseurs.

Les déplacements des patients sont réalisés quasi exclusivement par l'intermédiaire de véhicules, comme le taxi, la voiture (souvent conduite par un proche) ou l'ambulance. En effet, le patient qui se rend à l'hôpital n'est généralement pas en mesure de se déplacer par ses propres moyens. Dans le cas d'une prise en charge par le SAMU, le patient est conduit au centre hospitalier du secteur. Dans les autres cas, il peut choisir son établissement. Si le principal critère de choix semble être le critère géographique, la réputation de certains médecins peut être un facteur décisif. Dans certaines spécialités, notamment l'obstétrique, il semble également que l'affect joue un rôle important dans la prise de décision⁹.

9. «Parfois, même après un déménagement, il y a des gens qui vont rester fidèles à leur hôpital, on le voit en maternité notamment.» ; «Il y a des gens qui viennent spécialement accoucher chez nous parce qu'ils ont un parent qui travaille ici.» (entretiens CH)

Finalement, concernant les déplacements des familles des patients, très peu d'informations sont disponibles. Les familles peuvent se rendre à l'hôpital en voiture ou par tout autre moyen de transport reliant l'hôpital. Les établissements de santé semblent de plus en plus attentifs à l'offre de transports en commun. Certains d'entre eux, mal reliés au réseau de transports de la ville, mettent en place un système de navettes permettant de rejoindre l'hôpital¹⁰.

1.1.3 Le service de mise en condition

La mise en condition correspond principalement au chauffage et à la climatisation, à la production d'eau chaude sanitaire, à l'éclairage et à la ventilation des locaux.

Les techniques tangibles consommatrices d'énergie sont, dans ce cas, principalement les chaudières, les groupes froids, les systèmes d'éclairage, ainsi que l'ensemble des pompes et ventilateurs qui permettent la circulation de l'air. Les bâtiments sont une autre technique tangible, non directement consommatrice d'énergie, mais ayant une influence importante sur le niveau des consommations. Les hôpitaux se sont particulièrement développés à partir de l'après-guerre et nombre d'entre eux sont vétustes et énergétiquement peu performants. D'importants programmes de rénovation et de constructions neuves sont en œuvre depuis une dizaine d'années dans le cadre des plans *Hôpital 2007* puis *Hôpital 2012*.

Les compétences et méthodes qui interviennent dans la mise en condition sont notamment celles des techniciens qui vont régler, maintenir, réparer les équipements. La maintenance et la gestion des équipements de chauffage, notamment, sont souvent externalisées. Afin d'inciter le sous-traitant à optimiser les consommations d'énergie et le coût associé à la production de chaleur, un contrat à intéressement¹¹ peut être signé. Les compétences des employés de l'établissement de santé, mais aussi des patients et de leurs familles, interviennent également et influencent le niveau des consommations d'énergie. Aujourd'hui, ils ne sont pas sensibilisés aux questions des consommations d'énergie à l'hôpital et leur comportement peut-être une source de gaspillage : lumières ou télévisions allumées dans les chambres vides, fenêtres ouvertes alors que le chauffage est allumé, etc.

10. «Le tramway de la ville n'est pas connecté à l'hôpital, c'est un gros point faible. On a donc mis en place, pour les employés et les visiteurs, une navette qui va de l'arrêt de tramway le plus proche jusqu'à l'hôpital. C'est une navette électrique qui dessert trois points clés dont l'entrée de l'établissement, un point central et la maternité.» (entretien CH)

11. Le principe de ce contrat est le suivant : en début d'année, l'exploitant et l'hôpital fixent un niveau de consommation *raisonnable* pour l'année à venir, en fonction des consommations d'énergie des années précédentes principalement. Si, à la fin de l'année, les consommations sont supérieures au montant fixé, l'exploitant paie les deux tiers du supplément, sinon il touche un tiers du gain. Le contrat est réévalué tous les ans.

Dans les établissements de santé, les caractéristiques du service de mise en condition qui influencent les consommations d'énergie sont, principalement, la température des locaux, leur niveau de ventilation, leur étendue, la luminosité requise, la température de l'eau.

Par ailleurs, la réalisation des services d'intervention (et leurs caractéristiques de services) influence les caractéristiques des services de *mise en condition*. Par exemple, la production de chaleur est nécessaire non seulement pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, mais également pour la production de vapeur de la blanchisserie. La production de froid est nécessaire non seulement pour la climatisation des locaux en cas de fortes chaleurs, mais également pour les réfrigérateurs dans les cuisines, le refroidissement des IRM et des armoires à pharmacie. L'eau chaude sanitaire est utilisée par les cuisines, la blanchisserie et la stérilisation. Finalement, pour prodiguer certains soins ou traiter certains malades, il peut être nécessaire de maintenir une salle en surpression ou en sous-pression¹², ce qui est réalisé par les ventilateurs.

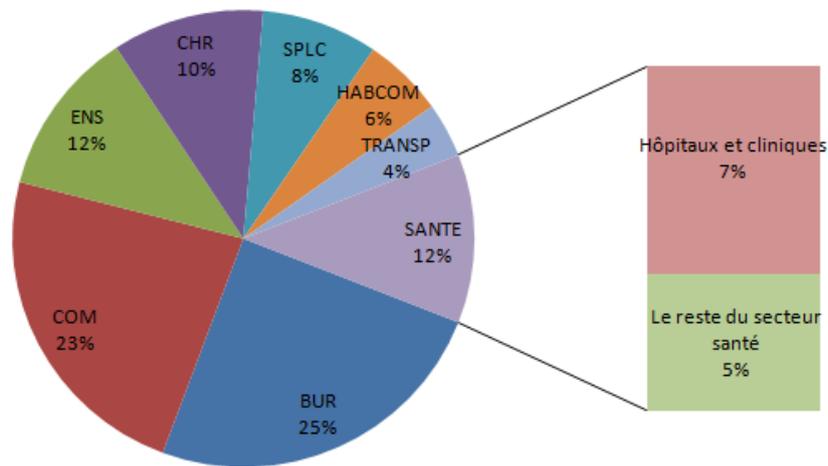
1.2 Quelques données statistiques de cadrage : un usage de l'énergie associé pour plus de moitié au besoin de chaleur

Dans les données de consommation d'énergie fournies par le CEREN, le secteur hospitalier est inclus dans la branche *Santé*, qui, en 2009, représentait près de 12 % des consommations d'énergie finale du secteur tertiaire. La branche *Santé* est principalement constituée des hôpitaux, des cliniques et de la médecine de ville. L'estimation des consommations d'énergie par sous-branche a fait l'objet d'un travail ponctuel en 2007. À cette date, les consommations d'énergie des hôpitaux représentaient 42 % de la branche *Santé* et celles des cliniques 18 %, soit respectivement 11,1 TWh et 4,9 TWh. Les consommations d'énergie des hôpitaux et des cliniques atteignaient ainsi 7,2 % des consommations finales du secteur tertiaire (figure 5.1). En rapportant les consommations d'énergie à la surface chauffée de bâtiments, nous estimons que, en 2007, la consommation unitaire des hôpitaux publics était de 290 kWh/m² et celle des cliniques de 275 kWh/m². Ces résultats sont supérieurs à la consommation unitaire moyenne du secteur tertiaire (figure 5.2).

La répartition des consommations d'énergie des hôpitaux et cliniques par usage est fournie par le CEREN, à l'échelle de la France (figure 5.3). Il existe des différences entre les deux types d'établissements, mais les ordres de grandeur sont similaires. Le chauffage représente environ la moitié des consommations d'énergie. L'eau chaude sanitaire et les divers

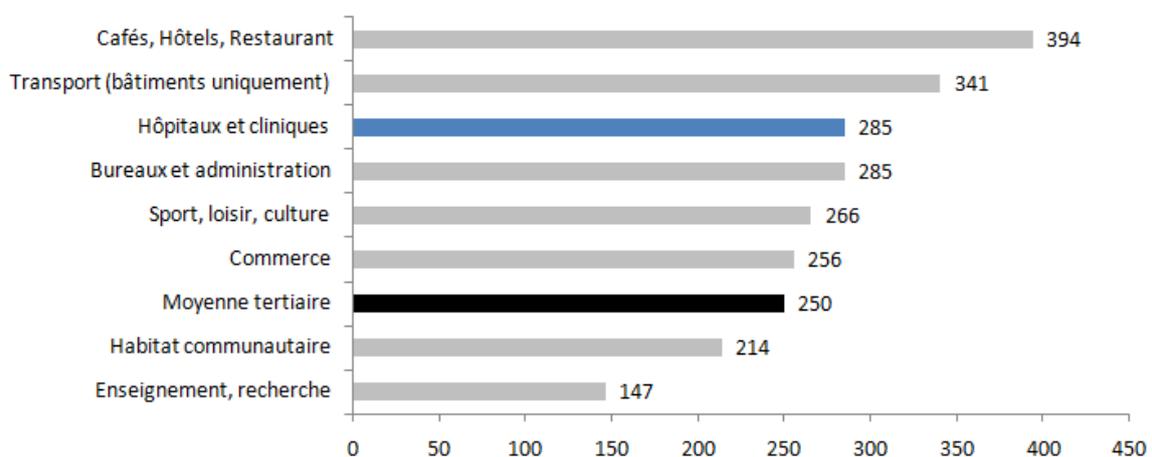
12. Une pièce est mise en sous-pression pour contenir les germes d'un patient hautement infectieux. Elle est, au contraire, mise en surpression pour les patients ayant un système immunitaire déficient, pour limiter l'entrée de germes dans la pièce.

FIGURE 5.1 – Les consommations d'énergie finale des différentes branches du secteur tertiaire, en 2007



Sources : CEREN (2009)

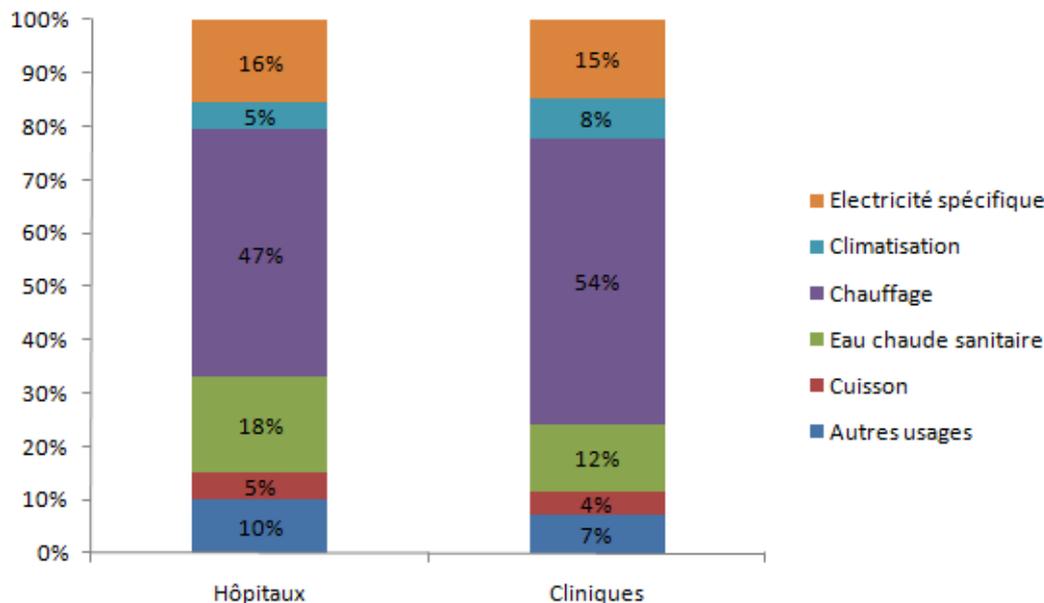
FIGURE 5.2 – Les consommations d'énergie unitaires (en kWh/m²) des différentes branches du secteur tertiaire en 2007



Sources : CEREN (2009)

usages spécifiques de l'électricité¹³ représentent, chacun, près de 15 % des consommations.

FIGURE 5.3 – La répartition des consommations d'énergie finale par usage, dans les hôpitaux et les cliniques, en 2007



Sources : CEREN (2009)

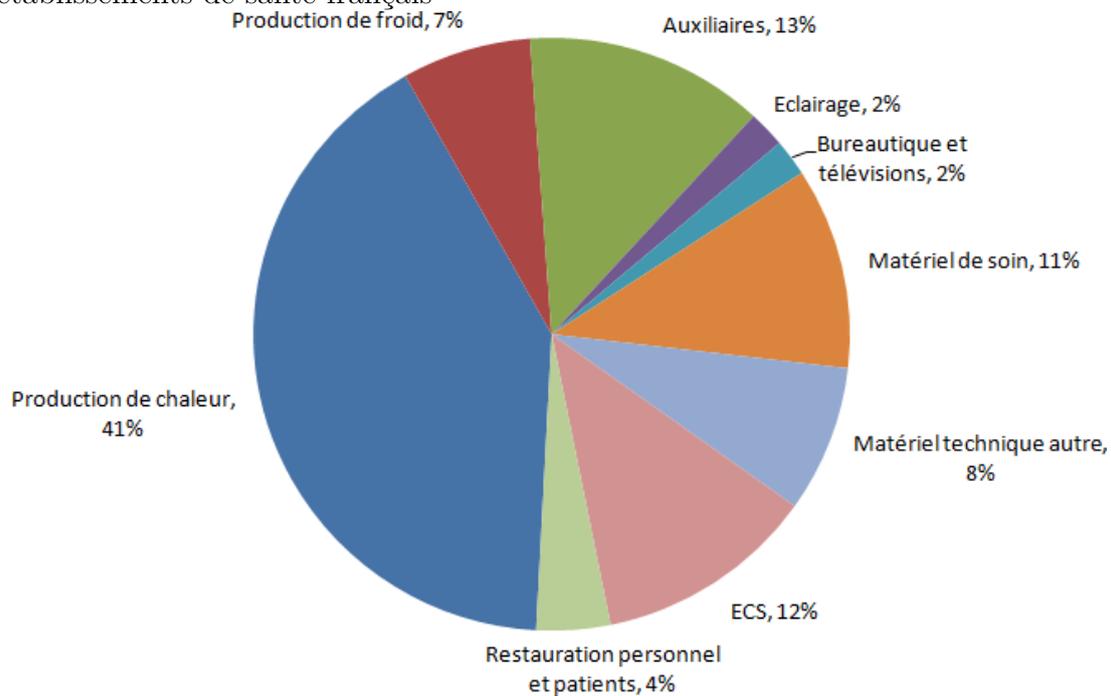
La segmentation du CEREN ne rend pas compte des divers usages de l'électricité. L'ANAP (Agence Nationale d'Appui à la Performance des établissements de santé et médico-sociaux) propose un découpage plus fin des usages de l'énergie à l'hôpital (ANAP, 2011)¹⁴, en distinguant : la production de chaleur, les *auxiliaires*, l'eau chaude sanitaire, le matériel de soin, le matériel technique, la production de froid, la restauration, la bureautique et l'éclairage (figure 5.4).

La production de chaleur (selon la nomenclature ANAP) représente la plus grosse part des consommations d'énergie. Elle est nécessaire pour le chauffage des bâtiments, mais aussi pour la production de vapeur utilisée dans la blanchisserie (lorsque l'établissement n'a pas externalisé cette activité). La prédominance du chauffage peut s'expliquer par un

13. Les usages spécifiques de l'électricité sont les usages pour lesquels l'énergie consommée est nécessaire l'électricité. Il s'agit, par exemple, de l'éclairage ou de la bureautique.

14. L'ANAP a réalisé deux audits énergétiques auprès d'établissements de santé, afin d'établir un bilan plus précis des consommations d'énergie par usage, l'un dans un hôpital et l'autre dans une clinique (ANAP, 2011). Dans un rapport sur les préconisations aux établissements de santé pour améliorer leur performance énergétique, l'ANAP (2011) reprend les données recueillies lors de l'audit de la clinique, estimant qu'elles sont représentatives des établissements de santé français. Faute d'être en mesure de proposer une meilleure estimation, ce sont ces données auxquelles nous nous référons.

FIGURE 5.4 – La répartition moyenne des consommations d'énergie finale par usage dans les établissements de santé français



Sources : ANAP (2011)

besoin en la matière relativement constant tout au long de la journée (du fait de l'activité d'hébergement des hôpitaux) et par les normes de renouvellement de l'air auxquelles sont soumis les établissements de santé.

Les *auxiliaires* représentent plus d'un huitième des consommations d'énergie. Ils correspondent à l'ensemble des pompes et ventilateurs qui permettent de faire circuler l'air. Pour des raisons sanitaires, le taux de renouvellement d'air est particulièrement réglementé dans les établissements de santé. Ces normes varient selon le type de salle, allant par exemple, pour les blocs opératoires, de 25 volumes heure pour les opérations les moins contraignantes à 50 volumes heure pour les greffes ou les opérations sur les patients immunodéprimés.

L'eau chaude sanitaire (ECS) est un autre poste important de consommation d'énergie dans les établissements de santé. Elle est consommée par les cuisines, la blanchisserie, la stérilisation ainsi que pour l'hygiène des patients, des prestataires et éventuellement des accompagnants. Pour éviter les risques de développement des légionelles, la température de l'eau doit être maintenue à plus de 50°C en tout point de l'installation.

Le matériel de soin et le reste du matériel technique contribuent, chacun, à environ 10 %

des consommations d'énergie d'un établissement. Le matériel de soin correspond notamment aux équipements d'imagerie médicale comme les scanners, les IRM, les PET scan. Le matériel technique, hors matériel de soin, est notamment composé des équipements de stérilisation (encore appelés autoclaves), des équipements de lavage (du linge ou de la vaisselle), etc.

La production de froid représente environ 7 % des consommations d'énergie. Elle est, notamment, nécessaire pour les réfrigérateurs dans les cuisines, pour le refroidissement des IRM, des armoires à pharmacie, ainsi que pour la climatisation des locaux.

Enfin, la restauration des personnels et des patients, la bureautique, ainsi que l'éclairage représentent, chacun, moins de 5 % des consommations d'énergie. La restauration est un poste dont la consommation d'énergie peut varier fortement, entre un établissement où cette activité est réalisée intégralement sur place et un l'établissement qui n'a qu'une cuisine *relais*¹⁵. La bureautique est un poste de consommation en croissance : le nombre de postes informatiques et de salles *serveurs* augmente fortement depuis plusieurs années. En effet, de plus en plus de procédures, comme la saisie d'information dans le dossier médical du patient, sont réalisées par informatique. L'éclairage est un poste de consommation d'énergie pour lequel d'importants progrès ont déjà été réalisés grâce à l'installation d'équipements plus performants et à la mise en place d'équipements d'optimisation de l'éclairage, comme les détecteurs de présence et les équipements de modulation de l'intensité d'éclairage.

1.3 Le traitement des questions énergétiques à l'hôpital

Au delà des statistiques de consommation, se pose la question de la représentation de l'énergie à l'hôpital. Les entretiens que nous avons menés ont mis en évidence différents aspects du sujet. La question de l'énergie est principalement traitée sous l'angle des enjeux environnementaux et économiques (section 1.3.1). Les acteurs du monde hospitalier portent, globalement, un faible intérêt à cette question, bien qu'il existe des différences selon les catégories de personnel (section 1.3.2). Au total, l'hôpital n'a qu'une connaissance limitée de ses consommations d'énergie (section 1.3.3).

1.3.1 Une approche de la question principalement sous l'angle environnemental et économique

L'intérêt des acteurs du monde hospitalier pour la question des consommations d'énergie est souvent lié aux enjeux environnementaux. Cela peut s'expliquer par les réglementations auxquelles sont soumis les établissements de santé, réglementations qui abordent la

15. Une cuisine relais reçoit des plats déjà préparés, qui sont réchauffés sur place.

question des consommations d'énergie principalement sous les angles de la préservation de l'environnement et du développement durable.

Les hôpitaux doivent, par exemple, être certifiés par la Haute Autorité de Santé (HAS) et l'un des critères permettant de juger de la mise en oeuvre d'un développement durable porte sur la gestion de l'énergie¹⁶. Les établissements de taille importante ont, par ailleurs, eu l'obligation de réaliser un bilan carbone de leur activité, avant la fin de l'année 2012¹⁷ et ensuite de mettre en oeuvre un plan de réduction de leurs émissions (en grande partie liées à leurs consommations d'énergie).

Un petit nombre des réglementations, auxquelles sont soumis les hôpitaux, traitent de cette question sous un angle purement énergétique. C'est le cas, par exemple, de la réglementation thermique (qui impose des niveaux de performance minimaux pour les bâtiments neufs¹⁸) ou de l'obligation de réaliser un diagnostic énergétique.

La question de l'énergie est également abordée sous l'angle économique. Il est, aujourd'hui, communément admis que les prix de l'énergie vont fortement augmenter dans les années à venir, bien que l'amplitude de la hausse reste incertaine¹⁹. Les consommations d'énergie sont un poste de dépenses, qu'il faut donc maîtriser. Cependant, ce poste représente une très faible part du budget d'un hôpital²⁰ (figure 5.5). Il est, notamment, très faible en comparaison des dépenses de personnel. Le réduire n'est donc pas une priorité, d'un point de vue strictement financier²¹.

16. Cependant la certification évalue les moyens mis en oeuvre et non les résultats : «Ce qui est un peu frustrant avec la certification, c'est que l'on ne nous demande pas d'être bon, juste d'être sensibilisé. Concernant les questions de développement durable, par exemple, nous devons réaliser une évaluation, sensibiliser notre personnel, proposer un plan d'action, mais nous ne sommes pas jugés sur l'atteinte d'un quelconque résultat.»

17. La loi Grenelle 2 imposait à toutes les entreprises de plus de 500 salariés de réaliser un bilan carbone avant le 31 décembre 2012.

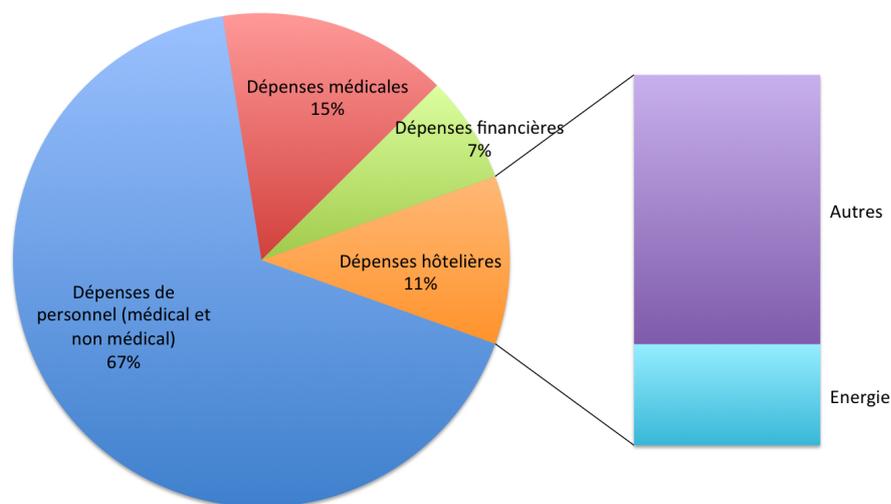
18. Il n'existe pas encore de seuil de performance minimal pour les bâtiments existants, dans le secteur hospitalier.

19. «Puisque les tarifs vont changer, et qu'en particulier les tarifs réglementés vont être abandonnés, nous serons bientôt obligés de faire d'importantes économies d'énergie.» (entretien CH)

20. Dans le budget d'un hôpital, les dépenses associées à l'énergie font partie du titre 3 : dépenses hôtelières, générales et logistiques. L'ensemble du titre 3 représente moins de 10 % des dépenses, et l'énergie n'en constitue qu'une part (de l'ordre de 20 % du titre 3, d'après les informations recueillies au cours de nos entretiens)

21. «L'énergie est certes un sujet que l'on prend en compte dans notre réflexion, mais ce n'est pas le plus important pour l'hôpital. Pour l'hôpital, la plus grosse dépense, c'est de loin le personnel.» (entretien CH)

FIGURE 5.5 – La répartition moyenne du budget d'un hôpital français



Source : données issues du site internet de la Fédération Hospitalière Française

1.3.2 Un intérêt différencié selon la catégorie de personnel

Les directeurs et les responsables techniques commencent à intégrer la question de l'énergie ou plus largement du développement durable à leurs réflexions. À titre d'exemple, les hôpitaux se lancent dans des projets de construction de bâtiments BBC (Bâtiment de Basse Consommation) ou HQE (Haute Qualité Environnementale). Quand les spécificités du bâtiment ne permettent pas d'atteindre ces niveaux, des efforts sont réalisés pour tenter au moins de s'en rapprocher²². Plus généralement, un certain nombre de mesures sont prises pour réduire les consommations d'énergie des bâtiments et des équipements (nous présentons ces mesures dans la section 2.1). Finalement, le coût des consommations d'énergie est de plus en plus souvent pris en compte lors de l'achat des équipements non médicaux²³.

22. «Le bâtiment d'addictologie, actuellement en cours de construction, sera un bâtiment BBC. Le bâtiment de stérilisation, également en construction, sera construit en suivant le principe HQE, notamment sur sa cible énergétique, même si au final il n'aura pas le label du fait du process de stérilisation. Il en va de même pour l'UHSA (Unité d'Hospitalisation de Soins Adaptés) qui est une sorte de prison psychiatrique, pour les patients trop violents pour être en établissement psychiatrique traditionnel. On construit une unité de ce type actuellement. On essaye de se conformer autant que possible aux normes pour réduire les consommations d'énergie, même si on ne pourra jamais atteindre le niveau BBC, du fait des normes à respecter dans un bâtiment pénitencier.» (entretien CHRU)

23. «Depuis quelques années, à chaque fois que l'on remplace les gros équipements consommateurs, comme les tunnels de lavage du linge, les groupes froids, les équipements de cuisine, on tient compte de la performance énergétique dans notre choix d'équipement.» (entretien CHR)

Le personnel médical, pour sa part, reste très éloigné de ces préoccupations. L'énergie est considérée par le monde médical comme un enjeu tout à fait secondaire, en comparaison de la qualité et de la sécurité des soins médicaux²⁴. Ainsi, par exemple, la performance énergétique ne semble pas être prise en compte dans le choix des équipements médicaux²⁵.

1.3.3 Une méconnaissance des consommations d'énergie

Certaines informations concernant les consommations d'énergie ne sont pas connues dans les hôpitaux. Cette méconnaissance peut s'expliquer de deux façons : parfois les données ne sont pas accessibles car leur coût d'obtention est trop élevé, parfois elles sont disponibles, mais elles ne sont pas (ou mal) partagées.

La répartition des consommations d'énergie par usage est rarement connue dans les hôpitaux français. Mesurer les consommations d'énergie par usage nécessiterait un grand nombre de compteurs d'énergie, notamment sur les principaux équipements, ainsi qu'un traitement de l'information en aval. C'est un investissement considéré comme trop lourd, en comparaison des bénéfices potentiels. Cependant, les hôpitaux sont de plus en plus intéressés par la connaissance de la répartition de leur consommation, si ce n'est par usage, au moins par bâtiment ou par zone²⁶. Ainsi, les nouvelles constructions ou les rénovations en profondeur s'accompagnent généralement de l'installation de nouveaux compteurs, par bâtiment, par étage, voire par service.

Alors même que les établissements hospitaliers prennent en charge une partie du coût des déplacements du personnel (les déplacements professionnels et une partie des déplacements domicile-travail), la plupart ne connaissent ni le montant de ces consommations, ni les données qui permettraient de les estimer (notamment la distance parcourue par type de véhicule). Les déplacements des patients sont encore moins connus. Si les données sont déjà difficiles à recueillir auprès des employés, elles le sont, encore plus, auprès des patients. Le lancement d'une enquête peut être envisagé, mais c'est une démarche lourde et complexe²⁷ dont le seul intérêt pour les hôpitaux serait la réalisation d'un bilan car-

24. «Mon ressenti, c'est que les médecins considèrent qu'ils sont là pour soigner les patients et que les économies d'énergie ce n'est pas de leur domaine d'action» (entretien CHR)

25. «Les biomédicaux sont responsables de l'achat des équipements médicaux. Ils s'attachent surtout aux besoins des équipes médicales. Les professeurs dictent leur choix. Pour l'instant, les consommations d'énergie ne sont pas un paramètre dans leur prise de décision. Ils n'ont pas encore cette mentalité là.» (entretien CHR)

26. «Mieux on comptabilise et on suit les consommations d'énergie des différents bâtiments, des différents services, et mieux on sait les gérer» (entretien CH)

27. «Grâce à la direction des affaires financières qui a des tableurs avec la liste (anonyme) des patients et leur lieu de résidence. C'est un premier pas pour estimer les déplacements, mais quel a été leur mode de transport ? Et comment comptabiliser le nombre de visiteurs qui passent, leur mode de transport et la distance qu'ils ont parcourue ? Toutes ces informations on ne les maîtrise pas.» (entretien CHR)

bone (même alors, le périmètre du bilan carbone n'inclue pas toujours les déplacements des patients). L'un des établissements qui a fait l'objet de notre enquête s'est lancé dans une démarche bilan carbone et a réalisé, dans ce cadre, une estimation des émissions de gaz à effet de serre associées aux déplacements du personnel et des patients. L'incertitude affichée concernant cette estimation est de plus de 25 %, ce qui confirme le manque de données disponibles.

La puissance des équipements médicaux est, quant à elle, une donnée théoriquement accessible, mais dans les faits elle n'est pas partagée entre les services : le choix et l'achat des équipements médicaux revient au service biomédical qui n'est généralement pas très sensible à la question des consommations d'énergie et ne transmet pas l'information aux équipes techniques en charge de l'énergie.

Plus généralement, le manque de connaissance concernant les consommations d'énergie peut s'expliquer par la faible part des consommations d'énergie dans le budget des établissements de santé. Puisque les consommations d'énergie constituent un poste de dépense mineur, elles ne sont pas un enjeu prioritaire. Pour ces raisons, les personnes en charge des questions d'énergie ont généralement d'autres attributions, comme les questions de l'eau, ou des gaz médicaux et elles ne sont donc pas des spécialistes de l'énergie. Ce constat avait déjà été formulé par Mairet (2009).

2 Les dynamiques de changement et d'innovation à l'hôpital et leurs répercussions sur les consommations d'énergie

L'énergie ne constitue pas, pour le moment, un enjeu stratégique pour l'évolution de l'activité et les principales innovations à l'hôpital ne sont pas guidées par la recherche d'économies d'énergie. Afin de discuter de l'articulation entre innovation et consommation d'énergie et en particulier des dynamiques d'innovation à l'hôpital et de leurs répercussions énergétiques, sans se limiter aux mesures de maîtrise de la demande d'énergie, nous avons, dans un premier temps, abordé la question sous un angle *non énergétique*. Ainsi, nous avons cherché à discuter des dynamiques d'innovation à l'hôpital en réponse aux grands enjeux du secteur. Ce n'est que dans un second temps que nous en avons examiné les répercussions énergétiques.

Le secteur hospitalier doit faire face à plusieurs enjeux. Tout d'abord celui du renforcement de la contrainte financière, du fait du déficit de la sécurité sociale et de la crise économique actuelle. Dans un tel contexte, les budgets de fonctionnement des hôpitaux

stagnent ou sont revus à la baisse (les établissements sont financés à l'activité²⁸ et les tarifs des soins n'augmentent pas ou peu), et il leur est plus difficile d'obtenir des budgets pour investir (aussi bien auprès des ARS qui autorisent et financent moins de projets, que des établissements bancaires plus hésitants à autoriser des crédits). L'augmentation du coût des consommables et des utilités (alimentation, énergie, etc.) vient renforcer encore la contrainte financière. Le secteur hospitalier doit également répondre à d'autres enjeux, comme celui du vieillissement de la population, qui s'accompagne éventuellement d'une augmentation de la demande de soin et d'une évolution de leur nature : les personnes âgées sont plus fragiles, ont besoin non seulement de soins médicaux, mais aussi de ce qu'on appelle des soins de *nursing* (c'est-à-dire des soins d'hygiène et de confort). Elles ont également des besoins médicaux spécifiques, notamment concernant le traitement de la maladie d'Alzheimer. L'évolution de la démographie médicale (le manque de médecins et de spécialistes dans les campagnes), le renforcement des normes de qualité et de sécurité des soins, ainsi que la chronicisation des maladies sont, également, des enjeux importants auxquels le système de santé doit répondre et qui sont des moteurs de l'innovation à l'hôpital.

Dans cette section, nous proposons d'examiner quatre dynamiques d'innovation à l'hôpital que nous avons mises en évidence dans notre investigation empirique. Ces dynamiques correspondent à différentes logiques d'innovation que nous avons définies dans le chapitre 4. Pour chacune d'entre elles, nous examinons les répercussions énergétiques directes, à l'échelle de l'établissement ou des établissements concernés. Il s'agit de la recherche d'efficacité énergétique (section 2.1), du recentrage sur les missions premières (section 2.2), de la montée en gamme des hôpitaux (section 2.3) et de la mise en place de coopérations (section 2.4).

2.1 Les innovations relatives à la maîtrise de la demande d'énergie

L'ensemble des établissements tertiaires et, en particulier, les établissements de santé, sont soumis à diverses réglementations concernant leurs consommations d'énergie, comme la réglementation thermique pour les bâtiments, l'obligation de réaliser un diagnostic énergétique ou l'obligation pour les établissements les plus importants de réaliser un bilan carbone. Par ailleurs, les acteurs hospitaliers anticipent une hausse importante des prix des énergies et un resserrement de la contrainte budgétaire, du fait du déficit de la sécurité sociale et de la crise économique.

28. La modification du système de financement a été réalisée entre 2004 et 2008, tout au moins pour les soins de court-séjour. Certaines activités, comme les soins de suite, sont toujours financées de façon forfaitaire.

Dans ce contexte, les établissements ont pris et envisagent de prendre des mesures, dont certaines relèvent de l'innovation, pour réduire leur consommation d'énergie. Cette dynamique d'innovation correspond à une logique de recherche d'efficacité énergétique, selon la terminologie que nous avons proposé dans le chapitre 4. À partir de la représentation par les caractéristiques d'un service hospitalier (voir section 1.1), de la grille d'analyse proposée dans le chapitre précédent et des entretiens réalisés, nous avons identifié quatre principales modalités de réduction des consommations d'énergie à l'hôpital : l'amélioration de la performance énergétique des techniques consommatrices d'énergie (section 2.1.1) et des techniques du *bâti* (section 2.1.2), la mise en œuvre de méthodes d'utilisation des techniques économes en énergie (section 2.1.3) et la sensibilisation des utilisateurs (section 2.1.4).

2.1.1 L'évolution des techniques énergétiques

Afin de réduire le montant des consommations d'énergie, des mesures sont mises en œuvre dans les établissements de santé, qui visent à améliorer les caractéristiques techniques des équipements non médicaux, comme les unités de production de chaleur ou de froid, les tunnels de lavage, les autoclaves, les véhicules de fonction²⁹. Ainsi, les équipements non médicaux peuvent être remplacés par des équipements équivalents, mais moins consommateurs d'énergie, par exemple, une chaudière traditionnelle par une chaudière à condensation³⁰. L'ensemble des équipements non médicaux sont concernés par cette tendance : les systèmes d'éclairage, de chauffage, de climatisation, de lavage, etc.

Un cas particulier concerne la production décentralisée d'énergie. Les technologies en question sont, par exemple, les centrales de cogénération, les technologies de stockage de froid, la production d'électricité par panneaux solaires photovoltaïques, la production d'eau chaude sanitaire par panneaux solaires thermiques. Ces technologies ont généralement un meilleur rendement que les technologies traditionnelles, et elles offrent également un nouveau *service* : certaines permettent de produire de l'énergie (centrales de cogénération³¹, panneaux solaires, etc.), d'autres de la stocker (technologies de stockage de froid). Au total, ces technologies permettent de réduire le coût des consommations d'énergie en

29. La distinction est faite entre les équipements médicaux et les équipements non médicaux, car, comme nous l'avons vu dans la section précédente, ils ne sont pas achetés par les mêmes services et ne sont donc pas choisis selon les mêmes critères.

30. Une chaudière à condensation est une chaudière dont le rendement est amélioré par la récupération de la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau résultant de la combustion.

31. Une chaudière à cogénération produit de l'électricité (généralement à partir du gaz) et récupère l'énergie traditionnellement perdue, la chaleur. La chaleur est utilisée directement, l'électricité peut-être consommée ou revendue.

utilisant des énergies gratuites³², en produisant une énergie à revendre ou en consommant l'énergie quand elle est la moins chère³³.

Il existe par ailleurs un potentiel de réduction des consommations d'énergie pour le fonctionnement des équipements médicaux. Pour le moment, peu d'efforts semblent avoir été réalisés pour faire évoluer les caractéristiques techniques de ces équipements dans l'objectif de les rendre plus performants énergétiquement³⁴. Comme nous l'avons mentionné précédemment (section 1.3.2), les équipes biomédicales ne sont actuellement pas sensibilisées à la question des consommations d'énergie et elles ne tiennent pas compte de la performance énergétique des équipements lors de leur décision d'achat. L'augmentation importante du nombre d'équipements possédés par les établissements et du nombre d'actes réalisés quotidiennement avec chaque équipement, est également un frein à la réduction des consommations d'énergie pour le fonctionnement des équipements médicaux. Enfin, les établissements acquièrent des équipements toujours plus performants, en termes médicaux (plus rapide, plus précis, etc.)³⁵. L'amélioration de la *performance médicale* se fait généralement au prix d'une dégradation de la *performance énergétique*.

2.1.2 L'évolution des techniques du *bâti*

L'augmentation de la performance énergétique des bâtiments s'opère généralement par l'amélioration d'une ou plusieurs caractéristique(s) technique(s) de la technique *bâtiment*. Dans la pratique, les mesures mises en œuvre peuvent être classées selon deux catégories : les rénovations de bâtiments existants et le remplacement ou la construction de bâtiments neufs, performants. Les principales rénovations effectuées portent sur l'amélioration des performances énergétiques intrinsèques du bâtiment : rénovation des ouvrants, isolation des murs, isolation des toitures, etc. Parfois les hôpitaux cherchent également à faire meilleur usage de l'éclairage naturel. Les bâtiments neufs doivent répondre à la réglementation thermique qui impose un niveau de performance énergétique minimum à satisfaire. De nombreux bâtiments neufs cherchent également à être labellisés, par exemple par les labels BBC ou HQE. Du fait des particularités de certains bâtiments hospitaliers, la labellisation n'est pas toujours possible, mais, par intérêt financier ou d'affichage, les

32. C'est le cas de l'énergie solaire ou énergie géothermique qui, hormis le coût de l'équipement pour les récupérer, sont des énergies gratuites.

33. Les technologies de stockage du froid fonctionnent sur ce principe : la nuit, quand l'électricité est la moins chère, le système produit de la glace et la stocke pour en diffuser le froid dans la journée.

34. «Aujourd'hui, pour réduire les consommations d'énergie à l'hôpital, on a une approche bâtiment : on réfléchit au bâtiment par lui-même et à l'impact du fonctionnement du bâtiment sur la consommation. Mais on n'a pas poussé la réflexion jusqu'aux activités médicales.» (entretien CH)

35. Un exemple est souvent évoqué dans les entretiens, celui des équipements d'imagerie médicale et en particulier des IRM qui se multiplient et sont toujours plus performants.

établissements semblent porter de plus en plus d'attention à la labellisation de leurs constructions neuves.

Par ailleurs, pour réduire les pertes calorifiques et améliorer la performance énergétique des bâtiments, certains hôpitaux installent, par exemple, un sas à l'entrée des bâtiments pour réduire l'entrée directe d'air froid, à chaque passage. Certains mettent également en place un système de ventilation double flux³⁶ ou de puits canadien³⁷ pour réguler la température de l'air neuf entrant.

2.1.3 L'évolution des méthodes d'utilisation des techniques énergétiques

Des mesures sont également mises en œuvre par les établissements hospitaliers pour adapter le fonctionnement des équipements au besoin réel et éventuellement corriger le comportement des employés, dans le but de réduire les consommations d'énergie. La mise en œuvre de ces méthodes est généralement couplée avec l'installation de nouveaux équipements, dont les consommations d'énergie doivent, bien entendu, être négligeables en comparaison des gains permis.

Les mesures mises en œuvre sont, par exemple, l'extinction automatique des ordinateurs ou le fonctionnement des équipements en mode réduit³⁸ en dehors des périodes d'activité, la mise en place de détecteurs de présence ou de détecteurs de luminosité³⁹. Dans certaines salles, les établissements réduisent au minimum l'apport d'air neuf nécessaire à la viabilité de la pièce et utilisent principalement de l'air retraité pour assurer le volume de renouvellement d'air requis.

2.1.4 L'évolution des compétences du personnel

Les acteurs du monde hospitalier estiment l'important potentiel de réduction des consommations d'énergie qui découlerait de la sensibilisation du personnel (une évolution des

36. La ventilation double flux est un système de ventilation qui permet, en utilisant l'air sortant, de préchauffer l'air entrant l'hiver et éventuellement de le rafraîchir l'été.

37. Un puits canadien est un système de ventilation naturelle qui consiste à faire passer l'air neuf entrant par des tuyaux enterrés dans le sol à une profondeur de un ou deux mètres. La chaleur relativement constante du sol permet de réchauffer l'air entrant l'hiver et de le rafraîchir l'été.

38. Le fonctionnement en mode réduit concerne notamment les centrales de traitement d'air ou l'éclairage de certains locaux et couloirs.

39. Les détecteurs de présence servent à limiter l'éclairage dans les locaux quand personne ne s'y trouve ; les détecteurs de luminosité servent à adapter l'intensité lumineuse au besoin réel en fonction de la luminosité extérieure.

valeurs notamment)⁴⁰ : le comportement du personnel hospitalier ne semble pas optimal du point de vue des consommations d'énergie⁴¹. La sensibilisation du personnel est une mesure souvent moins coûteuse que la rénovation d'un bâtiment ou le remplacement d'un équipement, supposée permettre de réduire les consommations d'énergie finale nécessaires pour satisfaire un même besoin d'énergie utile.

Afin de sensibiliser le personnel et de l'inciter à adopter un comportement plus économe en énergie, certains établissements mettent en oeuvre un certain nombre d'actions de communication, comme des messages adressés aux nouveaux arrivants lors de la présentation de l'établissement, ou formulés dans le journal interne. Afin de sensibiliser le monde médical, des médecins sont parfois intégrés aux groupes de travail sur les questions d'énergie ou de Bilan Carbone. Mais globalement aucune action forte n'est mise en place pour sensibiliser le personnel hospitalier⁴². La mise en place des *contrats de pôle* pourrait faire évoluer la situation : responsable d'un budget, le responsable de pôle (un médecin) serait incité à connaître et maîtriser ses consommations d'énergie⁴³.

Il est difficile de mettre en place des mesures efficaces pour sensibiliser les employés pour plusieurs raisons. Pour commencer, le turnover est important parmi le personnel hospitalier. Ensuite, il est impossible de surveiller et de corriger le comportement de chacun, notamment du fait du nombre important de pièces ou de l'absence de référentiel pour comparer les consommations réelles. Ainsi, seule la bonne volonté des employés à adopter un comportement économe en énergie peut garantir l'atteinte du potentiel de réduction. Le mauvais état des bâtiments n'incite pas, non plus, les employés à améliorer leur comportement⁴⁴. Finalement, les dirigeants des hôpitaux accordent peu d'importance aux

40. «La stratégie la plus rapide c'est de sensibiliser les membres du personnel, de leur expliquer qu'il ne faut pas gaspiller, qu'il faut faire attention aux lumières, qu'il ne faut pas laisser les lumières allumées en plein jour si la lumière naturelle suffit, etc.» (entretien CH)

41. «Les membres du personnel ne sont pas très respectueux des règles de consommation d'énergie. Comme ils ne sont pas chez eux, ils considèrent que ce n'est pas leur problème. Quand ils vont chercher un résident pour le descendre en salle à manger par exemple, la télévision va rester allumée dans la chambre, de même que la lumière.» (entretien CH)

42. «On a mis un mot dans le journal interne. C'est vrai qu'on pourrait faire plus, on pourrait mettre des petits autocollants pour leur rappeler d'éteindre la lumière sur leur passage. On pourrait même envisager des formations. On le fera peut-être un jour, mais on ne s'est pas encore lancé dans ce genre de démarche.» (entretien CH)

43. Mais, dans la pratique, pour que l'incitation fonctionne il faut que chaque pôle puisse mesurer ses consommations d'énergie réelles et ne paie pas simplement une part des consommations totales au prorata de sa surface occupée ou de son personnel. Or, actuellement, presque aucun hôpital n'est capable de réaliser ce genre de mesure.

44. Un interviewé indique que l'un des bâtiments de son établissement est très mal isolé, avec de fortes différences de température entre les pièces. Pour obtenir une température confortable dans une pièce il faut éventuellement en surchauffer une autre (malgré la présence de thermostats sur les radiateurs).

mesures de sensibilisation, l'énergie n'étant pas un enjeu prioritaire à l'hôpital et l'adoption d'un comportement économe en énergie étant parfois considéré comme une démarche individuelle⁴⁵.

Il peut, également, être intéressant de sensibiliser les employés quant à leurs déplacements (évolution d'une compétence qui devrait entraîner une évolution dans le choix des techniques énergétiques), notamment en les incitant à utiliser des modes de transport moins consommateurs d'énergie pour se rendre au travail⁴⁶. Ce type d'initiatives semble encore rare, à l'exception de l'incitation financière à l'usage des transports en commun dans les villes par le biais du remboursement de la moitié du coût du transport.

2.2 Le recentrage sur les missions premières

Les hôpitaux se recentrent sur leurs missions premières que sont les soins, c'est-à-dire qu'ils se recentrent sur leurs plateaux techniques et réalisent moins d'hébergement. Cette tendance se traduit par le raccourcissement de la durée des séjours (section 2.2.1) et par le développement de nouvelles formes de prise en charge (section 2.2.2). Elle relève d'une logique d'*appauvrissement* des services, selon la terminologie introduite dans le chapitre précédent. Dans la dernière section (section 2.2.3), nous examinons, à l'échelle d'un établissement hospitalier, les répercussions sur les consommations d'énergie du recentrage sur les missions premières.

2.2.1 Le raccourcissement de la durée des séjours

La durée moyenne de séjour (DMS) a diminué depuis les 10 dernières années en France. D'après les chiffres de l'OCDE (2011), nous sommes passés d'une durée moyenne de séjour de 6 jours en 2000 à une durée moyenne de 5,6 jours en 2009. La France se situe en-dessous de la moyenne de l'OCDE qui était de 7,2 jours en 2009. Certains pays Européens comme la Norvège ou le Danemark ont une durée moyenne de séjour inférieure, respectivement 4,6 et 4,8 jours. D'autres, en revanche, se situent bien au-delà : en Allemagne la DMS est de 9,7 jours et en Finlande elle est de 12,5 jours.

45. «Je suppose que les gens sont assez grands pour savoir ce qu'ils ont à faire et éteindre leur lumière.» ; «C'est une question d'éducation : quand on sort d'une pièce on éteint la lumière, quand on sort d'un bâtiment on ferme la porte.» (entretien CH)

46. Certains établissements ont installé des parkings à vélos, mais, comme l'a fait remarqué un interviewé, sans parfois prévoir le reste de l'infrastructure. Dans cet exemple, l'établissement hospitalier se situe en dehors de la ville et n'est accessible que par de grands boulevards passants. Un parking à vélo a été aménagé dans l'établissement, mais puisqu'aucune piste cyclable ne relie l'hôpital, presque personne ne vient à vélo. Par ailleurs, aucun établissement n'a lancé d'initiative pour inciter au covoiturage.

Le raccourcissement de la durée de séjour répond à plusieurs enjeux actuels du système de santé. Pour commencer, il permet de réduire les coûts de la prise en charge par patient. Il peut, également, correspondre à une demande des patients, désireux de quitter un environnement stressant et éventuellement vecteur de maladies nosocomiales pour retrouver leur cadre de vie normal.

Cependant, si certains patients souhaitent rentrer le plus rapidement possible chez eux, un raccourcissement trop important de la durée de séjour peut être mal accepté par d'autres⁴⁷. Une étude de Or et Renaud (2009) a montré que les caractéristiques sociales et environnementales du patient influencent la durée de séjour à l'hôpital. En particulier, l'isolement social du patient est un facteur important. Ainsi, 45 % des personnes totalement isolées (vivant seules et ne pouvant mobiliser un adulte pour les aider) restent plus de 2 jours, contre seulement 20 % des personnes ne vivant pas seules. De la même façon, seules 5 % des personnes totalement isolées sont prises en charge en ambulatoire⁴⁸, contre 25 % des personnes ne vivant pas seules. Or, du fait des nouveaux modes de vie, des divorces et des recompositions familiales, de la plus grande mobilité géographique des familles, les liens familiaux ont tendance à se distendre, et cela, davantage encore, quand on atteint un âge avancé. Cet isolement peut constituer un frein important et durable au raccourcissement de la durée de séjour ou, tout au moins, induire le besoin d'une solution alternative d'hébergement. Nous y revenons par la suite.

Par ailleurs, du point de vue de l'offre, le système de tarification actuel de l'activité a une influence importante sur la durée de séjour. Il est généralement reconnu (dénoncé même) que la tarification à l'activité constitue une incitation pour les établissements à réduire la durée de séjour des patients pour optimiser leurs gains (Or et Renaud, 2009). Si une part de cette réduction est recherchée et est bénéfique à l'ensemble de la société, une autre peut se faire au prix d'une baisse de la qualité des soins et d'une décharge du suivi des patients vers d'autres établissements privés. Ainsi, une étude de Newhouse (2003) a montré que la réduction de la durée de séjour à l'hôpital aux Etats-Unis, s'est faite au prix d'une augmentation importante des soins de suite et des soins à domicile. Si l'effet *pervers* de la tarification à l'activité est généralement rapporté dans ce sens, la tarification à l'activité peut parfois aussi être envisagée comme un frein à la réduction de la durée de séjour : la tarification de l'activité prévoit, en effet, qu'en cas de séjour *trop court* le tarif soit revu

47. «On dit beaucoup que c'est pour faire plaisir aux gens qu'on les sort plus rapidement de l'hôpital, mais les gens quand on leur parle ils trouvent qu'on les sort un peu vite. Sortir rapidement de l'hôpital c'est bien, mais il faut qu'il y ait un entourage au domicile pour aider la personne pendant la convalescence» (entretien CH)

48. La prise en charge ambulatoire désigne une prise en charge médicale de moins d'une journée qui ne nécessite pas d'hébergement hospitalier.

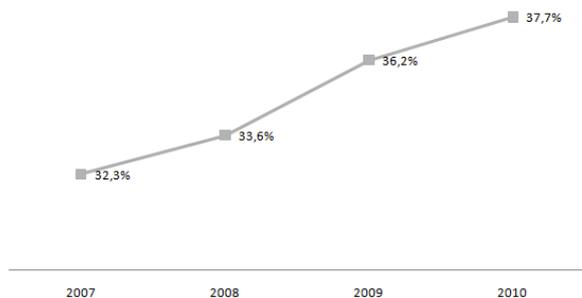
à la baisse ⁴⁹.

2.2.2 Le développement de nouvelles formes de prise en charge

Le raccourcissement de la durée de séjour peut également s'accompagner du développement de nouvelles formes de prise en charge, et réciproquement. Actuellement, se développent notamment les hôpitaux de jour, les hôpitaux de semaine ou l'hospitalisation à domicile. Ces formules nouvelles de prise en charge sont plus simples, plus courtes et elles correspondent globalement à des logiques d'*appauvrissement* du service.

La prise en charge ambulatoire ou hospitalisation de jour désigne une prise en charge médicale rapide, de moins d'une journée et qui ne nécessite pas d'hébergement hospitalier. En 2010, selon l'ATIH, elle représente 37,7 % des actes de chirurgie en France. Cette part est en augmentation depuis quelques années (figure 5.6) ⁵⁰. Dans de nombreux pays européens, le développement de cette forme de prise en charge est plus important, avec par exemple, en Europe du Nord, 50 % des actes réalisés en ambulatoire ⁵¹.

FIGURE 5.6 – Evolution de la part de la chirurgie ambulatoire dans le total des actes de chirurgie



Sources : données de l'ATIH

La prise en charge ambulatoire répond à plusieurs enjeux actuels du système de santé. Elle permet de réduire les coûts de la prise en charge puisqu'elle nécessite moins de ressources humaines et matérielles (pas d'hébergement, moins de restauration, pas de suivi

49. «Dans certains cas, on a intérêt à ne pas raccourcir la durée de séjour pour ne pas diminuer nos recettes, en fonction des Groupes Homogènes de Séjour et des bornes basses ou hautes de durée de séjour. C'est notamment valable pour la maternité.» (entretien CH)

50. Le nombre total de prises en charge augmente légèrement. Le nombre de prises en charge en ambulatoire augmente plus.

51. Données d'une enquête de l'IAAS (International Association Ambulatory Surgery) réalisée en 2009 (HAS, 2012).

médical, etc.). Elle permet également de réduire la surface nécessaire par patient : n'occupant leur chambre que quelques heures, sans y passer la nuit, les patients acceptent plus volontiers que dans le cas d'une hospitalisation classique, de la partager avec un autre patient. Finalement, l'hospitalisation de jour permet d'éviter au patient un séjour hospitalier, éventuellement stressant et vecteur de maladies nosocomiales. Par ailleurs, la prise en charge ambulatoire est particulièrement adaptée au traitement des maladies chroniques qui sont de plus en plus fréquentes.

La prise en charge ambulatoire, et en particulier la chirurgie ambulatoire, a été favorisée par certains progrès techniques et notamment médicaux. La chirurgie ambulatoire nécessite, par exemple, l'utilisation d'anesthésiants spécifiques et elle fait appel aux techniques de chirurgie mini-invasive. La prise en charge ambulatoire s'est d'abord développée en ophtalmologie dès les années 90. Grâce aux progrès techniques, elle peut être proposée pour des interventions de plus en plus nombreuses. Si les médecins ont d'abord été un peu réticents face à ce type de prise en charge, considérant qu'elle n'était adaptée qu'à des interventions simples, ce frein se lève avec les progrès techniques⁵².

Il existe aussi un frein au développement de cette nouvelle forme de prise en charge du côté de la demande : certains patients sont en effet réfractaires à l'idée de devoir quitter l'établissement hospitalier rapidement après une intervention et de ne pas être suivis. S'ils ne nécessitent plus de surveillance médicale, beaucoup ne sont pas pour autant en mesure de rentrer chez eux par leurs propres moyens. Ces patients se retrouvent, par exemple, contraints de réserver une chambre d'hôtel à leurs frais ou de rentrer chez eux en taxi. Ce type de prise en charge induit donc des difficultés pour les personnes en situation de précarité⁵³. Plus généralement, en recentrant leur activité sur les soins purement médicaux, les hôpitaux renoncent en partie à la dimension sociale de leur activité.

Cependant certains freins à la prise en charge en ambulatoire (comme la crainte des patients de rentrer rapidement chez eux) peuvent s'atténuer au fur et à mesure du développement de ce type de prise en charge et de sa banalisation. L'offre peut également s'adapter pour faire face aux réticences des patients. Quelques hôpitaux (rares encore) commencent ainsi à proposer des formules d'hébergement alternatives. L'idée est d'offrir

52. «Il y avait un frein psychologique chez les praticiens, notamment chez les chirurgiens, qui considéraient qu'on ne pouvait faire que des gestes faciles en ambulatoire. Mais ce frein est en train d'être levé et de nombreux praticiens sont aujourd'hui persuadés qu'il y a un vrai challenge médical à pouvoir faire des gestes compliqués en ambulatoire avec évidemment un niveau de qualité accru pour le patient.» (entretien CH)

53. «Je vous présente l'exemple de ma mère. Pour une opération en ophtalmologie elle a été convoquée à 7h du matin pour sortir à 19h le soir. Après l'opération le patient n'est pas en mesure de prendre les transports seul. Donc elle a été contrainte de louer une chambre dans l'hôtel en face. Socialement c'est sélectif.» (entretien CH)

un hébergement non médical, mais à proximité immédiate de l'hôpital afin de faciliter l'organisation du patient et de permettre, si nécessaire, une consultation externe le lendemain. Par ailleurs, l'articulation entre les hôpitaux et la médecine de ville doit être renforcée : si les patients rentrent rapidement chez eux suite à leurs traitements à l'hôpital, les éventuels effets secondaires ont plus de chance de survenir en dehors de l'établissement et les médecins de ville doivent être en mesure d'intervenir.

Un hôpital de semaine est un hôpital ouvert cinq jours sur sept, qui ferme les week-ends. Le développement des hôpitaux de semaine répond principalement aux enjeux financiers auxquels l'hôpital fait face. Il permet une réduction des coûts, puisqu'il ne mobilise pas de personnel le week-end (sachant que le coût du personnel représente en moyenne près de 70 % de la dépense hospitalière). Le développement des hôpitaux de semaine est possible grâce à la réduction de la durée moyenne des séjours. Une part importante des séjours durent maintenant moins de 5 jours. Avec une bonne organisation, ces séjours peuvent donc être réalisés en hôpital de semaine. La prise en charge en hôpital de semaine peut même influencer à la baisse la durée moyenne de séjour⁵⁴.

Le développement des hôpitaux de semaine nécessite donc une bonne organisation de l'hôpital, afin de réduire au maximum la durée d'hospitalisation des patients. Or, aujourd'hui, cette condition ne semble pas toujours être respectée. Des travaux ont mis en évidence que près d'une journée d'hospitalisation sur trois n'est pas pertinente (Khelifa, 2005). Les principales raisons identifiées sont les sorties mal planifiées, les attentes de consultations spécialisées, les problèmes de prise de décision médicale, ainsi que l'absence de services de suite.

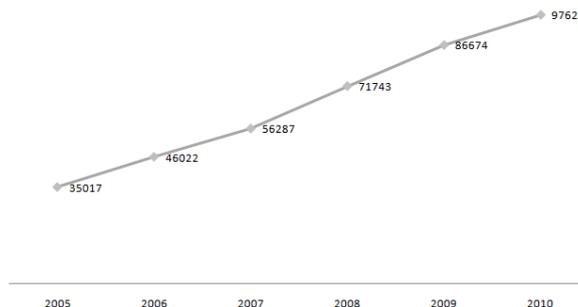
L'hospitalisation à domicile (l'HAD) correspond à une prise en charge à domicile : le patient reçoit, chez lui, les soins dont il a besoin. Cette nouvelle forme de prise en charge relève, en partie, d'une logique de *délégation*, puisque le service d'accueil et d'hébergement du patient est transféré de l'établissement au patient lui-même.

L'hospitalisation à domicile s'est fortement développée depuis quelques années : le nombre de patients traités a ainsi augmenté de près de 180 % entre 2005 et 2010 (figure 5.7). Cependant, face aux 11 millions de personnes hospitalisées en 2010 en courts-séjours (Evain *et al.*, 2012), l'hospitalisation à domicile ne représente qu'une part minime de l'activité hospitalière (moins de 1 %).

L'hospitalisation à domicile est principalement un complément à l'hospitalisation com-

54. «Si, par exemple, il y a des patients qui sont à 5 jours et demi ou 6 jours, c'est aussi une façon de réduire leur durée de séjour en la bloquant à 5 jours.» (entretien CH)

FIGURE 5.7 – Evolution du nombre de patients traités en HAD



Sources : données de la FNEHAD

plète, en aval de cette dernière. Elle permet d'en réduire la durée. L'hospitalisation à domicile est particulièrement adaptée pour la prise en charge des pathologies chroniques. Elle permet une réduction des coûts de la prise en charge, mais aussi une amélioration du confort du patient, qui n'a pas à faire le déplacement régulièrement et qui peut continuer à profiter de son cadre de vie. Mais l'hospitalisation à domicile signifie également que le patient est moins suivi, qu'il est plus souvent seul face à sa maladie et aux éventuels effets secondaires qui font suite au traitement reçu. Pour lever ces freins, une meilleure articulation est nécessaire entre l'hôpital et la médecine de ville (nous avons déjà mentionné cette condition dans le cas du raccourcissement de la durée de séjour). Le développement de certaines activités telles que l'éducation thérapeutique peut également réduire l'angoisse du patient et lui permettre d'être plus autonome, c'est-à-dire d'avoir les gestes appropriés, les bons réflexes, etc.

L'hospitalisation à domicile n'est jamais imposée au patient, elle doit être un choix de sa part. Par ailleurs, il faut que la zone géographique de résidence du patient soit couverte par une structure HAD, et que les soins qu'il requiert puissent être réalisés à domicile.

2.2.3 Un facteur baissier pour les consommations d'énergie, à certaines conditions

Dans cette section, notre objectif est d'analyser, à l'échelle d'un établissement hospitalier, les répercussions énergétiques du raccourcissement de la durée de séjour et du développement de nouvelles formes de prise en charge. Cette dynamique d'innovation, qui correspond à un recentrage des hôpitaux sur leurs missions premières de soin, relève globalement d'une logique que nous avons appelée logique d'*appauvrissement*.

Pour notre analyse, nous nous appuyons sur la représentation du service hospitalier en

termes de caractéristiques présentée dans la section 1.1 et sur le modèle analytique développé dans le chapitre précédent. Les innovations et changements introduits sont définis en termes d'évolution dans les différents vecteurs de caractéristiques qui définissent le service.

Le service d'intervention. La durée moyenne de séjour est une caractéristique de services, dans les termes de la définition des services par les caractéristiques. Le raccourcissement de la durée moyenne de séjour par patient constitue donc, tout d'abord, une évolution de cette caractéristique de services. Cette évolution entraîne d'autres changements des caractéristiques de services, comme la diminution du nombre moyen de certains actes par patient (notamment les repas ou les nuitées), qui, elle-même, entraîne, toutes choses égales par ailleurs, une réduction des consommations d'énergie par patient. À l'échelle de l'hôpital cependant, le raccourcissement de la durée moyenne de séjour permet, le plus souvent une augmentation du taux de rotation des patients (une autre caractéristique de services) et donc une augmentation du nombre d'actes. Cette tendance serait susceptible d'entraîner une hausse des consommations d'énergie par établissement. À l'échelle du pays, ce résultat doit, cependant, être mis en perspective avec l'évolution de la demande de soin⁵⁵. Si la croissance de la demande de soin ne compense pas le raccourcissement de la durée de séjour, alors la capacité d'accueil des hôpitaux (une caractéristique de services) dépassera la demande, ce qui, à moyen terme, devrait en entraîner la diminution. Une diminution de la capacité d'accueil sur le territoire se traduit par une réduction de la surface hospitalière totale.

Le raccourcissement de la durée moyenne de séjour (et ses traductions en termes de nouvelles formes de prise en charge) est permis par l'utilisation de nouvelles techniques, par exemple, de nouveaux produits pharmaceutiques ou des anesthésiants spécifiques. Certaines sont des techniques énergétiques, comme les équipements pour la chirurgie micro-invasive. D'autres sont des méthodes qui influencent indirectement les consommations d'énergie. C'est le cas des méthodes d'organisation visant à optimiser le séjour des patients et notamment réduire le nombre de jours d'hospitalisation non pertinents.

La spécificité des hôpitaux de jour ou de semaine, du point de vue de l'évolution des caractéristiques de services, correspond au fait que les heures d'ouverture sont réduites. Ainsi, la nuit (pour les hôpitaux de jour) ou le week-end (pour les hôpitaux de semaine), les établissements sont fermés et aucun acte n'y est réalisé. Toutes choses égales par ailleurs, le nombre d'actes réalisés est inférieur à ce qu'il serait dans un hôpital traditionnel, et donc les consommations d'énergie sont moindres. Cependant, une fois de plus, la question est d'évaluer les conséquences énergétiques de ces formules à l'échelle du territoire français.

55. L'analyse des répercussions énergétiques, à l'échelle du pays, de différents scénarios d'évolution du secteur hospitalier est l'objet de la section 3.

Pour répondre à une même demande de soins et toutes choses égales par ailleurs, les hôpitaux de jour ou de semaine semblent exiger davantage de ressources pour l'accueil, que les hôpitaux traditionnels. Cependant, les hôpitaux de jour et de semaine peuvent constituer une incitation supplémentaire à mieux organiser et optimiser le temps de séjour du patient.

L'hospitalisation à domicile (HAD) est un cas particulier. Seules certaines pathologies peuvent être prises en charge par cette formule. Mais surtout, comme son nom l'indique, le service est réalisé au domicile du patient. La tendance au développement de l'hospitalisation à domicile relève de la logique de *délégation*, selon la terminologie introduite dans le chapitre 4. Du point de vue des consommations d'énergie, l'HAD constitue un changement radical, puisque les consommations d'énergie incombent aux patients et que du point de vue des statistiques énergétiques, ces consommations d'énergie sont comptabilisées au sein du secteur résidentiel. Une étude spécifique serait intéressante à mener pour étudier l'impact de l'hospitalisation à domicile sur les consommations résidentielles, mais ce n'est pas notre sujet ici.

Le service de mise en condition. La principale caractéristique de services qui détermine l'évolution des consommations d'énergie, à l'échelle du territoire, correspond à la surface hospitalière. Comme nous l'avons vu précédemment, l'évolution de la surface hospitalière dépend du rapport entre l'évolution de la demande de soins et le raccourcissement de la durée de séjour.

Les horaires d'ouverture réduits des hôpitaux de jour ou de semaine sont évidemment un facteur baissier pour les consommations d'énergie, toutes choses égales par ailleurs. Cependant, dans certains cas, l'hôpital de jour se situe dans une aile du bâtiment principal accueillant l'hôpital traditionnel, et il n'est pas possible de moduler la mise en condition de cette aile indépendamment du reste du bâtiment. Ainsi, si les caractéristiques de services du service d'intervention correspondent bien à celle d'un hôpital de jour, les caractéristiques de services du service de mise en condition sont celles d'un hôpital traditionnel. Le potentiel de réduction des consommations d'énergie pour la mise en condition n'est pas atteint dans ce cas⁵⁶. Plus généralement, sur le plan énergétique, l'impact de ces modes d'organisation dépend directement de la différence entre les consommations d'énergie du bâtiment en fonctionnement *à vide* et *en activité*. La mise en place d'un mode réduit la nuit et les week ends permet des gains énergétiques d'autant plus importants que le bâtiment est peu performant. Avec le développement de bâtiments performants, notamment, à l'avenir, avec les bâtiments dits *passifs*⁵⁷, ces gains potentiels seront moindres.

56. «Pour atteindre le potentiel de réduction il faudrait que des secteurs complets soient gérés de manière indépendante, du point de vue de l'énergie.» (entretien CH)

57. Un bâtiment passif est un bâtiment pour lequel les apports solaires et les apports internes (matériels électriques et habitants) suffisent à satisfaire le besoin de chauffage.

Concernant l'hospitalisation à domicile, le service de mise en condition correspond à la mise en condition de l'habitation du patient. Faute de plus d'information sur le sujet, nous faisons l'hypothèse qu'hormis une éventuelle légère hausse de la température (une caractéristique de services) d'une ou de plusieurs pièces de l'habitation, le service de mise en condition n'est pas influencé par l'hospitalisation.

Le service de mise en présence. Ce service est principalement affecté par le développement de l'hospitalisation à domicile. Dans ce cas de figure, le patient ne se déplace plus à l'hôpital. En revanche, une infirmière ou un médecin peut se déplacer à son domicile. L'hospitalisation à domicile est particulièrement adaptée aux patients atteints d'une maladie chronique qui, sans cette possibilité, devraient se rendre régulièrement à l'hôpital. Ainsi, cette forme de prise en charge devrait permettre une baisse des consommations d'énergie liée aux déplacements. À notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée, jusqu'à présent, pour déterminer le montant de ces éventuels gains énergétiques.

Dans les autres cas, le service de mise en présence est relativement peu affecté. On peut, cependant, faire l'hypothèse que si le patient reste moins longtemps à l'hôpital, il recevra moins de visites de sa famille et de ses proches, ce qui se traduit par une réduction des consommations d'énergie de déplacement.

2.3 La montée en gamme des hôpitaux

Notre analyse empirique du secteur hospitalier nous a permis de mettre en évidence la montée en gamme des hôpitaux. Cette tendance se traduit principalement par l'augmentation du taux d'équipements, l'amélioration du confort d'hôtellerie et l'offre de nouveaux services (section 2.3.1). Elle correspond à une logique d'enrichissement du service. Cette tendance à la montée en gamme des hôpitaux rencontre, cependant, une barrière majeure, celle de la contrainte budgétaire (section 2.3.2). Dans la dernière section, nous examinons les potentielles répercussions énergétiques de cette montée en gamme (section 2.3.3).

2.3.1 Les signes de la montée en gamme des hôpitaux

L'activité hospitalière est de plus en plus intensive en équipements : équipements médicaux (d'imagerie, de chirurgie, d'aide aux patients ou aux employés, etc.), mais aussi équipements non médicaux (de bureautique, de climatisation, de confort, etc.). La technicisation de l'activité répond aux enjeux de sécurité et de qualité des soins. Par ailleurs, la tarification des actes s'appuie, principalement, sur leur technicité. L'ajout de nouvelles technologies permet également de réaliser de nouvelles interventions (par exemple, de nouvelles interventions en ophtalmologie sont permises par le laser), d'améliorer la pro-

ductivité du travail ou de faciliter le travail des employés (avec notamment l'ajout d'aides à la manutention). Les progrès techniques et l'ajout de technologies permettent également de développer de nouvelles formes de coopérations entre agents de santé, à travers notamment les échanges à distance et les pratiques médicales déportées.

En raison de la tarification à l'activité, les établissements cherchent à augmenter le nombre de patients accueillis et donc à étendre leur zone d'influence. Pour atteindre cet objectif, ils s'efforcent de satisfaire leurs patients, notamment en leur offrant une qualité de soin et de services. À l'hôpital, l'amélioration du confort hôtelier se concrétise principalement par l'offre de plus en plus généralisée de chambres individuelles avec salle de bain privative et petits équipements de confort. L'offre de services se développe également autour de spécialités comme la diététique, l'orthophonie, la kinésithérapie, l'ergologie, etc.

Au croisement des tendances de recentrage sur les missions premières et de montée en gamme des hôpitaux émerge une offre alternative d'hébergement. Cet hébergement alternatif peut être pris en charge directement par l'hôpital, on parle alors d'*hôtels hospitaliers*. L'Hôtel-Dieu à Paris propose ce type de prestation. Une partie de l'hôpital est devenu un hôtel. Il est accessible aux patients ayant subi des soins à l'hôpital mais aussi aux touristes. Il propose les prestations habituelles d'un hôtel et il n'est pas équipé médicalement. Il existe une autre forme d'hébergement alternatif où l'hôpital monte un partenariat avec un hôtel avoisinant. À titre d'exemple, les patients de l'Institut Gustave-Roussy (IGR) de Villejuif peuvent être hébergés dans un hôtel Campanile, situé à proximité immédiate.

Certains patients passant la nuit dans un lit médicalisé à l'hôpital auraient davantage besoin d'une surveillance de proximité, sans monitoring, sans assistance respiratoire ni même visite d'infirmiers. L'hôtel hospitalier permettrait ainsi aux patients d'être logés à proximité de l'hôpital mais dans un hôtel. Cette formule, encore peu développée en France, vient notamment des Etats-Unis. Elle s'y est développée comme une solution alternative pour ceux qui n'ont pas les moyens de payer une chambre à l'hôpital.

Cette formule satisfait principalement les contraintes financières auxquelles les hôpitaux (et même plus largement le système de santé) sont confrontés. Elle permet un gain financier substantiel pour l'hôpital puisqu'une chambre d'hôtel est moins coûteuse, en termes de fonctionnement, qu'une chambre d'hôpital. En particulier, ce type d'hébergement ne nécessite pas de surveillance médicale, ce qui représente une économie de personnel. Il permet également d'améliorer le confort et la qualité de soin des patients. Mais pour le moment, ce type d'hébergement n'est pas pris en charge par l'assurance maladie (seuls certains patients, sur des critères de revenus, peuvent bénéficier d'un soutien financier par le biais d'une fondation). Le développement de cette formule est étroitement lié à

ce problème de financement. Certains professionnels de santé considèrent que, s'il était pris en charge par l'assurance maladie, ce type d'hébergement serait moins coûteux qu'un hébergement hospitalier classique (Prigent, 2012).

2.3.2 Les freins à cette dynamique de montée en gamme

Tous les hôpitaux qui ont fait l'objet de nos investigations empiriques, sans exception, étaient en restructuration. Les raisons invoquées sont multiples : quitter un bâtiment vétuste, améliorer le confort des patients, réorganiser l'activité, etc. L'objectif de ces restructurations est d'améliorer la qualité et la sécurité des soins.

Mais ces restructurations sont coûteuses et il faut pouvoir les financer. Compte tenu des difficultés auxquelles est confronté le système de santé aujourd'hui (le déficit de la sécurité sociale, mais aussi la crise actuelle en Europe, l'endettement des États qui exerce une pression sur budget de la santé), deux stratégies sont envisageables : soit les hôpitaux diminuent réellement leurs dépenses et donc leur montée en gamme, soit les coûts sont répercutés sur les patients, le système devenant de plus en plus inégalitaire. Mais, il faut noter que rares sont les acteurs du monde hospitalier qui évoquent ce risque d'un système de plus en plus inégalitaire. Prendre en compte un tel risque revient à remettre en cause le fonctionnement même du système hospitalier actuel, qui s'oriente très clairement vers une montée en gamme des établissements.

2.3.3 Un facteur haussier pour les consommations d'énergie

Nous allons ici définir les différentes traductions de la montée en gamme des établissements de santé en termes d'évolution des caractéristiques du service afin d'en étudier les répercussions énergétiques, à l'échelle d'un établissement hospitalier.

Le service d'intervention. En termes de caractéristiques de services, la montée en gamme des hôpitaux vise l'amélioration de la qualité (sécurité, temps de réalisation, efficacité à moyen terme, etc.) des services proposés par l'hôpital, en particulier les activités médicales (diagnostic, soin, chirurgie) et l'hébergement. Dans cet objectif, les établissements introduisent de plus en plus de techniques et notamment des techniques énergétiques. L'introduction de nouvelles technologies consommatrices d'énergie se traduit, toutes choses égales par ailleurs, par une augmentation des consommations d'énergie. Les techniques du *bâti* évoluent également : les chambres deviennent privatives, la surface allouée par patient augmente. L'évolution de ces dernières a des répercussions sur les caractéristiques de services de la mise en condition et sur ses consommations d'énergie.

Le service de mise en condition. L'augmentation de la surface par patient (caractéristique de services de l'intervention) représente une évolution des techniques du *bâti*

du service de mise en condition : les locaux à mettre en condition. Du fait de cette évolution et toutes choses égales par ailleurs, pour atteindre un même niveau de services, une consommation d'énergie plus importante est requise. L'offre de plus de services et/ou de services de meilleures qualités a, notamment, pour objectif d'attirer plus de patients. Cependant, si la demande globale de soin n'augmente pas, l'augmentation de la fréquentation de certains établissements se traduira par la baisse de fréquentation de certains autres, suivie, parfois, de la fermeture de services, ou même d'établissements entiers. Au total, cette tendance se traduit par une réorganisation de la surface hospitalière, qui peut, éventuellement, être l'occasion de rénover les bâtiments ou de quitter un bâtiment vétuste pour un bâtiment neuf et donc de permettre des optimisations en termes de consommation d'énergie.

Le service de déplacement peut être affecté quantitativement par cette évolution de l'activité hospitalière. À l'échelle d'un établissement, l'offre de plus de services et/ou de services de meilleures qualités doit permettre d'attirer plus de patients. Elle induit une augmentation des déplacements vers l'hôpital. Plus généralement, si seuls quelques établissements s'orientent vers des services *haut de gamme*, certains patients seront amenés à se déplacer plus loin pour subir une opération. En outre, des établissements *haut de gamme* nécessitent plus de matériels et les flux matériels, vers et depuis l'hôpital, sont plus importants.

Concernant le cas particulier des hôtels-hospitaliers, de nombreuses caractéristiques de service de l'intervention sont supprimées. Par exemple, le monitoring des patients, la fourniture d'une assistance respiratoire et les visites d'infirmières ne sont plus réalisés. Les techniques tangibles et intangibles, ainsi que les compétences associées à la réalisation de ces caractéristiques de services, ne sont plus requises. Les caractéristiques de services de l'hébergement alternatif sont finalement relativement similaires à celles d'un hébergement hôtelier, notamment en termes de surface moyenne par chambre ou par personne hébergée. Nous faisons l'hypothèse que ces caractéristiques perdureront si le développement de cette forme d'hébergement alternatif se confirme. Ainsi, par exemple, s'il est envisageable de proposer des chambres communes à l'hôpital, dans le cas d'un hébergement alternatif, les chambres individuelles avec salle de bain privative seront certainement la norme.

Toutes choses égales par ailleurs, les consommations d'énergie pour la réalisation du service d'intervention devraient être moindres, puisque moins de techniques tangibles et consommatrices d'énergie sont requises et que de nombreuses caractéristiques de services sont supprimées. Du point de vue du service de mise en condition, l'évolution de la technique *chambre* (technique du *bâti*) devrait entraîner une augmentation des consommations

d'énergie nécessaires pour fournir un même niveau de services. Cependant, aucune étude n'a été menée, jusqu'à présent, pour vérifier ces hypothèses théoriques. Si l'on compare les consommations unitaires d'énergie (en kWh/m²) des hôpitaux et cliniques à celles des hôtels (sans restauration), on constate qu'elles sont similaires. Ces consommations d'énergie associent les consommations pour l'intervention et celles pour la mise en condition. Sans plus d'information, il n'est donc pas possible de conclure sur l'efficacité énergétique de cette nouvelle formule d'hébergement.

2.4 Le développement de certaines formes de coopération

La mise en place de coopérations entre les acteurs de santé correspond à un objectif de longue date pour les pouvoirs publics. Les différentes formes de partenariats entre établissements ont fait l'objet d'une littérature abondante (Billard, 2001 ; Doin, 2002 ; Bergoignan-Esper, 2009 ; Gallouj *et al.*, 2010 ; Chaumont, 2012). Du point de vue de la terminologie introduite dans le chapitre 4, cette tendance d'innovation relève d'une logique de *mutualisation*.

À partir des informations recueillies au cours de nos entretiens et d'une revue de la littérature, nous présentons, dans les grandes lignes, les principaux enjeux de la mise en place de projets de coopération entre les acteurs de la santé (section 2.4.1), les formes de coopérations qui se développent (section 2.4.2) et nous en examinons les potentielles répercussions énergétiques (section 2.4.3).

2.4.1 Les bénéfices attendus et les freins au développement des coopérations

Différents acteurs de la santé (hôpitaux publics, établissements privés, médecine de ville) peuvent s'organiser pour être complémentaires plutôt que concurrents sur certaines activités. Les coopérations peuvent concerner les activités médicales, mais aussi les activités non-médicales, dites *de support*.

La problématique de la répartition des établissements hospitaliers sur le territoire français est discutée depuis les années 70. Quelques années plus tard, avec la crise économique et les premières difficultés ressenties par l'assurance maladie, la contrainte financière s'ajoute à cette problématique. Dans l'objectif de rationaliser les équipements et les établissements sur le territoire, de nombreuses dispositions ont été prises, comme la planification hospitalière avec les SROS (Schémas Régionaux d'Organisation Sanitaire) ou comme la mise en place de cadres juridiques, financiers et organisationnels pour faciliter la coordination entre établissements. À ce titre, on peut citer la possibilité pour plusieurs hôpitaux publics

de s'organiser en Communauté Hospitalière de Territoire (CHT) ou la possibilité pour les établissements privés et publics de constituer un Groupement de Coopération Sanitaire (GCS). Il existe, également, une incitation financière à mettre en place les CHT⁵⁸. Cependant, ces contrats de coopérations ne comportent, pour le moment, aucune obligation de résultats.

Les freins au développement des coopérations résident notamment dans les enjeux de pouvoir et de prestige, l'envie de toujours se développer et de monter en gamme. La tarification à l'activité peut également constituer un obstacle à la coopération, dans la mesure où, en coopérant, les établissements risquent de perdre certains financements (Fellinger et Boiron, 2012).

2.4.2 Les formes de coopération qui se développent

La mutualisation des activités dites de support⁵⁹ semble être une tendance forte dans le monde hospitalier. À titre d'exemple, nous pouvons mentionner le GCS Sterinord qui regroupera, prochainement, les services de stérilisation de plusieurs établissements hospitaliers dans la métropole Lilloise (le CHRU de Lille, les CH de Tourcoing, Roubaix et Seclin ainsi que la clinique O. Lambret de Lille).

La mutualisation des moyens répond principalement aux contraintes financières des hôpitaux en permettant des économies d'échelle. Ainsi, une blanchisserie ou une stérilisation commune pourront traiter une quantité de linge ou de matériel plus importante et avoir un fonctionnement plus optimal. Par ailleurs, les hôpitaux publics ne peuvent pas se permettre de licencier leurs employés, ce qui constitue un frein à l'externalisation des activités supports et donc une incitation à trouver d'autres moyens d'optimiser la réalisation de l'activité, notamment en se regroupant à plusieurs établissements. Les coopérations sont facilitées par l'existence de cadres juridiques, financiers et organisationnels, comme les CHT ou les GCS.

Cette tendance touche principalement les activités qui ne sont pas considérées comme le cœur de métier de l'hôpital. Ainsi, la cuisine, qui est souvent perçue comme faisant parti des soins, est plus rarement réalisée hors du site. Elle est parfois externalisée tout en restant installée dans les murs de l'établissement⁶⁰.

58. Loi n°2009-879, accédé le 24 mai 2012.

59. Selon la terminologie introduite par Gallouj *et al.* (2010), la mutualisation des activités support correspond généralement à une forme de Partenariat Public Privé d'Innovation simple d'adoption technologique.

60. Seuls deux des établissements de notre échantillon n'ont, dans leurs murs, qu'une cuisine *relais*. Ils reçoivent les plats préparés, cuisinés ailleurs et ils n'ont qu'à les réchauffer/maintenir chaud avant de les servir.

La mutualisation d'un service médical⁶¹ correspond au partage de l'usage (et éventuellement de l'acquisition et/ou de la maintenance) d'un équipement médical lourd comme une IRM ou un équipement de dialyse. L'objectif de la mutualisation d'un service médical est de réduire le temps de retour sur l'investissement d'un équipement lourd, mais aussi de *mutualiser* le nombre de patients à traiter pour les soins peu courants⁶².

La mise en réseau d'acteurs de la santé⁶³ permet le partage des connaissances et des informations entre spécialistes de différents établissements de santé ou entre un établissement de santé et la médecine de ville. Le raccourcissement de la durée d'hospitalisation entraîne un report de certains suivis sur la médecine de ville, et les médecins généralistes ont parfois besoin d'avoir recours aux conseils d'un spécialiste⁶⁴. Entre établissements, les médecins peuvent avoir besoin d'échanger des informations ou des connaissances : un hôpital ne dispose jamais des meilleurs spécialistes dans tous les domaines. La mise en réseau permet ainsi à des hôpitaux de taille modeste d'avoir ponctuellement accès aux conseils de médecins spécialisés⁶⁵.

La mise en réseau est facilitée par les progrès techniques et notamment la télémédecine⁶⁶. Mais le développement de la télémédecine est, lui-même, freiné par le manque de cadres

61. Selon la terminologie introduite par Gallouj *et al.* (2010), la mutualisation d'un service médical correspond généralement à une forme de Partenariat Public Privé d'Innovation simple d'adoption technologique.

62. «La chirurgie du rachis, est un acte d'orthopédie peu courant, mais sur le territoire il mériterait que quelqu'un se spécialise dans cette opération pour éviter que le patient n'ait à être envoyé à Lille ou Amiens.» (entretien CH)

63. Selon la terminologie introduite par Gallouj *et al.* (2010), la mise en réseau d'acteurs de la santé correspond généralement à une forme de Partenariat Public Privé d'Innovation simple de production d'innovation non technologique.

64. «Maintenant un malade du cancer peut faire de la chimiothérapie à domicile ou en hôpital de jour. Suite à la chimiothérapie, le patient est donc chez lui et quand il souffre des effets secondaires, il va voir son médecin de ville. Ce dernier n'est pas *oncologue* et il va avoir parfois du mal à lire les effets secondaires, à prendre la responsabilité d'une décision. D'où l'importance de mettre en place une forme de coopération entre les spécialistes à l'hôpital et la médecine de ville.» (entretien CH)

65. «Pour les consultations en gériatrie, parce que c'est de la poly-pathologie, nous avons parfois besoin des conseils d'un rhumatologue, d'un pneumologue ou d'un cardiologue. Pour les spécialités dont nous ne disposons pas, nous envisageons de mettre en place la téléconsultation.» (entretien CH)

66. Selon la définition de l'ordre des médecins, la télémédecine désigne les actes médicaux réalisés à distance, au moyen d'un dispositif utilisant les technologies de l'information et de la communication. On distingue 4 types d'actes : la téléconsultation (un professionnel médical donne une consultation à distance à un patient), la télé expertise (un professionnel médical sollicite à distance l'avis d'un ou de plusieurs professionnels médicaux), la télésurveillance médicale (elle concerne des patients déjà connus d'une équipe médicale, ses indicateurs physiologiques sont transmis à un professionnel médical qui les interprète à distance et, le cas échéant, modifie la prise en charge) et la téléassistance médicale (un professionnel médical assiste à distance un autre professionnel de santé au cours de la réalisation d'un acte médical ; la télé-chirurgie en est un exemple fortement médiatisée).

formels concernant les modalités de financement des médecins et le partage des responsabilités (Lucas, 2009). Par ailleurs, les coûts d'investissement concernant l'infrastructure de télécommunication, peuvent être un frein à son développement ⁶⁷.

Dans les hôpitaux de notre échantillon, la mise en réseau (c'est-à-dire le partage de connaissances et/ou d'informations) est encore très marginale. Elle s'organise entre établissements ayant mis en place des partenariats, simplement comme une forme particulière et supplémentaire d'échange de compétences. Elles s'ouvrent rarement à d'autres établissements.

La spécialisation de l'activité dans les petits établissements ⁶⁸. Les petits hôpitaux ont intérêt à coopérer avec d'autres établissements. Ils ont intérêt à se spécialiser sur une activité précise et à abandonner les autres spécialités aux établissements avec lesquels ils coopèrent. À titre d'exemple, on peut citer la coopération entre le CH de Valenciennes et la clinique Teissier (spécialisée en pneumologie) ou encore entre l'hôpital Saint-Joseph et l'hôpital Bellan à Paris (spécialisé dans la gériatrie).

La spécialisation des petits établissements vise, tout d'abord, à les maintenir en activité. Ces petits hôpitaux, souvent en difficultés financières, doivent obtenir les autorisations de l'ARS pour se maintenir ou se développer. L'autorité de tutelle semble favoriser les projets de spécialisation et de coopération entre hôpitaux. Le ministère impose aussi de plus en plus aux petits établissements de se spécialiser pour des questions de sécurité de la prise en charge : en-dessous d'un certain nombre d'actes réalisés par an, le ministère de la Santé considère que la sécurité du patient n'est plus assurée. Finalement, en termes d'image, il peut être important de se spécialiser pour *se faire une réputation*. La difficulté pour les petits établissements est de coopérer, tout en restant indépendant.

2.4.3 Un facteur baissier pour les consommations d'énergie

Dans cette section nous définissons, en termes d'évolution des caractéristiques de services, les types de coopération qui se développent actuellement en France entre plusieurs établissements de santé ou entre un établissement et un autre acteur du système de santé,

67. «On avait réfléchi à proposer une consultation via vidéo (télésurveillance médicale), mais on a renoncé en raison du coût. On a du mettre en place une ligne de fibre optique entre les deux sites que l'on occupe actuellement (c'est obligatoire au sein d'un même établissement d'avoir un seul service informatique, un seul local de serveurs, etc.) et on paye 2000 euros par mois pour cette ligne. On est un petit établissement, cela représente beaucoup.» (entretien CH)

68. Selon la terminologie introduite par Gallouj *et al.* (2010), cette forme de coopération correspond à une forme de Partenariat Public Privé d'Innovation complexe.

afin d'en étudier les répercussions énergétiques.

Concernant la spécialisation des petites structures, l'idée n'est pas de comparer les performances énergétiques d'une petite structure spécialisée à celle d'un grand établissement généraliste, puisque, comme nous l'avons souligné précédemment, ces petites structures n'ont pas vocation à se développer de manière indépendante, mais plutôt d'étudier les performances énergétiques d'un *écosystème* : une petite structure spécialisée en coopération avec un établissement généraliste, ayant abandonné la spécialité du petit établissement.

Plus globalement, l'échelle adaptée à l'analyse des coopérations est le territoire sur lequel ont lieu ces coopérations. Dans la pratique, pour un établissement, le territoire en question est un territoire infra-régional voire infra-départemental.

Concernant la télémédecine, notre ambition n'est pas ici d'en étudier globalement la performance énergétique. Les périmètres de l'activité hospitalière et de la télémédecine ne se recouvrent que partiellement. Notre ambition se limite donc à étudier les répercussions sur les consommations d'énergie à l'hôpital du développement principalement de la téléconsultation et de la télé expertise.

Le service d'intervention. La coopération entre établissements entraîne certaines évolutions des caractéristiques de services de l'intervention sur un territoire de santé. Les caractéristiques majeures qui évoluent, sont celles qui correspondent à l'offre de services. L'idée des coopérations est de permettre d'offrir, sur un territoire donné, une plus grande diversité de services de santé, avec plus de sécurité⁶⁹ (des caractéristiques de services) et en utilisant moins de ressources humaines (compétences) et matérielles, notamment moins de techniques énergétiques. Les actes pour lesquels des coopérations sont mises en place sont des actes pour lesquels des économies d'échelle sont attendues. À l'échelle d'un territoire, on remplace plusieurs unités de services par un service central et unique. On remplace ainsi plusieurs équipements dispersés dans plusieurs unités de services par un équipement unique capable de traiter de plus gros volumes. De nouvelles méthodes d'organisation (techniques intangibles) sont requises. Du point de vue des consommations d'énergie pour l'intervention, des gains énergétiques sont attendus grâce aux économies d'échelle. Cependant, aucune étude n'a été menée pour mesurer les gains réalisés dans la pratique.

69. En évitant les actes trop peu réalisés.

Le service de mise en condition est principalement affecté par l'éventuelle fermeture d'une aile au sein d'un établissement, voire la fermeture d'un petit établissement. Ces fermetures se traduisent par une réduction de la surface hospitalière qui, elle-même, entraîne une réduction des consommations d'énergie pour la mise en condition.

Le service de déplacement. Si le service mutualisé se substitue à un service réalisé en interne, de nouveaux déplacements sont nécessaires et donc des nouvelles caractéristiques de services sont ajoutées. Elles concernent notamment l'enlèvement et la livraison des supports du service (linge, plateaux repas, etc.⁷⁰). Si le service mutualisé se substitue à un service externalisé, les caractéristiques de services concernant l'enlèvement et la livraison sont éventuellement modifiées (temps de déplacement, distance, fréquence, etc.). Concernant ce second point, nous n'avons pu recueillir d'informations particulières. Cependant, des économies d'échelle peuvent également être attendues : la quantité de ressources matérielles (camions, carburants, etc.) et humaines (chauffeurs, administration, etc.) nécessaires à la réalisation du service de déplacement augmente moins vite que la quantité de supports déplacés.

Concernant le cas particulier des expérimentations de télémédecine (principalement télé-expertise et téléconsultation), elles correspondent à de nouvelles caractéristiques du service d'intervention, qui nécessitent de nouvelles techniques tangibles (des équipements informatiques, un réseau de transmission de données, etc.) ainsi que de nouvelles techniques intangibles et compétences. En particulier, les nouvelles techniques tangibles sont, pour la plupart, consommatrices d'énergie et les expérimentations de télémédecine sont une nouvelle source de consommation d'énergie. À l'échelle de l'ensemble des consommations d'énergie du service de santé, ces consommations devraient, au moins en partie, se substituer à des consommations d'énergie pour les déplacements (ces derniers étant évités grâce à la télémédecine). Cependant, aucune étude n'a été réalisée pour estimer le taux de substitution : les expérimentations de télémédecine peuvent également s'ajouter, sans se substituer, aux déplacements physiques.

70. Dans le cas où le support est le patient, on parle plus volontiers des déplacements du patient entre plusieurs sites. Nous avons cependant vu que les expériences de mutualisation qui se développent le plus ne concernent pas les soins, mais les activités supports comme la cuisine, la stérilisation ou la blanchisserie.

3 Les impacts énergétiques de scénarios d'évolution du secteur hospitalier, à l'horizon 2035

Dans cette dernière section, nous proposons de définir trois scénarios contrastés d'évolution du secteur hospitalier en France, pour en analyser les répercussions énergétiques. Ces scénarios sont construits à partir des informations recueillies dans nos entretiens et des analyses que nous avons menées dans les sections précédentes. Dans le cadre de cet exercice, nous limitons notre périmètre aux consommations d'énergie dans les bâtiments hospitaliers. Nous excluons notamment les consommations d'énergie pour les déplacements et les consommations hors des bâtiments hospitaliers⁷¹.

Nous commençons par présenter notre modèle de prospective énergétique (section 3.1). Nous définissons ensuite les scénarios envisagés (section 3.2). Finalement, nous examinons les résultats de la simulation et leur signification (section 3.3).

3.1 Le modèle de prospective énergétique

Le modèle de prospective énergétique que nous proposons peut être décomposé en deux parties. Une première partie correspond à la modélisation de l'évolution des surfaces (section 3.1.2). Il a été conçu spécifiquement pour cette analyse du secteur hospitalier. Il permet d'estimer l'évolution du parc hospitalier à partir d'hypothèses socio-économiques relatives à l'activité du secteur. Une seconde partie correspond à la modélisation de la demande d'énergie à partir d'hypothèses technico-économiques (section 3.1.3). Nous nous appuyons, dans ce cas, sur un modèle existant, défini et utilisé au sein de la direction R&D de EDF. Avant d'entrer dans la présentation détaillée du modèle, il nous faut expliciter la segmentation choisie pour le secteur hospitalier ainsi que la reconstitution des consommations d'énergie initiales selon cette segmentation (section 3.1.1).

3.1.1 La segmentation du secteur hospitalier

Dans le cadre de notre exercice de prospective énergétique, nous choisissons de décomposer le secteur hospitalier en sous-secteurs que nous nommons *segments*. Cette segmentation doit nous permettre de décrire relativement finement les changements et innovations iden-

71. Nous faisons ce choix pour deux raisons principalement : par manque de données, mais également parce que la modélisation de la demande d'énergie des transports répond à une logique différente de celle des bâtiments. Notre modélisation repose, en grande partie, sur la modélisation de l'évolution des surfaces. La modélisation de la demande d'énergie des transports devrait, pour sa part, tenir compte de l'évolution des distances parcourues et des moyens de transport utilisés.

tifiées dans la section 2. Nous cherchons également à définir des segments relativement homogènes du point de vue de leurs consommations d'énergie. Notre dernière contrainte est d'être en mesure d'estimer le montant des consommations d'énergie, à l'année de référence, de chaque segment considéré. Nous proposons finalement de distinguer l'activité d'hébergement, le plateau technique (incluant les services de soutien au plateau technique, comme la logistique médico-technique), les activités de logistique (principalement la restauration et la blanchisserie) et la logistique administrative (y compris les bureaux des médecins, les services techniques, le tertiaire administratif comme l'accueil ou l'administration et les surfaces de circulation)⁷².

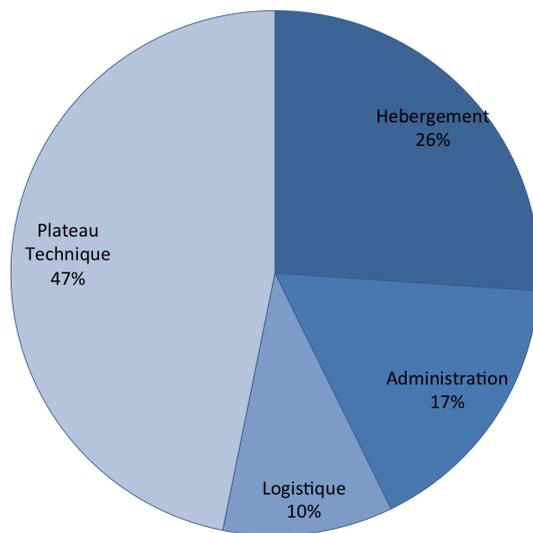
Pour chacun de ces segments, il nous faut ensuite reconstituer le parc de bâtiments et les consommations d'énergie, en particulier leur répartition par usage. Notre objectif est de décomposer les usages de l'énergie de façon suffisamment fine, afin de pouvoir mettre en évidence les effets des innovations. Nous cherchons en particulier à distinguer les différents usages spécifiques de l'électricité. Les données du CEREN ne fournissent pas ces informations à un niveau de détail suffisant.

Pour reconstituer le parc de bâtiments, nous nous référons principalement à l'étude menée par la MNAIH (2008) ainsi qu'à des données collectées lors de nos entretiens sur les surfaces hospitalières. Nos hypothèses sont récapitulées dans la figure 5.8. Le plateau technique représente près de la moitié de la surface hospitalière totale, suivi de l'hébergement, puis de l'administration et enfin de la logistique.

Pour reconstituer la répartition des consommations d'énergie par usage et par segment, nous nous sommes appuyés sur les données du CEREN (2009) et de l'ANAP (2011), ainsi que sur l'expertise développée à la direction Recherche et Développement de EDF. Nos hypothèses sont présentées dans la figure 5.9. Chaque segment présente un profil particulier en fonction de son activité. Ainsi, pour l'hébergement, les principaux usages sont le chauffage et l'eau chaude sanitaire. L'usage bureautique est surtout important pour l'administration, et l'usage cuisson l'est pour la logistique. Le plateau technique présente également un profil particulier avec un poids particulièrement important pour les usages spécifiques de l'électricité, avec notamment les auxiliaires et le matériel de soin.

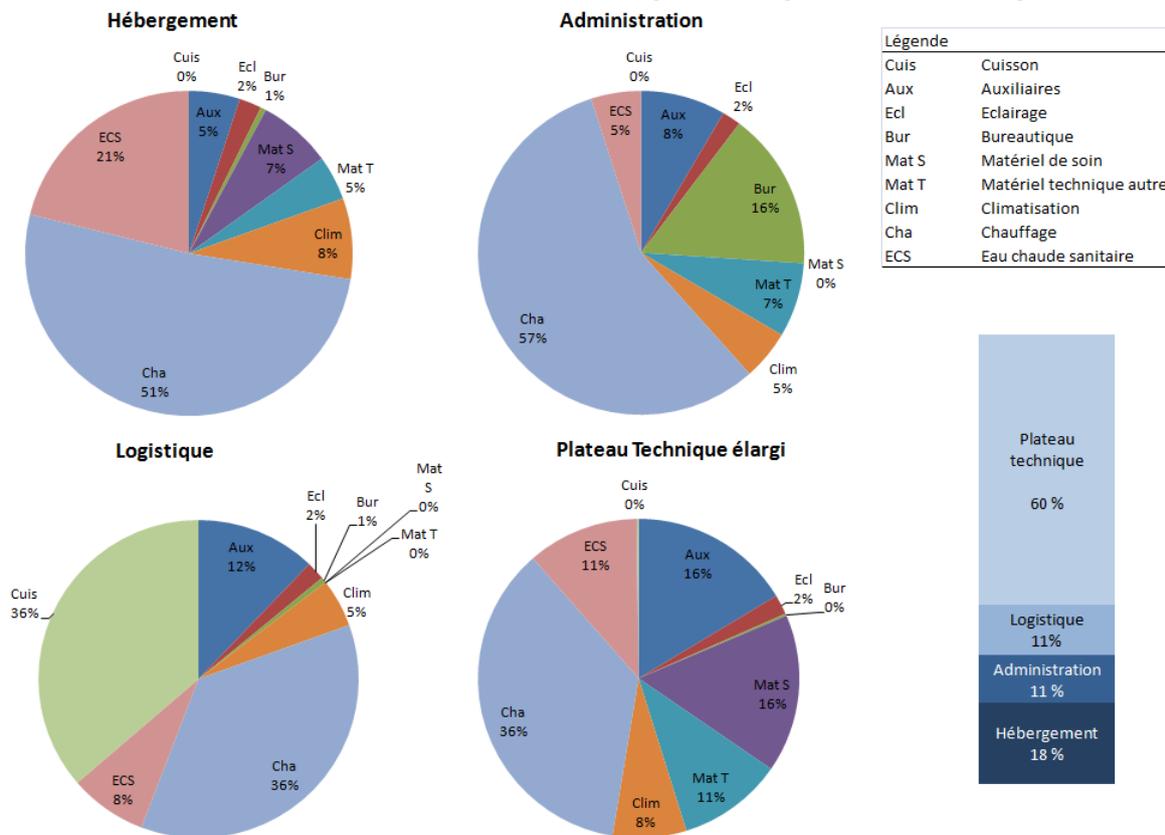
72. Pour cette segmentation, nous nous sommes notamment inspirés des informations recueillies lors de nos entretiens et de la segmentation proposée par la MNAIH dans une étude sur le dimensionnement d'un établissement de santé (MNAIH, 2008).

FIGURE 5.8 – Reconstitution du parc hospitalier (en % de la surface hospitalière)



Source : calculs de l'auteur d'après MNAIH (2008)

FIGURE 5.9 – Consommations d'énergie par segment et par usage



Source : calculs de l'auteur d'après MNAIH (2008) ; CEREN (2009) ; ANAP (2011)

3.1.2 La modélisation de l'évolution des surfaces

À partir de l'analyse des innovations et des changements à l'œuvre dans les établissements hospitaliers, réalisée dans la section 2, nous avons identifié un certain nombre de paramètres socio-économiques dont dépend le besoin de surface hospitalière. Nous faisons, ici, l'hypothèse simplificatrice que le parc hospitalier évolue selon le besoin de surface hospitalière, c'est-à-dire que si le besoin diminue, la surface totale des établissements de santé va, elle aussi, décroître, et inversement⁷³.

Le besoin de surface hospitalière dépend avant tout de l'évolution de la population totale et de l'évolution du taux de recours à l'hôpital (le nombre d'hospitalisations traditionnelles et de prises en charge ambulatoires, par an et pour une population donnée⁷⁴), ce second facteur étant, lui-même, dépendant de l'évolution de la structure de la population (le vieillissement de la population exerce une influence à la hausse sur le taux de recours à l'hôpital⁷⁵). L'évolution de la population totale et du taux de recours à l'hôpital fournissent l'évolution de nombre d'hospitalisations.

Le besoin de surface hospitalière annuel dépend ensuite de la durée moyenne de séjour (sa réduction permet d'accueillir plus de patients à l'année pour une même surface hospitalière) et de l'amplitude d'ouverture des hôpitaux, c'est-à-dire du nombre moyen de jours d'ouverture des hôpitaux dans une année. L'amplitude d'ouverture dépend principalement du développement de nouvelles formes de prises en charge telles que l'hospitalisation de jour. En effet, contrairement aux hôpitaux traditionnels, les hôpitaux de jour ne sont généralement ouverts que les jours ouvrés.

Finalement, il faut tenir compte de l'évolution du besoin de surface par patient, qui dépend des différentes formes de prise en charge choisies par les patients (à savoir principalement la répartition entre l'hospitalisation traditionnelle et l'hospitalisation de jour) et de la surface moyenne par patient dans ces différents cas.

73. En réalité, le parc hospitalier ne peut pas réagir rapidement à l'évolution du besoin de surface. Les hôpitaux sont relativement contraints par l'espace existant. Si l'activité augmente, la décision d'investir ne sera pas immédiate et les éventuels temps de construction d'un nouveau bâtiment freine également la réactivité du parc à l'évolution du besoin. Si leur activité se réduit, ils attendront certainement d'avoir la certitude que c'est une tendance lourde, et d'y être poussé par leur Agence Régionale de Santé, avant de fermer un bâtiment.

74. Pour simplifier notre raisonnement, nous ne tenons pas compte du développement de l'hospitalisation à domicile qui nécessite également un peu de surface tertiaire, mais que nous n'incluons pas dans le secteur hospitalier.

75. Les personnes âgées sont plus touchées que la moyenne de la population par les maladies. Ainsi, les plus de 60 ans, qui représentent environ 20 % de la population, représentent plus de 45 % des dépenses de soins (HCAAM, 2010).

La formule proposée est la suivante :

$$S_i^n = Pop^n \times r^n \times \sum_t \left(\frac{Hosp_t^n \times s_{it}^n \times DMS_t^n}{a_t^n} \right) \quad (5.1)$$

avec :

S_i^n	la surface totale de la branche i pour l'année n (en m^2)
Pop^n	la population française pour l'année n
r^n	le taux de recours à l'hospitalisation pour l'année n (en %)
DMS_t^n	la durée moyenne de séjour pour l'année n , selon le type de prise en charge (en jours)
a_t^n	l'amplitude d'ouverture des hôpitaux selon le type de prise en charge t pour l'année n (en jours)
t	le type de prise en charge
$Hosp_t^n$	la part des patients accueillis selon le type de prise en charge t pour l'année n (en %)
s_{it}^n	la surface moyenne par patient, pour la branche i , le type de prise en charge t et l'année n (en m^2 /patient)

3.1.3 La modélisation de la demande d'énergie

La modélisation de la demande d'énergie est réalisée à partir d'un modèle de type technico-économique, développé à la direction Recherche et Développement de EDF pour les exercices de prospective énergétique dans le secteur tertiaire. Elle est adaptée, ici, à l'analyse du secteur hospitalier. Le modèle retenu est simplifié, par rapport au modèle d'origine. Il repose sur la décomposition de l'évolution des consommations d'énergie suivante⁷⁶ :

$$E^{n+1} = \sum_{ij} E_{ij}^{n+1} \quad (5.2)$$

$$\frac{E_{ij}^{n+1}}{E_{ij}^n} = \frac{S_i^{n+1}}{S_i^n} \times \frac{\frac{E_{ij}^{n+1}}{S_i^{n+1}}}{\frac{E_{ij}^n}{S_i^n}} \quad (5.3)$$

76. Le modèle d'origine distingue les différents types d'énergie consommée. Dans le cadre de notre exercice, par souci de simplification, nous choisissons de ne pas distinguer les différents types d'énergie et de considérer simplement le montant global des consommations d'énergie, toute énergie confondue.

avec :

E^n la consommation d'énergie pour l'année n (en TWh)

i l'indice de branche

j l'indice des usages de l'énergie (chauffage, éclairage, etc.)

E_{ij}^n la consommation d'énergie pour l'année n de la branche i et pour l'usage j (en TWh)

S_i^n la surface de la branche i pour l'année n (en m^2)

$\frac{E_{ij}^n}{S_i^n}$ l'évolution de *l'intensité énergétique*, dans la branche i et pour l'usage j (en TWh/ m^2)

Pour chaque usage et chaque branche, l'évolution de l'intensité énergétique est calculée à partir de l'évolution de deux facteurs : le *besoin unitaire d'énergie* (ou le besoin de services énergétiques) et le rendement des systèmes. Dans le cas du chauffage, parce que cet usage est très lié aux performances du bâti, on distingue le besoin selon qu'il concerne le parc existant ou le parc neuf (respectivement construit avant et après l'année de référence). L'évolution du rendement, pour sa part, doit tenir compte des différents systèmes (différentes technologies) disponibles pour chaque usage, de leur durée de vie, de l'évolution des parts de marché des systèmes et de l'évolution des rendements de chacun d'entre eux.

3.2 Trois scénarios contrastés d'évolution du secteur hospitalier

Dans la section 2, nous avons identifié un certain nombre de dynamiques d'innovation et de changement dans le secteur hospitalier et en avons examiné les moteurs et les freins. Pour chacune de ces dynamiques nous avons tenté de dégager les principales répercussions énergétiques, *toutes choses égales par ailleurs*. Certaines de ces évolutions sont antagonistes, il existe des synergies entre d'autres. Nous souhaitons donc maintenant proposer trois scénarios d'évolution du secteur hospitalier, à l'horizon 2035, afin d'en étudier les répercussions énergétiques globales⁷⁷.

Nous avons mis en évidence, dans la section 2, le caractère essentiel de la contrainte budgétaire comme déterminant de l'évolution du secteur hospitalier, mais également le fait que cette contrainte n'est pas toujours conciliable avec l'idéal social de ce que devrait être l'hôpital, tout au moins l'hôpital public. Nos trois scénarios correspondent donc à trois choix de société pour l'hôpital français. Le premier scénario est un scénario *tendanciel* (Business as Usual), qui nous servira de référence : ce scénario n'envisage que les innovations relevant de la logique d'*efficacité énergétique*, c'est-à-dire que l'activité hospitalière y reste identique, seul le nombre de patients évolue avec l'évolution de la population totale et des progrès sont réalisés quant à l'efficacité énergétique des équipements et des bâtiments.

77. Ces scénarios ne constituent pas un exposé de la position d'EDF.

Dans les deux autres scénarios, le secteur hospitalier évolue pour faire face aux contraintes budgétaires. Dans le scénario deux, les hôpitaux réduisent les services rendus, dans le but de réaliser des économies. Ce scénario s'inscrit dans une logique d'*appauvrissement* des services. Nous envisageons, cependant, qu'une partie des établissements échappera à cette tendance et, au contraire, développera des services *haut de gamme*, pour satisfaire la demande d'une certaine frange de la population qui accepte (est en mesure) de payer pour accéder à une offre de soins plus sophistiquée. Pour faire face aux contraintes budgétaires, d'autres solutions sont possibles. Dans le troisième scénario, nous envisageons que le système de santé se réorganise, dans un objectif de rationalisation et, en particulier, que soient mises en œuvre des coopérations importantes entre établissements hospitaliers. Ce dernier scénario s'inscrit dans une logique d'innovation de *mutualisation*.

Pour les trois scénarios, nous faisons l'hypothèse que l'évolution de la population suit les projections de l'INSEE (scénario central de l'INSEE). Nous posons, ensuite, des hypothèses de type socio-économiques, relatives à l'évolution de l'activité hospitalière et d'autres hypothèses de type technico-économiques, relatives aux performances énergétiques des systèmes (dont le *bâti*). L'objectif n'étant pas, ici, d'étudier l'impact de différents niveaux de volontarisme dans la mise en œuvre de mesures de maîtrise de la demande d'énergie, mais plutôt d'examiner les conséquences énergétiques de différents choix d'organisation de l'offre de soin hospitalière, nous ne faisons évoluer que marginalement les hypothèses relatives à la demande d'énergie, et nous nous attachons, surtout, à proposer un corps d'hypothèses socio-économiques cohérent et contrasté.

Pour poser nos hypothèses, nous nous appuyons sur les données recueillies au cours des entretiens et sur un certain nombre de données disponibles dans des rapports techniques. Pour les hypothèses techniques, quant à l'évolution du rendement et des parts de marché des équipements, nous nous appuyons également sur l'expertise développée au sein de la direction Recherche et Développement de EDF et sur le référentiel de la méthode 3CL (version 15 C), mise en place par l'Ademe.

3.2.1 Le scénario *Business as Usual*

Dans le premier scénario, les établissements hospitaliers ne proposent aucune évolution de leur offre de soins, les seules innovations envisagées sont celles qui relèvent de la logique d'*efficacité énergétique*.

Les hypothèses relatives à l'activité hospitalière. Dans ce scénario, l'activité hospitalière reste identique, du point de vue de la durée moyenne de séjour, de la répartition de l'activité entre les différentes formes de prise en charge, de l'amplitude d'ouverture des établissements, des coopérations entre établissements, ou encore de la surface moyenne

par patient.

Seul le nombre annuel d'hospitalisations varie. Ce dernier est fonction de l'évolution de la population et de l'évolution du taux d'hospitalisation. L'évolution de la population suit les projections de l'INSEE. Le taux d'hospitalisation, pour sa part, est notamment fonction de l'état de santé de la population et, en particulier, de son vieillissement⁷⁸. Dans le cadre de ce scénario, dans lequel l'offre de soin n'évolue pas, nous faisons l'hypothèse que, dans les années à venir, le taux d'hospitalisation évoluera avec le vieillissement de la population. Sur 100 personnes, et par rapport à 2010, il y aura, en 2035, 8 personnes supplémentaires âgées de 60 ans et parmi elles, 5 personnes supplémentaires âgées de plus de 75 ans. Nous faisons donc l'hypothèse que, entre 2010 et 2035, sur 100 personnes, le nombre d'hospitalisation augmentera de 5.

La conséquence immédiate de ces hypothèses est une augmentation du besoin de surface hospitalière, proportionnelle à l'augmentation des hospitalisations.

Les hypothèses relatives à la demande d'énergie. Dans le cadre de ce scénario, les établissements hospitaliers cherchent à respecter les réglementations en vigueur, sans réaliser d'efforts supplémentaires. Certaines évolutions du besoin, ou du rendement des technologies, ne sont pas le fruit d'une stratégie raisonnée de la part des hôpitaux, mais sont la conséquence d'une évolution du contexte et du marché des équipements en question⁷⁹. Nous faisons l'hypothèse simplificatrice que, pour chaque usage, les systèmes existants et leurs rendements sont identiques, quelque soit le segment considéré (hébergement, plateau technique, logistique et administration). Plus généralement, l'ensemble de nos hypothèses sont simplificatrices, elles ne sont destinées qu'à accompagner la finalité des scénarios, dont l'objet est principalement d'illustrer l'effet des déterminants socio-économiques sur la demande d'énergie.

L'usage chauffage. Le besoin de chauffage dépend, en grande partie, de la performance du bâti, et donc des rénovations et des constructions neuves. Les constructions neuves correspondent à l'extension des surfaces hospitalières, mais aussi au remplacement des bâtiments vétustes. Nous faisons l'hypothèse que le taux annuel de remplacement des bâtiments vétustes, ainsi que le taux de rénovation des bâtiments, restent similaires à ce

78. Comme nous les verrons dans les autres scénarios, le taux d'hospitalisation peut également être influencé par l'offre hospitalière, notamment par l'accessibilité des soins (coût direct des soins pour les patients, répartition géographique des établissements de santé, etc.), par l'organisation générale du système de santé (l'organisation de la complémentarité avec la médecine de ville ou l'hospitalisation à domicile) et par l'organisation de la prévention.

79. Par exemple, les fenêtres à simple vitrage ont désormais quasiment toutes disparues, remplacées par des fenêtres à double vitrage.

qu'ils sont aujourd'hui dans les établissements hospitaliers. Nous les estimons, respectivement, à 0,7 % et 2 %. Les rénovations considérées sont des rénovations importantes et nous leur associons un objectif de réduction du besoin de chauffage de 20 %. Les bâtiments neufs sont soumis à des normes plus contraignantes en matière de performance énergétique. Des incertitudes pèsent sur l'évolution des réglementations thermiques futures et, en particulier, sur leur déclinaison au secteur de la santé. Nous retenons trois paliers, correspondant à trois réglementations thermiques successives : la réglementation thermique 2005, en application en 2010, année de référence de la projection, la réglementation thermique 2012, qui s'applique aux hôpitaux à partir de 2013 et la future réglementation thermique 2020. Il existe toujours un léger décalage entre l'entrée en vigueur d'une réglementation et la généralisation de son niveau de performance dans les bâtiments neufs, qui correspond, principalement, au décalage entre le dépôt d'un permis de construire et la fin d'une construction⁸⁰. Ainsi, nous estimons que les bâtiments neufs construits avant 2015 ont, en moyenne, des besoins de chaleur 15 % inférieurs à ceux du parc actuel, que la RT2012 vise une réduction supplémentaire de ce besoin de chaleur de 25 % et la RT2020 une réduction encore 30 % supérieure⁸¹. Du fait des malfaçons et de l'effet rebond⁸², les performances visées lors des rénovations ou des constructions neuves, ne sont généralement pas tout à fait atteintes. Nous faisons l'hypothèse que ces objectifs ne sont atteints qu'à 75 %. Concernant les systèmes de chauffage, nous en envisageons trois grands types dans les établissements hospitaliers : les chaudières classiques (souvent au gaz), les chaudières à condensation et les systèmes thermodynamiques. Actuellement, les chaudières classiques sont majoritaires (70 %, selon nos hypothèses). Les chaudières à condensation ont un meilleur rendement que les chaudières classiques et elles remplaceront majoritairement, dans les prochaines années, les chaudières classiques (80 % des nouveaux équipements, selon nos hypothèses). Les systèmes thermodynamiques peuvent également se substituer aux autres équipements. Ils représentent, actuellement, une faible part de marché des équipements de chauffage, mais pourraient se développer à l'avenir, notamment du fait de leurs bonnes performances énergétiques. Selon nos hypothèses, ils représentent 15 % des nouveaux équipements. Comme mentionné précédemment, l'ensemble de nos hypothèses concernant le rendement des systèmes repose sur le référentiel de la méthode 3CL (version 15 C), mise en place par l'Ademe. Nous sommes conscients des limites des hypothèses présentées : les trois systèmes de chauffage considérés regroupent, en réalité, de

80. La réglementation thermique s'applique aux bâtiments dont les *permis de construire* sont déposés après son entrée en vigueur.

81. Cela signifie qu'un bâtiment neuf construit en 2025 aura des besoins 30 % inférieurs à ceux du parc moyen cette même année.

82. L'effet rebond désigne ici le fait que, suite à l'amélioration de la performance énergétique d'un bâtiment ou d'un équipement, c'est-à-dire à une réduction du coût des consommations d'énergie, les individus peuvent être amenés à changer de comportement, notamment pour augmenter leur confort, ce qui, au total, réduit les gains énergétiques réalisés.

nombreuses technologies dont les rendements varient. L'ensemble des hypothèses posées sont récapitulées dans les tableaux 5.1 et 5.2.

TABLEAU 5.1 – Hypothèses d'évolution du besoin de chauffage

	Taux de bâtiments concernés	Objectifs d'amélioration visés			Efficacité de l'opération
		2010-2014	2015-2024	2025-2035	
Bâtiment neuf	0,7 %	-15 %	-25 %	-30 %	75 %
Rénovations	2 %	-20 %	-20 %	-20 %	75 %

Lecture : Les objectifs d'amélioration visés par les rénovations ou les constructions neuves réalisées une année donnée, sont exprimés par rapport aux performances moyennes du parc cette même année. Ainsi, un bâtiment neuf, construit en 2020, aura une performance 25 % meilleure à la performance moyenne du parc en 2020.

TABLEAU 5.2 – Hypothèses d'évolution des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire

	Parts de marché à l'origine	Remplacements		Durée de vie	Efficacité des systèmes	
		2010	2035		Rapport init.	Evol.
Chaudière classique	70 %	5 %	5 %	20 ans	0,6	cst
Ch. à condensation	15 %	80 %	70 %	20 ans	0,7	cst
Thermodynamique	15 %	15 %	25 %	20 ans	1,7	+50 %

Lecture : En 2010, le parc de bâtiment est équipé à 70 % de chaudières classiques. Elles ont une durée de vie de 20 ans. En 2035, les systèmes remplacés le sont, dans 5 % des cas par des chaudières classiques et dans 80 % des cas par des chaudières à condensation.

L'usage eau chaude sanitaire. Le besoin d'eau chaude sanitaire dépend principalement de l'activité hospitalière et donc de l'évolution des surfaces hospitalières. Nous faisons l'hypothèse que, par unité de surface, les besoins d'ECS restent constants à l'horizon de projection. Le choix des solutions techniques pour l'ECS (énergie, type de système) est souvent corrélé à celui du chauffage. Nous faisons donc l'hypothèse (simplificatrice) d'une évolution des parts de marché des systèmes pour l'ECS directement homologues de celles retenues pour le chauffage.

L'usage climatisation. L'évolution du besoin de climatisation dépend principalement du taux de pénétration de la climatisation. Le plateau technique est déjà relativement bien équipé en climatisation, pour des raisons sanitaires. Les autres segments le sont beaucoup moins. Dans le cadre de ce scénario, nous faisons l'hypothèse que, dans les bâtiments existants, le taux de pénétration de la climatisation augmente légèrement sur l'ensemble des segments d'ici à l'horizon de projection, mais qu'il est plus important dans les bâtiments neufs (tableau 5.3). Le rendement des systèmes de climatisation, pour sa part, devrait globalement s'améliorer, d'ici à l'année de projection (tableau 5.4).

TABLEAU 5.3 – Hypothèses d'évolution du taux de pénétration de la climatisation (% de la surface chauffée)

	2010	2035 (ancien)	Neuf
Hébergement	20 %	25 %	50 %
Administration	5 %	7 %	30 %
Logistique	10 %	10 %	10 %
Plateau technique	80 %	85 %	90 %

Lecture : En 2010, 20 % de la surface chauffée est également climatisées. Dans les bâtiments existants, ce taux va augmenter légèrement d'ici à 2035 pour atteindre 25 %.

TABLEAU 5.4 – Hypothèses d'évolution des besoins et des rendements pour les autres usages

	Evolution annuelle du besoin		Evolution du rendement	Durée de vie des systèmes
	2010-2020	2020-2035		
Climatisation	cf tableau 5.3		+33 %	20 ans
Eclairage	+1 %	+0,5 %	cf tableau 5.5	
Auxiliaires	+1 %	+0,5 %	+30 %	20 ans
Bureautique	+2 %	+1 %	+50 %	5 ans
Matériel de soin	+2 %	+1 %	+10 %	10 ans
Matériel technique	+2 %	+1 %	+30 %	10 ans
Cuisson	+0 %	+0 %	+0 %	20 ans

Lecture : Entre 2010 et 2020, le besoin de bureautique augmente chaque année de 2 %. La durée de vie moyenne d'un équipement de bureautique est de 5 ans.

L'usage auxiliaires. Le taux de renouvellement d'air est règlementé dans les établissements hospitalier. Les hôpitaux vétustes ne satisfont pas encore, actuellement, les normes les plus exigeantes. Pour tenir compte de la *mise à niveau* de l'ensemble des établissements hospitaliers dans les années à venir, nous faisons l'hypothèse que le besoin de circulation d'air croît légèrement et de façon asymptotique dans les années à venir. Il existe, par ailleurs, un potentiel d'amélioration du rendement de ces équipements, de l'ordre de 30 % selon nos estimations. Les hypothèses chiffrées sont présentées dans le tableau 5.4.

L'usage éclairage. Tout comme pour l'usage *auxiliaires*, nous considérons que l'ensemble du parc hospitalier ne satisfait pas encore un niveau d'éclairage optimal, du point de vue du confort et de la qualité de services. Nous faisons donc l'hypothèse que le besoin d'éclairage croîtra légèrement et de façon asymptotique dans les années à venir (tableau 5.4). Il coexiste plusieurs types de systèmes d'éclairage ayant des rendements très différents, dans les établissements hospitaliers. Un premier type correspond aux systèmes

dont l'efficacité énergétique, pour un besoin d'éclairage standard, est homologue à celle des systèmes à incandescence classique (type 1). Ce type de systèmes peu performants ne représente déjà plus qu'une faible part des systèmes existants. Un second type correspond à des technologies un peu plus performantes, dont l'efficacité énergétique est similaire à celle des systèmes à incandescence haute performance (type 2). Ces technologies représentent, actuellement, environ de la moitié des systèmes d'éclairage. Leurs rendements sont meilleurs que ceux des ampoules à incandescence traditionnelles et il existe encore un léger potentiel d'amélioration. Finalement deux autres technologies plus performantes se développent : les *technologies à décharges* ou *tubes* (type 3) et les LED (type 4). Les premières sont déjà bien présentes dans les hôpitaux alors que les secondes ne le sont que très marginalement. À moyen-terme, ce sont ces deux dernières technologies qui se développeront le plus (tableau 5.5). Nous estimons finalement que l'ensemble du système d'éclairage est refait, en moyenne, tous les 20 ans.

TABLEAU 5.5 – Hypothèses d'évolution des systèmes d'éclairage

	Parts de marché	Remplacements		Durée de vie	Efficacité des systèmes	
	à l'origine	2010	2035		Rapport initial	Evolution
Type 1	20 %	20 %	5 %	20 ans	1	cst
Type 2	50 %	30 %	20 %	20 ans	1,5	+15 %
Type 3	30 %	50 %	45 %	20 ans	4	cst
Type 4	0 %	0 %	30 %	20 ans	6	cst

Lecture : En 2010, le parc de bâtiment est équipé à 20 % de systèmes ayant des performances similaire à des systèmes à incandescence classiques. Les systèmes remplacés en 2010 le sont, dans 20 % des cas, par des technologies similaires, peu performantes et, dans 30 % des cas, par des technologies de type tube.

L'usage bureautique. Nous estimons que le besoin de bureautique continue de progresser légèrement, que tous les hôpitaux ne se considèrent pas encore équipés à un niveau optimal. Sans distinguer plusieurs technologies, nous faisons l'hypothèse qu'il existe, globalement, un potentiel d'amélioration du rendement des systèmes (tableau 5.4). Nous estimons également que la durée de vie des systèmes bureautique est de l'ordre de 5 ans.

Le matériel de soin. Comme pour les usages précédents, nous considérons que l'ensemble du parc hospitalier n'est pas encore équipé à un niveau optimal, du point de vue de la qualité de services. Nous simulons donc un effet de rattrapage des établissements les moins biens équipés. Sans distinguer les différentes technologies, nous faisons l'hypothèse que le potentiel d'amélioration du rendement des systèmes est faible, dans le cadre de ce scénario (tableau 5.4). En effet, nous avons constaté qu'à l'heure actuelle les équipements s'améliorent, sous l'angle médical, mais que cette évolution s'opère au détriment de leur rendement énergétique.

Le matériel technique. Nous simulons, ici encore, un effet de rattrapage des établissements les moins équipés. Concernant l'évolution des rendements des systèmes, des efforts sont réalisés pour les améliorer. Les hypothèses posées sont présentées dans le tableau 5.4.

L'usage cuisson. Nous faisons l'hypothèse que le besoin unitaire de cuisson reste identique. Nous estimons également que le potentiel d'amélioration des technologies de cuisson est quasi nul (tableau 5.4).

3.2.2 Le scénario de l'hôpital à 2 vitesses

Dans ce second scénario, nous envisageons un renforcement substantiel de la contrainte budgétaire. Les hôpitaux pourraient alors se développer suivant deux orientations, avec, d'une part, le développement d'un service hospitalier *minimum*, gratuit ou peu cher, pour la majorité des patients (que nous nommerons, par la suite, hôpital de *type 1*) et, d'autre part, le développement d'un service hospitalier *haut de gamme*, payant, visant les plus riches (que nous nommerons, par la suite, hôpital de *type 2*).

Nous posons l'hypothèse, dans le cadre de cette exercice, que le niveau de richesse à partir duquel les individus choisiront majoritairement d'avoir recours aux services hospitaliers de *type 2* est de l'ordre de une fois et demi le revenu médian. Ce niveau de ressources concerne environ 20 % des individus en France. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que les établissements se répartissent entre ces deux orientations à hauteur de 80 % d'établissements de *type 1* et 20 % d'établissements de *type 2*.

Les hypothèses relatives à l'activité hospitalière. Pour réduire leurs dépenses, les hôpitaux de *type 1* peuvent favoriser des formes de prise en charge courtes et moins coûteuses comme l'hospitalisation de jour. Aujourd'hui en France, l'hospitalisation de jour représente 35 % des prises en charge. Aux Etats-Unis, où ce type de prise en charge est beaucoup plus répandu, il atteint plus de 60 %. Nous faisons l'hypothèse que, dans les établissements de *type 1*, le taux de prise en charge ambulatoire atteindra celui des Etats-Unis, en 2035.

L'hospitalisation de jour se développe également dans les établissements de *type 2*. C'est une solution appréciée des classes aisées, qui ont les moyens d'accompagner leurs soins ambulatoires d'un séjour en hôtel-hospitalier et ne souhaitent pas prolonger leur séjour en milieu hospitalier, stressant et potentiellement vecteur d'infections nosocomiales. Si aujourd'hui les hôtels-hospitaliers sont quasi-inexistants, nous envisageons, dans ce scénario, qu'ils se développent progressivement pour les patients des hôpitaux de *type 2*. Nous posons l'hypothèse qu'en 2035, 70 % des patients des établissements de *type 2* et pris en charge en ambulatoire passeront la nuit qui suit leur opération, dans un hôtel-hospitalier.

Nous faisons l'hypothèse, pour plus de simplicité, que l'hébergement en hôtel-hospitalier est relativement similaire à l'hébergement hospitalier traditionnel, que ce soit en termes de surface par patient, ou de besoin d'énergie.

Le développement de l'hospitalisation de jour a des répercussions sur l'amplitude d'ouverture des établissements. En effet, contrairement aux hôpitaux traditionnels, les hôpitaux de jour ne sont ouverts que les jours ouvrés. Sur une période donnée, une amplitude d'ouverture plus importante permet d'accueillir plus de patients, et inversement. Nous considérons que les hôpitaux traditionnels sont ouverts 365 jours par an, mais que les hôpitaux de jour ne le sont que 250 jours. Nous estimons, par ailleurs, par souci de simplicité, que les patients en ambulatoire sont traités en une journée entière.

Parallèlement au développement de l'ambulatoire, les hôpitaux de *type 1* sont amenés à réduire la durée moyenne de séjour hospitalier (DMS). En France, elle est actuellement de 5,6 jours. D'autres pays de l'OCDE ont une durée moyenne de séjour inférieure. C'est le cas États-Unis, avec une DMS de 4,9 jours, ou du Danemark, avec une DMS de 4,8 jours. Il est donc envisageable de réduire encore la DMS en France. Dans les établissements de *type 1*, nous faisons l'hypothèse que la durée moyenne de séjour en France décroît pour atteindre celle des États-Unis en 2035⁸³.

Dans le cas des services hospitaliers de *type 2*, nous retenons l'hypothèse selon laquelle la durée moyenne de séjour augmente légèrement. En effet, avec le développement de l'ambulatoire pour les cas légers, le poids des cas lourds (c'est-à-dire nécessitant un long séjour) parmi les hospitalisations traditionnelles augmente.

Les hôpitaux de *type 2* cherchent à attirer un maximum de patients et misent, notamment, pour atteindre cet objectif, sur l'amélioration du confort des patients et l'embellissement de tout l'établissement. Ces améliorations passent par l'augmentation de la surface par patient, sur l'ensemble des segments de l'établissement. La mutualisation des équipements et des services est maintenue à un niveau minimum afin d'assurer aux patients un service facilement accessible.

Les hôpitaux de *type 1* pourraient être amenés à optimiser l'utilisation de l'espace, mais la réorganisation de l'établissement nécessite généralement des investissements. Nous estimons que, sous forte contrainte budgétaire, les établissements choisissent globalement de se maintenir dans leur état actuel.

83. La durée moyenne de séjour et le développement de l'ambulatoire s'influencent mutuellement. En particulier, le développement de l'ambulatoire pour les soins légers entraîne une surreprésentation des cas lourds en hospitalisation traditionnelle, ce qui influence à la hausse la durée moyenne de séjour. Afin de poser des hypothèses compatibles, nous avons choisi d'imiter ce qui existe déjà aux États-Unis.

Finalement, dans le cadre de ce scénario, le taux d'hospitalisation annuel évolue comme dans le scénario précédent (Business as Usual), c'est-à-dire qu'il augmente dans les années à venir sous l'effet du vieillissement de la population⁸⁴.

Les hypothèses chiffrées sont présentées dans les tableaux 5.6 et 5.7. Nos hypothèses quantitatives, quant à l'évolution de la surface par patient, s'appuient notamment sur des données relatives au dimensionnement des établissements de santé, issues d'une étude de la MNAIH (2008).

TABLEAU 5.6 – Hypothèses d'évolution de l'activité hospitalière, à l'horizon 2035

	Taux hospitalisation	Taux ambulatoire	DSM	Hôtels-hospitaliers
2010	27 %	36 %	5,6	0 %
Scénario 1	cst	cst	cst	cst
Scénario 2 (1)	cst	60 %	4,8	0 %
(2)	cst	50 %	6,5	70 %
Scénario 3	30 %	45 %	5,5	30 %

Lecture : Dans le scénario 2, pour les établissements de type 1 (service hospitalier *minimum*), le taux de prise en charge en ambulatoire en 2035 est de 60 %. Sur les patients pris en charge en ambulatoire, 0 % ont recours à une nuit en hôtel-hospitalier.

TABLEAU 5.7 – Hypothèses d'évolution des surfaces par patient, entre 2010 et 2035

	Hébergement	Plateau technique	Logistique	Administration
Scénario 1				
Classique	0	0	0	0
Ambulatoire	0	0	0	0
Scénario 2 (type1/type2)				
Classique	0 / +5 %	0 / +10 %	0 / +5 %	0 / +10 %
Ambulatoire	ND	0 / +10 %	0 / + 5 %	0 / +10 %
Scénario 3				
Classique	-5 %	-10 %	-10 %	-10 %
Ambulatoire	ND	-10 %	-10 %	-10 %

Lecture : Dans le scénario 2, dans les hôpitaux de type 2 et pour les prises en charge traditionnelles, la surface moyenne par patient en hébergement est 5 % supérieure en 2035 à ce qu'elle est en 2010.

84. Nous aurions éventuellement pu envisager un fort développement de l'hospitalisation à domicile, qui est une prise en charge moins coûteuse que l'hospitalisation et qui permet de réduire le taux d'hospitalisation.

Les hypothèses relatives à la demande d'énergie. Les établissements *haut de gamme* sont attentifs à la qualité de leurs locaux, pour offrir un certain niveau de confort à leurs patients et, plus généralement, pour renvoyer une image de qualité. Ainsi, le taux de remplacement des bâtiments vétustes et le taux de rénovation sont plus importants que dans le scénario de référence. Nous les estimons respectivement à 2 % et 3,5 %. Pour le reste, les hypothèses quant à l'évolution des parts de marché et des rendements, nous reprenons les mêmes hypothèses que celles présentées précédemment (section 3.2.1)⁸⁵.

3.2.3 Le scénario *coopératif*

Dans le troisième scénario, le scénario *coopératif*, nous envisageons une réorganisation majeure du système de santé, avec le développement de coopérations, entre établissements hospitaliers (pour les services médicaux et les fonctions supports), et avec la médecine de ville. La coordination avec la médecine de ville permet, d'éviter les hospitalisations inutiles, mais également de développer la prévention. L'objectif est, ici, de réduire les coûts de fonctionnement des hôpitaux, sans pour autant réduire la qualité des soins, ni exacerber les inégalités d'accès aux soins.

Les hypothèses relatives à l'activité hospitalière. Dans le cadre de ce scénario, nous envisageons d'abord une hausse du taux d'hospitalisation, liée au vieillissement de la population. À moyen terme, cependant, nous faisons l'hypothèse que le taux d'hospitalisation se stabilise, traduisant une amélioration de la santé, liée à une meilleure prévention et une meilleure coordination avec les autres formes de prise en charge non hospitalières (médecine de ville, hospitalisation à domicile, etc.).

La durée moyenne de séjour se maintient à un niveau légèrement inférieur à celui d'aujourd'hui. Cette légère baisse traduit le progrès technique et les efforts réalisés pour réduire les dépenses des hôpitaux. Cependant une réduction trop importante de la DMS n'est pas souhaitable d'un point de vue social.

De la même façon, la prise en charge en ambulatoire se développe un peu, et se stabilise à un niveau légèrement supérieur au niveau actuel. Une offre d'hôtels-hospitaliers se développe simultanément, pour accueillir les patients ayant reçu des soins en hôpital en jour et ne souhaitant pas retourner directement à leur domicile. Cela concerne principalement les patients fragiles ou isolés. Nous faisons l'hypothèse qu'en 2035, 30 % des patients en

85. Nous pourrions éventuellement distinguer d'autres hypothèses, notamment celles relatives aux parts de marché des équipements ou à l'évolution des besoins unitaires, pour mettre en avant un niveau de volontarisme, en matière de maîtrise de la demande d'énergie, plus ou moins important que dans le scénario *Business as Usual*. Cependant, ces déterminants sont de second ordre pour le résultat final et, ici, nous cherchons à mettre en évidence les répercussions de différents choix d'organisation du système hospitalier, plutôt que celui de différents niveaux de maîtrise de la demande d'énergie.

ambulatoire choisiront de passer la nuit en hôtel-hospitalier.

La mise en œuvre de coopérations entre établissements, aussi bien pour les fonctions médicales que pour les fonctions supports (stérilisation, blanchisserie, etc.), permet de réaliser d'importantes économies d'espace, au niveau du plateau technique et de la logistique. D'autres économies sont également envisageables dans l'administration et l'hébergement, qui découlent d'une meilleure organisation et d'une réduction des pertes de place. Dans la partie hébergement, ces économies se traduisent, par exemple, par le retour à des chambres à deux lits pour les soins de courte-durée.

L'ensemble des hypothèses chiffrées sont récapitulées dans les tableaux 5.6 et 5.7.

Les hypothèses relatives à la demande d'énergie. La mise en œuvre de coopération, et plus généralement la réorganisation du système hospitalier se traduit par une évolution radicale du besoin de surface qui, lui-même, entraîne un besoin de rénovation et de reconstruction des bâtiments. Dans ce scénario, le taux de remplacement des bâtiments vétustes et le taux de rénovation sont donc importants. Nous les estimons respectivement à 2 % et 3,5 %. Pour le reste, nous reprenons les mêmes hypothèses que celles présentées précédemment (section 3.2.1).

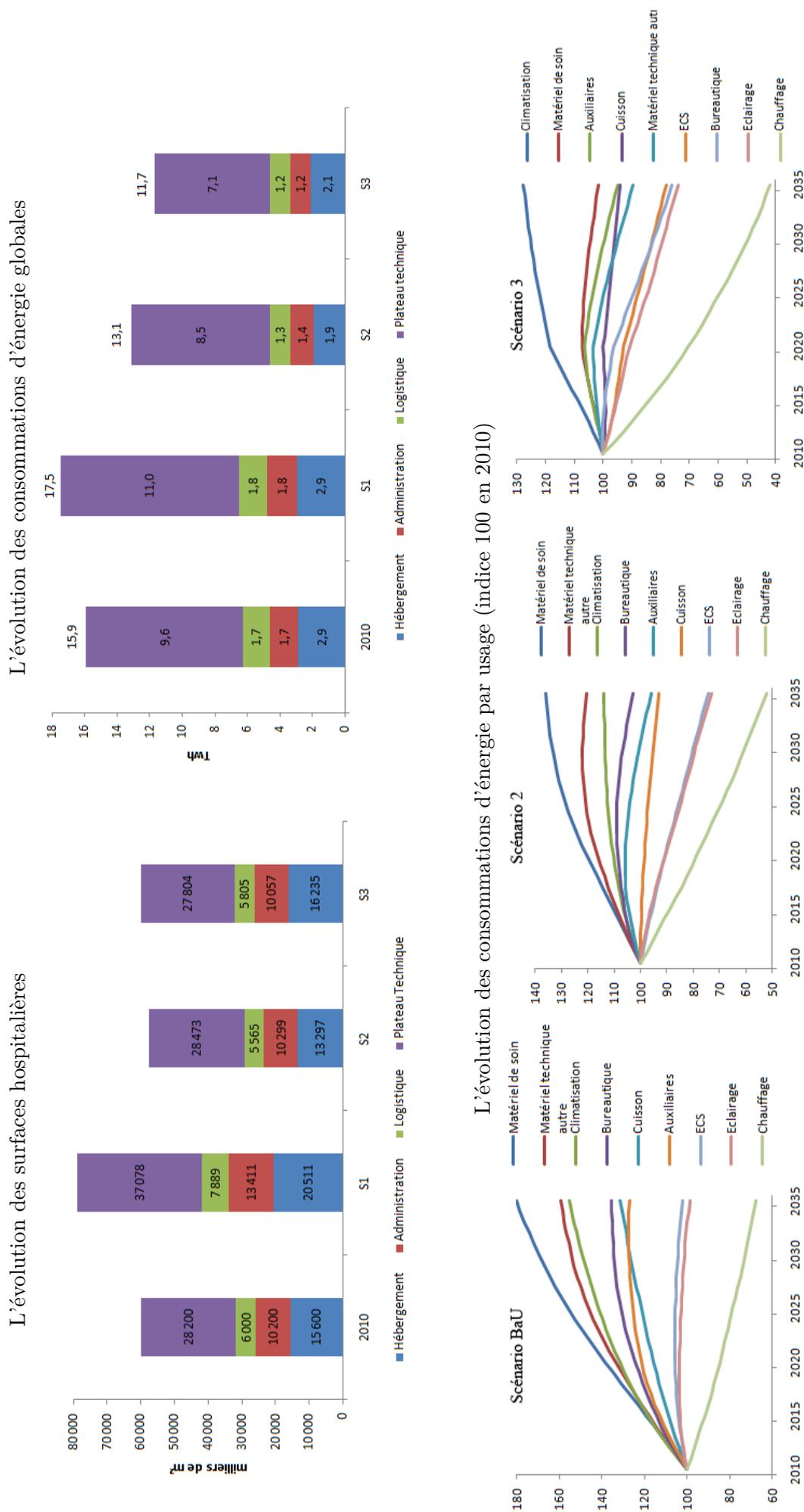
3.3 Les résultats et leur analyse

Les résultats du scénario 1. Dans le premier scénario, les surfaces hospitalières augmentent, au rythme de l'évolution du nombre d'hospitalisations (liée à la croissance de la population et à la croissance du taux d'hospitalisation). Les proportions entre les différents segments restent identiques puisque l'organisation de l'activité hospitalière n'évolue pas. Au total, la surface hospitalière augmente d'environ 30 % entre 2010 et 2035 (figure 5.10).

Les consommations d'énergie, pour leur part, augmentent les premières années, poussées par la hausse de la surface hospitalière, puis elles finissent par se stabiliser sous l'effet de l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et des équipements. Au total, les consommations d'énergie augmentent de 10 % entre 2010 et 2035 (figure 5.10).

Ce sont les consommations d'énergie pour l'usage chauffage qui diminuent le plus (figure 5.10). Il existe, en effet, actuellement un important potentiel de réduction de ces consommations, lié notamment à l'amélioration de la performance des bâtiments. Cette amélioration est, pour sa part, encadrée par les réglementations thermiques, qui fixent des niveaux minimaux à atteindre lors des rénovations et des constructions neuves. Il est donc

FIGURE 5.10 – Les résultats obtenus, selon les différents scénarios, à l’horizon 2035



Source : calculs de l'auteur à partir des modèles et hypothèses présentés.

logique que des économies soient réalisées pour cet usage. La hausse des consommations d'énergie pour les autres usages, associée à la hausse de la surface hospitalière et à la légère augmentation des besoins unitaires, est limitée par l'amélioration du rendement des technologies. Ainsi, par exemple, les consommations d'énergie pour l'eau chaude sanitaire et pour l'éclairage se maintiennent d'ici à l'horizon de projection. Les usages associés au matériel de soin et au matériel technique voient leurs consommations d'énergie augmenter. Si les rendements de ces équipements s'améliorent légèrement (pour le matériel technique, tout au moins), leur besoin unitaire croît. Au global, avec le développement de la surface hospitalière, les consommations en question augmentent de plus de 50 %. Les consommations d'énergie pour la climatisation augmentent également. Cette augmentation s'explique principalement par nos hypothèses quant à la hausse du taux de pénétration de la climatisation, en particulier dans les nouvelles constructions.

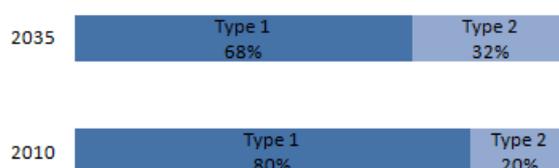
Les résultats du scénario 2. Dans les établissements de *type 1* (service hospitalier *minimum*) comme dans les établissements de *type 2* (service hospitalier *haut de gamme*), le fort développement de l'ambulatorie permet une importante réduction du besoin de surface hospitalière. À lui seul, ce facteur compense l'évolution de la surface hospitalière liée à la hausse du nombre d'hospitalisations, et ce, même si l'on tient compte du développement simultané des hôtels-hospitaliers en accompagnement de l'ambulatorie pour les services *haut de gamme*. La réduction de la durée moyenne de séjour dans les établissements de *type 1* renforce encore cette tendance, alors que l'augmentation de la DMS dans les établissements de *type 2* à un effet inverse (mais moindre, du fait du moindre poids de ces établissements). Finalement, l'augmentation de la surface moyenne par patient dans les établissements *haut de gamme* induit une légère hausse du besoin de surface hospitalière. Au total, les facteurs baissiers sont les plus importants, et le besoin de surface hospitalière diminue d'environ 4 % entre 2010 et 2035 (figure 5.10).

Ce résultat dépend pour beaucoup de la répartition des établissements, entre établissements de *type 1* et de *type 2*. Si l'on envisage qu'une plus grande proportion de la population est prête à payer pour avoir accès à un service de qualité supérieur, le résultat se dégrade. Ainsi, si un tiers de la population choisit d'avoir recours à des établissements *haut de gamme*, le besoin de surface hospitalière augmente alors de plus de 5 % d'ici à 2035.

Dans le cadre du scénario 2, les consommations d'énergie diminuent de plus de 15 % entre 2010 et 2035 (figure 5.10). Cette diminution s'explique en grande partie par la diminution de la surface hospitalière. Elle est accentuée par l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et des équipements.

Les consommations d'énergie des établissements de *type 1* diminuent de plus de 25 % d'ici à l'horizon de projection, alors que celles des établissements de *type 2* augmentent de 20 %. Pour ces derniers, l'augmentation des consommations d'énergie s'explique par l'augmentation de la surface hospitalière, qui n'est pas compensée par l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et des équipements, malgré un taux de rénovations et de constructions neuves supérieur à celui des établissements de *type 1*. Cependant, les établissements de *type 2* sont minoritaires, ils ne représenteront qu'à peine un tiers des surfaces hospitalières totales en 2035 (figure 5.11).

FIGURE 5.11 – La répartition des surfaces entre les différents types d'établissements



Sources : d'après les calculs de l'auteur

Comme dans le premier scénario, ce sont les consommations d'énergie pour l'usage chauffage qui diminuent le plus (figure 5.10). Elles diminuent de près de moitié. Pour les autres usages, la réduction des consommations d'énergie associée à la baisse de la surface hospitalière est limitée par la hausse du besoin unitaire. Au total, les augmentations de consommation pour ces usages restent, cependant, beaucoup moins importantes que dans le scénario 1.

Les résultats du scénario 3. La mise en place de coopérations, ainsi que les efforts réalisés pour optimiser l'utilisation de l'espace, permettent de réduire fortement le besoin de surface hospitalière. C'est, dans ce scénario, le déterminant qui a le plus d'effet sur le résultat final. Cependant, cette réduction ne compense pas l'augmentation du besoin de surface liée à l'augmentation du nombre d'hospitalisations (pour le moment identique aux scénarios précédents). En prenant en compte la légère baisse de la durée moyenne de séjour et le développement modéré de l'ambulatoire, qui influencent le besoin de surface à la baisse, nous obtenons une réduction supplémentaire du besoin de surface hospitalière, qui n'augmente plus que de 5 % entre 2010 et 2035. Si, finalement, nous considérons qu'une meilleure coordination entre les acteurs de la santé et une meilleure prévention permettent, à moyen-terme, d'infléchir l'augmentation du taux d'hospitalisations dans la population, nous obtenons la stabilisation du besoin de surface hospitalière (figure 5.10).

Dans le cadre de ce scénario, les consommations d'énergie du secteur hospitalier diminuent de plus de 25 % d'ici à 2035 (figure 5.10). Cette forte baisse s'explique principalement par l'importance des rénovations et des constructions neuves, elles-mêmes poussées par la restructuration du système hospitalier.

De très importants progrès sont réalisés, en termes de performances énergétiques des bâtiments. En conséquence, les consommations d'énergie de chauffage sont réduites de près de 60 % (figure 5.10). Pour les autres usages, la stabilisation de la surface hospitalière, couplée à l'amélioration du rendement des technologies, compense la hausse des besoins unitaires associée à l'effet de *rattrapage* des établissements les moins bien équipés.

À partir de 2020, année à laquelle, selon notre hypothèse, l'augmentation du taux d'hospitalisation s'infléchit, du fait d'une meilleure prévention et d'une meilleure coordination avec la médecine de ville, le besoin de surface s'infléchit également. Cette inflexion, couplée à l'amélioration du rendement des systèmes, entraîne une diminution des consommations d'énergie pour le fonctionnement des auxiliaires, de matériel de soin et du matériel technique. Finalement, en 2035, les consommations d'énergie pour ces usages sont similaires à celles d'aujourd'hui.

Seules les consommations d'énergie pour la climatisation augmentent fortement. Cette hausse est directement liée à nos hypothèses concernant le taux de pénétration important de la climatisation dans les bâtiments neufs.

Analyse des résultats et discussion. Nos résultats indiquent que, si les hôpitaux poursuivent leur développement, sans se réorganiser, s'en suivra une augmentation importante du besoin de surface hospitalière et des consommations d'énergie des hôpitaux, donc des dépenses hospitalières. Ces dépenses supplémentaires sont, en partie, attribuables aux consommations d'énergie mais elles le sont surtout aux investissements nécessaires à l'extension de la surface hospitalière. Or, actuellement, le système de santé est soumis à des contraintes budgétaires importantes. Ce scénario est donc peu soutenable sur le long terme.

Pour faire face au renforcement des contraintes budgétaires, les hôpitaux peuvent choisir de s'orienter vers un service hospitalier réduit, du type des services *low-cost*. Cette orientation du secteur hospitalier permet une réduction importante du besoin de surface hospitalière, principalement liée à la réduction de la durée moyenne de séjour et au développement de l'hospitalisation de jour, et cela malgré le développement simultané

d'établissements *haut de gamme*, pour les patients les plus riches. Bien qu'il soit contestable d'un point de vue social (il exacerbe les inégalités entre ceux qui sont en mesure de payer pour accéder aux soins, et ceux qui ne le sont pas), ce scénario satisfait aux contraintes budgétaires, il n'entraîne pas d'investissements majeurs pour la construction de nouveaux bâtiments hospitaliers et il permet une réduction des consommations d'énergie, de 10 % d'ici à 2035.

La réorganisation du système hospitalier, avec la mise en œuvre de coopérations entre établissements hospitaliers, et avec la médecine de ville, est une autre façon de faire face au renforcement des contraintes budgétaires. Actuellement, les coopérations sont freinées par l'organisation du système de santé lui-même. La tarification à l'activité n'est pas, pour le moment, adaptée à la mise en place de coopérations majeures entre établissements, sur le plan médical. Par ailleurs, des enjeux de pouvoir et de prestige entravent le développement de ces coopérations. Cependant, leur mise en place est un objectif de longue date pour les pouvoirs publics. Selon nos résultats, la réorganisation du système de santé par le développement des coopérations, non seulement entre hôpitaux mais également avec la médecine de ville, pourrait permettre de réduire fortement les consommations d'énergie du secteur de la santé. Le besoin de surface hospitalière se stabilise, mais la réorganisation des établissements entraînerait des taux de rénovation et de construction neuve importants. Ces bâtiments rénovés et neufs bénéficient des dernières avancées en termes de performances énergétiques des bâtiments. Globalement, l'ensemble de ces éléments permet de réduire les consommations d'énergie de plus de 25 % d'ici à 2035.

Les résultats de nos différents scénarios mettent en évidence que les choix d'organisation du système hospitalier ont des répercussions majeures sur les consommations d'énergie du secteur. Ils montrent également que les réductions les plus importantes de consommation d'énergie ne sont pas nécessairement obtenues au prix d'une baisse de services. Repenser et réorganiser le système permet de réduire plus fortement les consommations d'énergie que la simple régression du service rendu. Finalement, nos résultats soulignent le fait que la satisfaction des contraintes financières entraîne généralement une réduction des consommations d'énergie.

De nombreuses améliorations du modèle sont envisageables. Pour commencer, il serait intéressant de recueillir des informations précises sur le potentiel d'optimisation de la surface hospitalière. Cette optimisation peut-être réalisée à la fois par une meilleure organisation interne, par une réduction des pertes de place et par la mise en œuvre de coopérations entre établissements de santé, pour les fonctions médicales ou de support. Aujourd'hui, à notre connaissance, aucune analyse de ce type n'a été réalisée à l'échelle du pays. Par ailleurs, toujours en vue d'estimer l'évolution de la surface moyenne par patient, nous

pourrions distinguer les bâtiments neufs et les bâtiments existants, comme nous l'avons fait pour la demande d'énergie. En effet, il est plus facile d'optimiser l'utilisation de l'espace lors de la conception d'un bâtiment que dans un bâtiment déjà existant. Cependant, pour que cette distinction puisse être utilisée, il faut formuler des hypothèses distinctes pour les bâtiments neufs et les bâtiments existants, ce que nous ne sommes pas en mesure de faire, pour le moment. Finalement, que ce soit pour l'évolution du besoin de surface ou la demande d'énergie, il serait intéressant de collecter des informations supplémentaires pour être mesure de proposer des hypothèses contrastés selon les segments et les types de prise en charge.

4 Conclusion

Le service hospitalier est source de consommations d'énergie, pour la réalisation des activités de soins (qui requièrent de nombreux équipements consommateurs d'énergie), pour les déplacements des différentes parties prenantes (la venue des patients et de leur famille, les déplacements domicile-travail du personnel, l'approvisionnement de l'hôpital en médicaments, etc.), mais surtout pour la mise en condition des locaux. Le chauffage représente ainsi près de la moitié des consommations d'énergie. Les hôpitaux ont également des besoins importants en ventilation et en eau chaude sanitaire, associés à des normes de qualité et de sécurité. Au total, rapportées à la surface occupée⁸⁶, les consommations d'énergie des hôpitaux sont supérieures à la moyenne des activités de services. Pourtant, l'énergie est un enjeu secondaire à l'hôpital, ne représentant notamment qu'une très faible part des dépenses d'un établissement. Puisque la question de l'énergie n'est pas stratégique, elle est traitée par les équipes techniques dont le périmètre d'action ne couvre pas les activités médicales à proprement parler. Les équipes médicales, pour leur part, s'y intéressent encore peu.

L'articulation entre les questions d'énergie et d'innovation se restreint le plus souvent aux mesures d'efficacité énergétique. L'amélioration de la performance des équipements non médicaux et des bâtiments est le principal levier mobilisé pour maîtriser la consommation d'énergie. Très peu d'études ont été menées pour mesurer les répercussions réelles sur les consommations d'énergie des mesures mises en œuvre. Parallèlement à l'amélioration des performances individuelles des équipements, on constate une augmentation du nombre d'équipements disponibles et de leur utilisation (c'est particulièrement vrai pour l'informatique ou l'imagerie médicale). Ces deux phénomènes, d'amélioration des performances et d'augmentation du nombre d'équipements, se compensent et les gains énergétiques attendus ne sont pas toujours atteints.

86. La surface chauffée.

Les entretiens que nous avons réalisés nous ont permis d'identifier d'autres dynamiques d'innovation et de changement, à l'hôpital, qui n'ont pas pour origine la question de l'énergie, mais qui ont un impact non négligeable sur les consommations d'énergie. Ainsi, les dynamiques actuelles, de recentrage sur les missions premières de l'hôpital, de montée en gamme des établissements ou de coopération entre établissements hospitaliers, se traduisent par une évolution de certains déterminants majeurs des consommations d'énergie, comme la surface par patient, la durée moyenne de séjour, etc. La dynamique de recentrage sur les missions premières de l'hôpital s'inscrit, globalement, dans une logique d'*appauvrissement* du service, selon la terminologie introduite dans le chapitre 4. Elle permet, toutes choses égales par ailleurs, des économies d'énergie. La montée en gamme des établissements relève, pour sa part, d'une logique d'*enrichissement* du service et elle entraîne des consommations d'énergie supplémentaires. Finalement, la mise en œuvre de coopérations, qui relève d'une logique de *mutualisation*, doit permettre des économies d'échelle et donc, entre autres choses, des économies d'énergie.

Au travers de l'analyse de trois scénarios d'évolution du système hospitalier, nous avons montré que les dynamiques d'innovation ne relevant pas de la logique d'*efficacité énergétique* ont des répercussions énergétiques majeures à l'échelle du système hospitalier. Dans le scénario de *l'hôpital à deux vitesses*, où nous envisageons une baisse importante des services hospitaliers, nous obtenons, à l'horizon 2035, des consommations d'énergie inférieures de 25 % à ce qu'elles sont dans le scénario *tendanciel* (dans lequel seules sont mises en œuvre les innovations relevant de la logique d'*efficacité énergétique*). Dans le scénario *coopératif*, traduisant la logique de *mutualisation*, nous obtenons une réduction encore plus importante des consommations d'énergie, de 33 %. Ainsi, la réorganisation du système hospitalier doit permettre des économies d'énergie bien plus importantes que la simple mise en œuvre de mesures de maîtrise de la demande d'énergie, sans pour autant réduire la qualité du service rendu.

Nous identifions deux freins principaux à la réduction des consommations d'énergie du système hospitalier. Le premier concerne le personnel médical, qui «au mieux» manque d'intérêt pour les questions d'énergie et «au pire» craint que les économies d'énergie ne puissent se faire qu'au prix d'une baisse de la qualité de services. Pourtant, la problématique environnementale (englobant celle de l'énergie) fait partie intégrante de la définition de la santé selon l'OMS⁸⁷. La sensibilisation du personnel médical pourrait s'appuyer sur une telle définition.

87. «La santé c'est la prise en compte des problèmes physiques, biologiques, psychiques, sociaux, esthétiques et environnementaux.» OMS, Helsinki, 1994.

Le second frein concerne la gouvernance des hôpitaux. Si les hôpitaux prennent encore peu en considération les impacts énergétiques de leurs décisions d'organisation de l'activité, il n'en va pas de même des répercussions financières. Or, souvent, contraintes financières et contraintes énergétiques jouent dans la même direction. Aujourd'hui, si les hôpitaux évoquent souvent la contrainte financière, on constate cependant qu'ils n'évoluent pas exclusivement dans le sens d'une réduction de leurs coûts. D'autres enjeux interviennent, comme les enjeux de pouvoirs, de notoriété (pour les directeurs hospitaliers, pour les municipalités qui accueillent les établissements, etc.).

Chapitre 6

Innovation et consommation d'énergie dans le commerce de détail alimentaire

Notre seconde étude de cas porte sur le commerce et plus spécifiquement sur le commerce de détail alimentaire. Il s'agit d'un secteur marchand et non soumis à la tutelle de l'État, les enjeux y sont donc très différents de ceux dans le secteur hospitalier. Il s'agit, également, d'un secteur fortement consommateur d'énergie, d'après les statistiques officielles du CEREN, mais pour lequel il existerait un potentiel important d'économie d'énergie, par la mise en œuvre de simples mesures techniques d'efficacité énergétique (Ademe et Aicvf, 1998 ; Explicit, 2008a ; PERIFEM, 2010). Il s'agit, finalement, d'un secteur innovant. De nombreux travaux sont consacrés à l'innovation dans le secteur du commerce (McNair, 1958 ; Hollander, 1960 ; Levy *et al.*, 2005 ; Gallouj, 2007 ; Gallouj et Gallouj, 2009). Ils rendent compte de la diversité des innovations technologiques et non-technologiques. Sans nécessairement viser les performances énergétiques, les innovations influencent les consommations d'énergie du secteur. Cependant, à notre connaissance, ces répercussions énergétiques ont peu été étudiées. Dans ce chapitre, nous voulons donc mettre en évidence les grandes dynamiques d'innovation du secteur du commerce de détail alimentaire qui ont des répercussions sur les consommations d'énergie et en analyser les influences.

Nous avons mené une série d'entretiens semi-directifs auprès de professionnels du commerce de détail alimentaire. Nous avons rencontré un certain nombre de dirigeants des principaux groupes du commerce de détail en France et des associations/fédérations qui les soutiennent. Nous avons également rencontré des directeurs de magasin, pour recueillir des informations précises sur les consommations d'énergie, au niveau d'un établissement et sur les contraintes liées à l'activité s'exerçant sur ces consommations. Notre troisième groupe d'interlocuteurs est constitué de professionnels de la logistique du commerce alimentaire, la logistique étant une composante essentielle de l'activité de commerce, très

active sur les questions d'énergie. Au total nous avons rencontré 14 interlocuteurs, dont la liste figure en annexe A. Le contenu des grilles d'entretien a été adapté à chacun de nos interlocuteurs, mais, d'une façon générale, les questions ont porté sur les consommations d'énergie de l'activité commerciale (les principaux postes, les enjeux énergétiques, etc.), sur les dynamiques du secteur et sur leurs répercussions énergétiques. La grille d'entretien figure en annexe D. Pour rendre compte du contenu des entretiens (tous enregistrés et retranscrits) nous avons eu recours à la méthode d'analyse thématique transversale. Les différents thèmes et items identifiés figurent en annexe E (dépouillés des citations correspondantes). Comme pour le secteur hospitalier, nous nous sommes notamment appuyés sur la grille analytique proposée dans le chapitre 4, pour examiner la question des dynamiques d'innovation et de leurs répercussions énergétiques.

Dans un premier temps, nous examinons la demande d'énergie du commerce de détail alimentaire, et constatons que, contrairement au secteur hospitalier, les commerces ont une relativement bonne connaissance de leurs consommations d'énergie et affichent une volonté forte de les réduire (section 1). Nous analysons, ensuite, les grandes dynamiques du secteur et tentons d'en identifier les principales répercussions énergétiques. Les différentes dynamiques mises en évidence correspondent à différentes logiques d'innovation, telles que nous les avons définies dans le chapitre 4 (section 2). Finalement, comme pour le secteur hospitalier, nous nous livrons à un exercice de prospective et nous proposons trois scénarios contrastés d'évolution du secteur du commerce de détail alimentaire, à l'horizon 2035, pour en analyser les impacts énergétiques (section 3).

1 La demande d'énergie dans le commerce de détail alimentaire

Dans cette première section, nous rendons compte de la demande d'énergie dans le commerce de détail alimentaire. Afin d'identifier et d'analyser de façon systématique la formation de cette demande, nous proposons de représenter l'activité de commerce de détail alimentaire en termes de caractéristiques, conformément au modèle d'analyse suggéré dans le chapitre 4 (section 1.1). Dans un second temps, nous rendons compte d'un certain nombre de statistiques énergétiques relatives aux bâtiments du commerce de détail alimentaire (section 1.2). Nous constatons notamment que les commerces alimentaires sont caractérisés par des consommations unitaires (par unité de surface) particulièrement élevées, comparativement à la moyenne du secteur tertiaire et que, contrairement au secteur hospitalier, pour lequel le chauffage est l'usage dominant, le principal usage de l'énergie correspond, ici, à la production de froid. Finalement, nous cherchons à comprendre la manière dont est perçue la question de l'énergie dans le commerce alimentaire (section

1.3). Nous constatons que les montants des consommations d'énergie sont relativement bien connues dans les commerces alimentaires et que ces derniers font preuve d'un certain volontarisme dans la maîtrise de leur demande d'énergie.

1.1 Les sources de consommation d'énergie dans le commerce de détail alimentaire

Conformément au mécanisme de formation de la demande d'énergie, dont nous avons proposé une formalisation au chapitre 4, le commerce de détail alimentaire peut-être envisagé comme un assemblage de services élémentaires consommateurs d'énergie (un service d'*intervention*, un service de *mise en présence* et un service de *mise en condition*). Chacun de ces services élémentaires peut, lui-même, être défini en termes de caractéristiques, dont découlent la demande d'énergie. Dans les paragraphes suivants, nous rendons compte de la formation de la demande d'énergie dans le commerce de détail alimentaire, en distinguant ces trois familles de services.

1.1.1 Le service d'intervention

Dans le service de commerce de détail alimentaire, les interventions correspondent principalement à l'accueil et au conseil des clients, au conditionnement des produits (préparation de certains d'entre eux¹, maintien d'autres à température froide ou fraîche, etc.), à la mise à disposition des marchandises proposées au client (souvent en libre-service), à la facturation, et aux services après-vente (pour les biens non alimentaires)².

Les principales techniques consommatrices d'énergie appartiennent aux prestataires de services de commerce. Elles correspondent aux systèmes de production de froid pour le maintien à basse température de certains produits, les fours et autres systèmes de cuisson pour la préparation des produits, l'éclairage d'accentuation pour la mise en valeur de certains articles, le système informatique pour la gestion du SAV, etc. Les clients, pour leur part, n'ont besoin de techniques consommatrices d'énergie que dans le cas du commerce alimentaire par Internet (la technique en question est le terminal de connexion à Internet).

1. La préparation des commandes correspond aux services proposés par de nombreux commerces qui consistent à préparer certains produits dans leur magasin. Dans les commerces alimentaires, cette activité concerne généralement la boulangerie, la boucherie, la crèmerie, la poissonnerie, etc. Les produits sont préparés dans les laboratoires annexes à la zone de vente.

2. Le service de SAV proposé par le magasin nécessite le plus souvent le recours à un service de déplacement supplémentaire pour le retour du produit en magasin, voire le retour du produit chez le producteur.

Le comportement des prestataires et des clients, lors de l'utilisation des équipements énergétiques, influence les consommations d'énergie. Pour les clients, il s'agit principalement de leur comportement vis-à-vis de l'utilisation des meubles froids. Les prestataires reçoivent, de plus en plus souvent, des formations, qui ont pour objet de les sensibiliser aux économies d'énergie. Dans les commerces de type *hard-discount*, les comportements sont fortement contrôlés et formalisés par l'existence de nombreuses routines et méthodes, qui influencent donc les consommations d'énergie. Les normes et valeurs de la société évoluent également, dans le sens d'une normalisation des gestes d'économie d'énergie. Ces dernières concernent à la fois les prestataires et les clients du service.

Certaines caractéristiques de services de l'intervention influencent le volume des consommations d'énergie lors du service d'intervention. Ce sont, notamment, la profondeur et la largeur de gamme (dont dépend notamment la surface du magasin), la quantité et la diversité de produits préparés (dont dépend l'activité des laboratoires), les horaires d'ouverture du commerce, etc.

Par ailleurs, les caractéristiques de services de l'intervention influencent les caractéristiques de services des services de mise en présence et de mise en condition, que nous examinons dans les paragraphes suivants, et donc leurs consommations d'énergie. Par exemple, les horaires d'ouverture influencent le niveau des consommations d'énergie pour la mise en condition.

1.1.2 Le service de mise en présence

Dans le cas du commerce de détail alimentaire, la mise en présence se fait généralement en face à face et dans les locaux tertiaires. On distingue trois types différents de services de mise en présence : les déplacements domicile-travail des employés des commerces, les déplacements des clients pour faire leurs courses ou retirer leurs achats, et les déplacements pour l'approvisionnement des magasins ou des entrepôts³.

Dans les trois cas, le prestataire du service de déplacement peut être le client lui-même, un autre individu (avec le covoiturage), ou une entreprise de transport (privé ou public, pour les transports en commun de personnes ou le transport de marchandises).

Les consommations d'énergie dépendent des techniques tangibles consommatrices d'énergie que sont les moyens de transport. Elles dépendent également des caractéristiques du service de déplacement, comme la distance parcourue, le volume transporté et les délais

3. Cette définition du commerce de détail alimentaire correspond à un élargissement du périmètre, par rapport à la définition traditionnelle, dont les activités logistiques sont exclues.

de livraison. En particulier, certaines caractéristiques de services, comme le volume transporté ou les délais de livraison, ont des répercussions sur le choix du moyen de transport.

L'approvisionnement n'est généralement pas pris en charge par les magasins, mais par les enseignes, par les producteurs eux-mêmes ou par des professionnels de la logistique. Dans le cas des produits alimentaires, un effort est réalisé pour augmenter la part de produits locaux, c'est-à-dire pour réduire la distance à parcourir pour approvisionner les entrepôts et les magasins. En revanche, les biens non-alimentaires sont souvent importés de l'étranger. Les derniers kilomètres doivent, le plus souvent, être réalisés par transport routier (c'est généralement le seul accès aux commerces), mais pour les longues distances d'autres modes de transport plus économes en énergie peuvent être envisagés, comme le transport ferroviaire, fluviale ou maritime. L'un des principaux freins au développement des modes de transport alternatifs au camion est le volume de la marchandise à transporter qui est souvent trop faible. Dans le cas du transport en camion, l'organisation de tournées ou l'optimisation du remplissage peuvent permettre une amélioration de l'efficacité énergétique de l'approvisionnement.

Les déplacements domicile-travail sont principalement réalisés en voiture, en particulier lorsqu'il s'agit des hypermarchés ou des supermarchés de périphérie qui sont difficilement accessibles par un autre moyen de transport. Les commerces de proximité sont plus facilement accessibles à pied ou en transports en commun, encore faut-il que les employés habitent dans la même zone géographique, ce qui n'est pas toujours le cas dans les grands centres-urbains où le niveau de vie des salariés du commerce de détail ne leur permet pas toujours de se loger près de leur lieu de travail. La mise en place d'initiatives de covoiturage semble être freinée par la diversité des horaires de travail. Les enseignes commencent à s'intéresser à cette formule et certaines ont mis en place des plateformes Internet de covoiturage⁴. Cependant, ces plateformes visent principalement les clients des magasins. Par ailleurs, le télétravail n'est pas adapté au commerce, dans la mesure où rares sont les fonctions professionnelles qui ne nécessitent pas une proximité avec les clients ou l'ensemble du magasin⁵.

Les déplacements des clients sont le plus souvent réalisés en voiture. Cela s'explique notamment par le fait que les achats peuvent être encombrants. Seuls les magasins de

4. Carrefour et Auchan, par exemple, ont développé des sites pour favoriser les initiatives privées de covoiturage. Il suffit de s'y inscrire et de proposer ou de rechercher un trajet, notamment depuis ou vers un magasin de l'enseigne.

5. Extrait d'un entretien : «On a essayé de proposer le télétravail à l'employé responsable du fichier à partir duquel sont passées les commandes. Mais c'était trop compliqué. Cette personne ne voyait pas les produits, il lui manquait toujours des informations pour contacter les centrales d'achat. Finalement, ça n'a pas fonctionné, après deux ans on a arrêté.»

centre-ville font réellement exception à la règle, avec une part bien plus importante de clients se déplaçant à pied. Le mode de transport utilisé influence également la fréquence de déplacement, et les clients faisant leurs courses à pied s'y déplacent plus fréquemment⁶.

1.1.3 Le service de mise en condition

La mise en condition correspond principalement⁷ à l'éclairage, au chauffage et à la climatisation, à la ventilation, à la sécurisation (contre les incendies, les vols, etc.). Dans le cas du commerce de détail alimentaire, le prestataire du service de mise en condition est généralement l'entreprise de commerce, mais parfois certaines activités sont réalisées par des entreprises spécialisées (entreprises de nettoyage, de maintenance, etc.). Les clients du service de mise en condition sont les acheteurs et les employés du commerce.

Les techniques tangibles consommatrices d'énergie, nécessaires à la mise en condition, sont principalement les systèmes d'éclairage, de climatisation et de chauffage. Les bâtiments, sans être directement consommateurs d'énergie, sont une technique tangible dont les caractéristiques conditionnent le volume des consommations : le niveau d'isolation thermique influence le besoin de chauffage et de rafraîchissement, le taux de vitrage influence les besoins d'éclairage, de chauffage et de climatisation, etc. Les compétences, qui interviennent dans la mise en condition et se répercutent sur la demande d'énergie, sont celles des techniciens qui vont régler, maintenir, réparer les équipements, et celles des autres employés du magasin qui peuvent intervenir sur les équipements pour les allumer, les éteindre, éventuellement les régler (régler le thermostat d'un système de chauffage, par exemple). Les clients exercent, ici, une influence relativement faible. Les comportements peuvent éventuellement entraîner des déperditions thermiques. C'est le cas, par exemple, lorsque les clients gênent la fermeture des portes du magasin. Cependant, aujourd'hui, la majorité des commerces sont équipés de portes automatiques et de sas afin de réduire l'impact du comportement des clients sur le confort dans le magasin et les consommations d'énergie.

Les consommations d'énergie dépendent finalement des caractéristiques du service de mise en condition que sont : la luminosité, la température, l'hygrométrie, le taux de renouvellement de l'air, la surface à mettre en condition. On peut distinguer plusieurs grands types

6. Extrait d'un entretien : «La clientèle qui vient en transports en commun, c'est une clientèle qui achète moins, qui vient pour de plus petits paniers. Nous sommes un magasin de périphérie et ce n'est pas la clientèle qu'on vise. Ici les gens ont une moyenne panier très élevée, ils viennent en voiture et en moyenne une fois par semaine pour faire le plein de provisions.»

7. Dans la description de la mise en condition dans le commerce de détail traditionnel, nous ne visons pas l'exhaustivité. Notre objectif est plutôt de donner une idée générale de ce qu'est la mise en condition et de la façon dont elle est réalisée.

de locaux qui sont à mettre en condition : l'aire de vente, les réserves, les bureaux, les laboratoires (locaux de travail : boucherie, crèmerie, poissonnerie, pâtisserie, boulangerie, etc.), les chambres froides (réserves de produits frais), les locaux techniques (comme les chaufferies, les salles serveurs, etc.) et éventuellement la galerie marchande. Les caractéristiques du service de mise en condition dépendent, pour beaucoup, du type de local auquel elles s'appliquent, par exemple la température préconisée dans l'aire de vente se situe entre 17 et 25°C selon la saison, alors que celle préconisée dans les réserves est d'environ 13°C.

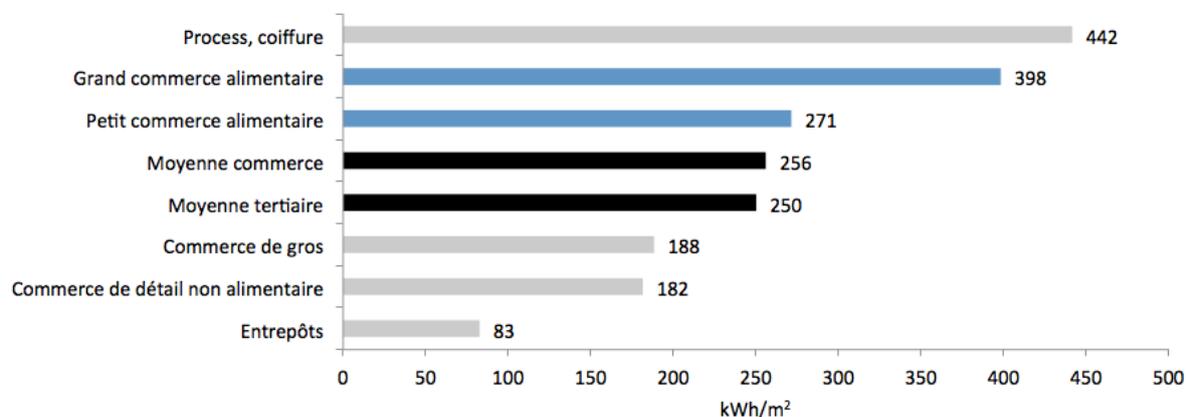
1.2 Quelques données statistiques de cadrage pour le commerce de détail alimentaire : un usage de l'énergie majoritairement associé au besoin de froid et d'éclairage

Le périmètre du commerce de détail alimentaire, au sens des statistiques énergétiques, est plus restreint que celui dont nous avons rendu compte dans la section précédente. En effet, les consommations d'énergie associées aux déplacements et à l'ensemble de la logistique d'approvisionnement (transports et entrepôts) sont exclues, le plus souvent, des statistiques énergétiques. Les consommations d'énergie des commerces de détail alimentaire correspondent donc aux consommations des bâtiments concernés.

Les bâtiments de commerce représentent près d'un quart des consommations d'énergie du secteur tertiaire en France. Au sein de ce secteur, le commerce de détail alimentaire est à l'origine de 23 % des consommations d'énergie, soit environ 13,8 TWh en 2007 (CEREN, 2009)⁸.

Les commerces alimentaires sont parmi les activités tertiaires ayant les consommations unitaires les plus importantes. Le CEREN calcule les consommations unitaires par le rapport entre les consommations d'énergie et la surface chauffée, et distingue les grands commerces alimentaires (hypermarchés, supermarchés, magasins multi-commerce de type Monoprix) et les petits commerces alimentaires (supérettes, commerces d'alimentation générale, commerces d'alimentation spécialisée). Les grands commerces alimentaires ont une consommation unitaire d'énergie finale moyenne de 398 kWh/m² de surface chauffée par an et les petits commerces alimentaires de 271 kWh/m² par an. En comparaison, la moyenne du secteur tertiaire est de 250 kWh/m² par an et celle des commerces de détail non alimentaires est de 180 kWh/m² (figure 6.1).

8. Il n'existe pas de données postérieures à 2007 pour les consommations d'énergie du commerce de détail alimentaire, 2007 étant la seule année où le CEREN a estimé les consommations unitaires à l'échelle des sous-branches tertiaires.

FIGURE 6.1 – Consommations d'énergie unitaires dans le commerce (par m² de surface chauffée)

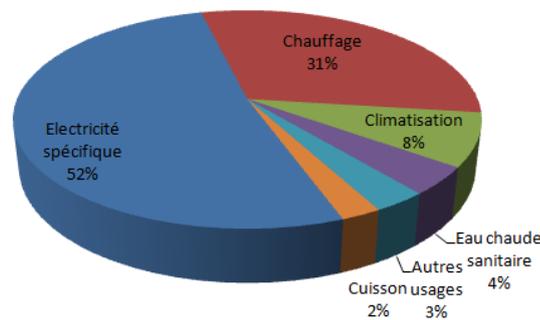
Source : CEREN (2009)

Les commerces ont plus souvent recours à une autre méthode de calcul des consommations unitaires, rapportant les consommations à la *surface de vente* plutôt qu'à la *surface chauffée*. D'après l'étude de PERIFEM (2010), concernant les grands commerces alimentaires, les consommations unitaires d'énergie finale sont en moyenne de 600 à 650 kWh/m² de surface de vente dans les hypermarchés et de près de 700 kWh/m² dans les supermarchés. Ces consommations unitaires sont estimées, en moyenne, à 100 kWh/m² dans les commerces spécialisés (non alimentaires). Les commerces alimentaires sont, donc, plus consommateurs d'énergie que les commerces non alimentaires et, au sein des commerces alimentaires, les consommations unitaires diminuent au-delà d'une certaine taille de magasin, traduisant essentiellement l'augmentation de la part des ventes de produits non-alimentaires.

Les usages de l'énergie dans le commerce de détail alimentaire sont très différents de ceux dans les hôpitaux ou dans le secteur résidentiel, où le chauffage constitue le principal usage de l'énergie. Ainsi, dans le commerce de détail alimentaire, ce sont les usages spécifiques de l'électricité, en particulier le froid et l'éclairage, qui sont les principales sources de consommation d'énergie. Le chauffage ne représente, en moyenne, que moins d'un tiers des consommations finales (figure 6.2).

L'étude de PERIFEM (2010), portant plus spécifiquement sur les hypermarchés et les supermarchés, fournit des informations plus détaillées quant à la décomposition des consommations d'énergie par usage, en particulier les usages spécifiques de l'électricité y sont détaillés. Il apparaît que le froid est la principale source de consommation d'énergie,

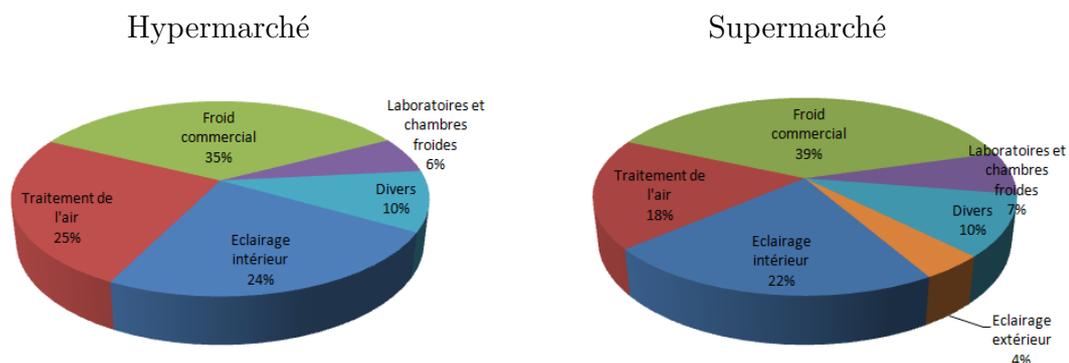
FIGURE 6.2 – Répartition des consommations par usage, dans le commerce alimentaire de détail



Source : CEREN (2009)

représentant plus d'un tiers des consommations, suivi de l'éclairage intérieur et du traitement de l'air, représentant chacun entre 1/5 et 1/4 des consommations (figure 6.3). La production de froid dans les commerces alimentaires est destinée principalement aux linéaires de *froid positif* et aux linéaires de *froid négatif*⁹. L'éclairage intérieur se compose de l'éclairage *d'ambiance* (c'est-à-dire l'éclairage des espaces de circulation) et de l'éclairage *d'accentuation* (pour mettre en valeur une vitrine, les produits, etc.). Le traitement de l'air inclut le chauffage et la climatisation.

FIGURE 6.3 – Répartition des consommations d'énergie par usage, dans divers formats de magasins



Source : PERIFEM (2010)

La répartition des consommations d'énergie par usage est relativement similaire dans les hypermarchés et les supermarchés, à la différence près que les supermarchés sont plus

9. Parmi les linéaires de stockage des produits frais dont la conservation nécessite des températures froides, on distingue les linéaires maintenus à des températures basses mais positives, dits les linéaires de *froid positif* et les linéaires maintenus à des températures négatives, dits les linéaires de *froid négatif*.

rarement climatisés, ce qui explique la plus faible part des consommations d'énergie pour le traitement de l'air dans ce format de magasin. Les supermarchés sont, par ailleurs, plus rarement intégrés à un centre commercial, ce qui peut expliquer le besoin plus important d'éclairage extérieur.

1.3 Une bonne connaissance des consommations d'énergie et une volonté de les réduire

Dans le commerce de détail alimentaire la question de l'énergie est principalement traitée sous l'angle économique (le montant de la facture énergétique doit être limité) et sous l'angle environnemental. Le coût de l'énergie est une préoccupation de longue date, même si, en période de croissance et de bénéfices importants, les économies d'énergie ne sont pas une priorité. L'approche environnementale de la question de l'énergie est plus récente et elle est liée aux réglementations et préoccupations de la population.

La connaissance des consommations d'énergie et les efforts réalisés pour les réduire varient selon les enseignes. Ainsi, si chez Auchan ou Carrefour des équipes sont spécialement en charge des questions d'énergie, au niveau des magasins, mais également au niveau national (des comités développement durable, une direction technique, etc.)¹⁰, les indépendants, par exemple sont moins organisés¹¹. Mais, globalement, les acteurs du secteur du commerce de détail sont au fait de leurs consommations d'énergie et ils mettent en œuvre un certain nombre de mesures pour les réduire.

Dans les paragraphes suivants, nous examinons les raisons qui incitent les établissements de commerce de détail alimentaire à suivre et maîtriser leurs consommations d'énergie (section 1.3.1), mais également les freins qui peuvent entraver la réduction des consommations d'énergie des établissements (section 1.3.2). Finalement, nous rendons compte de l'état actuel du suivi des consommations d'énergie dans les enseignes (section 1.3.3).

10. Extrait d'un entretien : «Le directeur environnement a une vision macro des choses, son travail est d'être capable de donner la direction à prendre, de voir que le coût de l'énergie va s'accroître considérablement dans les prochaines années, qu'il faut s'y préparer. Il doit être capable de mettre en place une communication avec les directeurs de magasins, les salariés et les clients. Ensuite, au niveau régional on a des directions techniques composées d'une dizaine de personnes et d'au moins un acheteur d'électricité spécialiste de son sujet. On a également des coordinateurs régionaux. Et dans chaque magasin il y a un ou deux responsables techniques qui eux connaissent et suivent le détail des consommations de leur magasin.»

11. Extrait d'un entretien : «Carrefour est l'une des enseignes qui a, la première, pris conscience que, sur le plan logistique, les questions de développement durable sont structurantes. Aujourd'hui, c'est celle qui est la plus structurée. Monoprix est plutôt bien organisée aussi. Les indépendants le sont beaucoup moins.»

1.3.1 Les incitations à la maîtrise des consommations d'énergie

Le coût de l'énergie est une préoccupation de longue date, bien qu'en période de prospérité pour le commerce il soit plus difficile de sensibiliser les directeurs de magasin. La crise économique agit donc comme un catalyseur pour les économies d'énergie¹².

Le contexte actuel, dans le secteur du commerce, correspond à la fois à la diminution du pouvoir d'achat des consommateurs et à l'augmentation simultanée du prix de certaines matières premières. Par conséquent, le bénéfice des enseignes du commerce de détail alimentaire a tendance à diminuer. Par ailleurs, les prix de l'énergie sont soumis à une forte incertitude et les responsables que nous avons rencontrés au cours des entretiens envisagent, pour la plupart, une forte augmentation des prix dans les années à venir. Du fait de ces contraintes, toutes les sources potentielles d'économies sont envisagées par les commerces.

Si les contraintes économiques sont la principale incitation à la mise en œuvre de mesures de maîtrise de la demande d'énergie, d'autres facteurs entrent également en jeu. En particulier des contraintes réglementaires de plus en plus nombreuses s'appliquent au secteur du commerce. La réglementation thermique impose ainsi des seuils de performance théorique minimaux, principalement pour les constructions neuves. Depuis 2011 et la loi Grenelle 2, les grandes enseignes de commerce, en tant que vendeurs de carburant, sont également soumises à des obligations d'économie d'énergie par le biais du dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE)¹³.

Si ces réglementations incitent ou obligent à réaliser des économies d'énergie, elles ont cependant des limites. La réglementation thermique 2012 n'a toujours pas été promulguée pour les bâtiments de commerce. La loi Grenelle 2, sur laquelle elle repose, prévoit une amélioration de la performance globale des bâtiments de 38 %, mais elle ne précise ni l'année de référence, ni l'énergie considérée (énergie finale ou énergie primaire), ni les usages considérés. D'autre part, les CEE sont une obligation de moyen, non de résultat.

12. Extrait d'entretiens : «Avoir un commerce très dur, des marges réduites, c'est, paradoxalement, bon pour le développement durable. Quand tout va bien, que les marges sont bonnes, le chiffre d'affaires aussi, on a peu d'arguments pour aller voir un directeur de magasin et lui demander de surveiller ses consommations. Aujourd'hui, il est intéressant de constater que tous les directeurs savent qu'il y a des économies à faire en améliorant l'efficacité énergétique ou en réduisant la production de déchets.» ; «Quand on a ouvert en 2006, on commençait tout juste à parler d'efficacité énergétique. Depuis la crise de 2008, tout le monde s'est penché sur le problème et on recherche toutes les sources d'économie possible.»

13. Décret n°2010-1663 du 29 décembre 2010 relatif aux obligations d'économies d'énergie dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie, JO du 30 décembre 2010. Pour satisfaire à ces obligations les enseignes peuvent soit réaliser directement des économies d'énergie, soit financer des économies d'énergie chez leurs clients, soit encore acheter des certificats à des organismes publics et non soumis à ces obligations.

Finalement, seules certaines opérations de maîtrise de la demande d'énergie permettent d'obtenir ces certificats.

Un dernier élément peut inciter les enseignes à suivre et maîtriser leurs consommations d'énergie : pour obtenir l'autorisation d'implantation d'un magasin, un dossier doit être soumis aux autorités locales, qui contient une section portant sur les efforts en matière d'économies d'énergie et de réduction des impacts environnementaux. Cette section serait considérée avec beaucoup d'attention par les autorités locales¹⁴. Par ailleurs, lors d'une nouvelle implantation, l'enseigne incite également le nouveau magasin à être performant énergétiquement¹⁵.

1.3.2 Les freins à la maîtrise des consommations d'énergie

La maîtrise des consommations d'énergie dans le commerce de détail doit se faire à niveau de service offert aux clients constants. Les commerces ne veulent pas sacrifier la qualité de services (notamment le respect de la chaîne de froid) ou le confort des clients pour réduire leurs consommations d'énergie. Pour offrir un bon niveau de confort aux clients ils peuvent même être prêts, au contraire, à augmenter leurs consommations d'énergie¹⁶. Par conséquent, les marges de manœuvre sont relativement limitées, il s'agit principalement d'améliorer la performance énergétique des bâtiments, des équipements et éventuellement de faire évoluer les comportements pour permettre d'atteindre le même niveau de service avec une consommation d'énergie moindre.

Améliorer la performance énergétique des bâtiments ou avoir recours à des équipements plus performants nécessite généralement des investissements relativement lourds. Or les commerces semblent privilégier des temps de retour sur investissement courts¹⁷, tandis

14. Extrait d'un entretien : «Pour une nouvelle implantation, il faut faire une demande d'autorisation auprès des élus locaux. Si on veut obtenir l'autorisation d'ouvrir, il faut présenter un projet qui soit ambitieux par rapport à l'environnement.»

15. Extrait d'un entretien : «Quand on ouvre un nouveau magasin ou quand on agrandit, l'enseigne nous demande d'apporter la preuve qu'on a tout mis en œuvre pour faire des économies d'énergie. Et dans ce cadre, on a des primes de la part de l'enseigne pour nous aider à mettre en œuvre les mesures d'efficacité énergétique.»

16. Extrait d'un entretien : «Les clients ont souvent une impression de froid désagréable quand ils entrent dans les rayons des produits frais. Actuellement, des solutions se développent, notamment des petits radiateurs au dessus ou en dessous des meubles pour casser cette impression de froid. Avec cette méthode on va devoir produire plus de froid pour maintenir la température des produits.»

17. Extrait d'un entretien : «Si, pour les questions d'énergie, l'industriel considère la problématique sur six ans, en moyenne, le distributeur, pour sa part, a une vision beaucoup plus courte. Il n'est pas capable de dire : *j'investis parce qu'il y aura un retour sur investissement dans six ans*, parce qu'il ne sait pas où il sera dans six ans.»

que les gros investissements pour la performance énergétique nécessitent d'être évalués sur un plus long terme afin d'être économiquement intéressants¹⁸.

1.3.3 L'établissement d'un référentiel : le premier pas vers des économies d'énergie

Le suivi des consommations et notamment l'établissement d'un référentiel sont une étape essentielle pour la compréhension des enjeux énergétiques et pour la mise en œuvre d'actions d'efficacité énergétique¹⁹.

Tous les magasins suivent, ainsi, mensuellement leurs consommations par type d'énergie. Ce suivi mensuel leur permet de connaître l'évolution de leurs consommations et notamment de mesurer l'effet de la mise en œuvre d'une action d'efficacité énergétique. Ce suivi par magasin permet aussi aux enseignes d'établir un référentiel de consommations d'énergie par magasin, de valoriser les efforts des magasins et de récompenser les meilleurs²⁰.

Certaines enseignes et certains magasins vont plus loin, en installant des équipements permettant de suivre, en temps réel, les consommations d'énergie. Pour le moment, il semble que ce suivi soit réservé aux enseignes et aux magasins les plus impliqués dans l'amélioration de leur efficacité énergétique (notamment quelques hypermarchés de Carrefour ou Auchan), car le coût d'installation de l'équipement est important. Le suivi des consommations en temps réel permet aux magasins de mieux comprendre leur consommation d'énergie, notamment son évolution au cours de la journée, de la semaine ou du mois, et d'identifier rapidement toute fuite éventuelle ou dysfonctionnement d'un appareil²¹. Cet équipement leur permet également de distinguer les consommations d'énergie en fonction de leur usage (cuisson, production de froid, éclairage, etc.).

18. Extrait d'un entretien : « Nous avons réfléchi à fermer nos meubles froids. L'investissement était de 25 000 euros, parce qu'il fallait changer tous les linéaires. Le retour sur investissement était trop long et nous avons choisi de ne pas réaliser l'opération. »

19. Extrait d'un entretien : « Pour maîtriser ces consommations d'énergie, il faut commencer par savoir d'où on part, c'est-à-dire avoir des indicateurs de références, faire des audits, etc. »

20. Extrait d'un entretien : « Tous les mois, on me fournit la consommation unitaire de chaque magasin. Je classe les magasins selon leur consommation unitaire. Le tableau est ensuite transmis à l'ensemble de nos dirigeants, à tous les directeurs de magasins ainsi qu'aux employés des magasins. Tous les mois, nous leur adressons un message et nous félicitons ceux qui sont en tête du classement. Une fois par an, dans un communiqué interne, le directeur félicite également les meilleurs magasins. Ainsi, les plus performants font office de lièvre pour les autres. »

21. Extrait d'un entretien : « À un instant t , on peut savoir si la consommation est supérieure à ce qu'elle devrait être en fonction de l'heure qu'il est, de la température extérieure, etc. On peut constater les écarts (qui peuvent notamment être liés à une fuite) et y remédier rapidement. »

Ayant saisi l'importance d'établir un référentiel des consommations d'énergie, les organismes encadrant ou soutenant le commerce de détail y ont également travaillé. Ainsi, par exemple, l'association PERIFEM²², en partenariat avec l'ADEME, a réalisé une étude portant sur la définition et l'évaluation d'indicateurs de performance énergétique, pour différents postes de consommation, dans les magasins du commerce de détail (PERIFEM, 2010). L'ADEME étudie également les consommations d'énergie des commerces (Ademe et Aicvf, 1998). Le CEREN réalise, pour sa part, une estimation des consommations d'énergie du secteur, chaque année depuis 1995 (CEREN, 2012).

Les déplacements ne sont pas pris en compte dans les statistiques énergétiques du secteur. En revanche, les enseignes ont une certaine connaissance des consommations d'énergie qui leurs sont associées, car elles entrent dans le périmètre des études du bilan carbone. L'empreinte carbone est aujourd'hui un enjeu majeur pour la logistique d'approvisionnement (depuis les lieux de production jusqu'aux lieux de commerce), principalement pour des raisons de réglementation et de maîtrise des coûts de la logistique. L'empreinte carbone est principalement liée aux consommations d'énergie fossile pour le transport, énergie dont le prix augmente et est soumis à une forte incertitude. La chaîne logistique devient également un axe de différenciation pour les enseignes qui commencent à communiquer sur les initiatives prises pour en réduire l'empreinte carbone²³. On voit, ainsi, se multiplier les exemples d'enseignes qui mettent en avant, auprès des consommateurs, les efforts réalisés, notamment en affichant sur leurs véhicules des slogans marquants²⁴.

22. PERIFEM est une association de soutien technique aux commerces qui *mutualise* les questions opérationnelles et techniques (notamment sur les questions énergétiques) et qui étudie des solutions d'amélioration. L'association effectue un travail en amont et en aval des réglementations, pour les faire évoluer dans un sens favorable aux commerces, puis pour aider les enseignes à les mettre en œuvre.

23. Extrait d'un entretien : «Récemment, plusieurs enseignes comme Carrefour ou Monoprix ont commencé à communiquer sur leur logistique (des camions au GPL, des péniches, etc.). Dans la réalité, c'est une toute petite partie de la logistique de ces enseignes qui est concernée, mais on commence à aborder cette question avec le consommateur. Cela veut dire que la logistique devient un axe de développement commercial vis-à-vis du consommateur. Pour un directeur de la chaîne logistique, cela signifie aussi qu'il peut valoriser ses projets auprès de son patron.»

24. Monoprix, camions au gaz naturel : «Monoprix roule au gaz naturel, naturellement» ; Carrefour, camions électriques : «Bien pour votre confort, bien pour l'environnement» ; Carrefour, camions hybrides : «Camion hybride. Chez Carrefour il n'y a pas que les haricots qui sont verts»

2 Les dynamiques d'innovation et de changement dans le commerce de détail alimentaire et leurs répercussions énergétiques

L'innovation dans les services de commerce a fait l'objet d'une littérature abondante (McNair, 1958 ; Hollander, 1960 ; Levy *et al.*, 2005 ; Gallouj et Gallouj, 2009). Il existe également une littérature, certes moins abondante, consacrée aux répercussions énergétiques des innovations dans le commerce. Cette littérature met l'accent sur une tendance spécifique de l'innovation, à savoir le développement du *e-commerce non-alimentaire* (Abukhader et Jönson, 2003 ; Williams et Tagami, 2003 ; Edwards *et al.*, 2010).

Notre objectif est, ici, d'élargir cette réflexion pour rendre compte des principales dynamiques d'innovation et de changement dans le commerce de détail *alimentaire* et de leurs impacts énergétiques. Nous nous appuyons sur les entretiens que nous avons réalisés, ainsi que sur le modèle d'analyse développé dans le chapitre 4.

Nous proposons d'examiner quatre dynamiques d'innovation dans le secteur du commerce alimentaire. Il s'agit, pour commencer, de rendre compte de la dynamique d'innovation qui traduit la recherche d'efficacité énergétique : les enseignes du commerce de détail s'efforcent de réduire leurs consommations d'énergie, tout en conservant un même niveau de service rendu aux clients (section 2.1). Cependant, l'articulation entre les problématiques d'innovation et de consommation d'énergie ne se limite pas à la question de l'efficacité énergétique. Nous examinons donc, ensuite, un certain nombre d'autres trajectoires d'innovation : la dynamique du développement d'offres de commerce simplifiées, en particulier le commerce de proximité (section 2.2), la dynamique de diversification des canaux de distribution, qui se traduit en particulier par le développement d'une offre de *drive* en parallèle de l'activité traditionnelle des supermarchés et hypermarchés (section 2.3) et, finalement, la dynamique de mutualisation de la logistique d'approvisionnement (section 2.4).

2.1 Les innovations relatives à la maîtrise de la demande d'énergie

Les acteurs de la grande distribution alimentaire (il s'agit principalement des commerces et des intermédiaires de la logistique d'approvisionnement des magasins) cherchent à réduire leurs consommations d'énergie, pour répondre aux réglementations énergétiques et environnementales, mais aussi pour réduire le montant de leurs factures énergétiques. Cette dynamique d'innovation correspond à une logique de recherche d'efficacité énergé-

tique, selon la terminologie que nous avons introduite dans le chapitre 4.

Cinq types d'actions sont envisageables, conformément au modèle d'analyse des relations entre les différentes dimensions des services et leur demande d'énergie : les mesures se rapportant aux techniques tangibles consommatrices d'énergie, ou aux techniques du *bâti*, les mesures ayant trait aux compétences, celles se rapportant aux méthodes d'utilisation des techniques énergétiques et, finalement, les mesures ayant trait à la production d'énergie renouvelable. Dans les paragraphes suivants, nous présentons les principales mesures mises en œuvre dans le commerce de détail alimentaire et identifiées lors des entretiens. Nous distinguons les mesures mises en œuvre dans les bâtiments de commerce (section 2.1.1) et les mesures relatives à la logistique d'approvisionnement (section 2.1.2).

2.1.1 Les mesures mises en œuvre dans les bâtiments de commerce

L'évolution des techniques énergétiques. Afin d'optimiser les consommations d'énergie nécessaires pour offrir un niveau donné de services, les commerces alimentaires peuvent, tout d'abord, améliorer la performance énergétique de leurs équipements. Les magasins sont, ainsi, de plus en plus nombreux à améliorer la performance énergétique des équipements utilisés pour la mise en condition. Ainsi, par exemple, les systèmes d'éclairage peuvent être remplacés par des systèmes plus performants en termes énergétiques (tubes T5, lampes à économie d'énergie, etc.) et en termes de luminosité (ce qui permet d'en utiliser moins)²⁵. Des améliorations sont également envisageables pour les équipements de chauffage ou d'eau chaude sanitaire. Les magasins commencent, ainsi, à récupérer l'énergie dissipée sous forme de chaleur lors de la production de froid, comme aide à la production d'eau chaude sanitaire.

L'évolution des techniques du *bâti*. Pour réduire leurs consommations d'énergie, les magasins peuvent aussi améliorer les performances énergétiques de leurs bâtiments. Les solutions mises en œuvre dans le commerce de détail diffèrent, notamment, selon que le bâtiment préexiste ou soit à construire, mais le principe est toujours identique : récupérer l'énergie gratuite venant de l'extérieur (chaleur, lumière, etc.) et réduire les pertes. Les bâtiments neufs peuvent être orientés de façon pertinente pour profiter au maximum des apports gratuits d'énergie et de lumière ou d'un rafraîchissement naturel en été. Les nouveaux bâtiments sont, également, conçus avec des hauteurs de plafond moindres, afin

25. Extrait d'un entretien : «Depuis quelques années, on s'est rendu compte que les consommations d'énergie pour l'éclairage avaient beaucoup diminué grâce à un basculement technologique des équipements d'éclairage dans le commerce de détail. Les nouveaux équipements utilisés sont des tubes T5, ils sont plus performants sur le plan des consommations d'énergie, mais ils sont également plus performants du point de vue de l'éclairage : là où on devait mettre une ligne continue de néons, on peut maintenant n'en mettre que 1 sur 2.»

de réduire le volume d'air à chauffer, tout en préservant le confort des clients. L'isolation des murs ou des toitures et la création de zones tampons permettent de réduire les pertes de chaleur vers l'extérieur et sont des solutions disponibles pour l'ensemble des bâtiments neufs ou existants, dès lors que l'enseigne en est propriétaire et qu'elle juge le retour sur investissement intéressant et que les règles d'urbanisme sont compatibles avec les solutions envisagées. L'utilisation de la lumière naturelle, par la mise en place de murs vitrés ou d'ouvertures dans la toiture, permet de réduire le besoin d'éclairage et donc les consommations d'énergie associées.

L'évolution des compétences des utilisateurs. L'amélioration de la performance des techniques doit être associée à une sensibilisation, voire une formation des employés des commerces, pour permettre d'atteindre le potentiel de réduction de consommation d'énergie attendu. Les grands groupes de la distribution considèrent que le comportement des employés dans les locaux est un déterminant majeur de la consommation d'énergie²⁶ et ils prennent des mesures pour sensibiliser les personnels aux économies d'énergie.

Mais le comportement des employés est difficile à faire évoluer, d'une part, parce les équipes sont nombreuses et le turnover important (il y a notamment beaucoup d'intérimaires l'été) et, d'autre part, parce que les employés n'ont pas d'incitations directes et évidentes à adopter un comportement énergétiquement économe (qui est souvent aussi plus contraignant).

Ainsi, les enseignes cherchent à sensibiliser leurs employés et, notamment, les directeurs de magasins. Certaines proposent des formations aux employés, notamment pour les aider à identifier les sources de consommation d'énergie et à adopter les gestes susceptibles de permettre des économies d'énergie. D'autres ont choisi de valoriser les magasins les plus performants énergétiquement. Elles suivent les consommations unitaires de leurs différents magasins, communiquent sur les résultats de chacun (communications internes, de concours, etc.) et, sans pénaliser les magasins les moins performants²⁷, valorisent et récompensent, éventuellement par l'allocation de primes, les magasins les plus économes.

L'évolution des méthodes d'utilisation des techniques énergétiques. Certains équipements peuvent également permettre de corriger ou éviter les effets négatifs des comportements des utilisateurs. Ainsi, en installant des capteurs ou des minuteries dans les bureaux, les couloirs, les vestiaires, sur les éclairages extérieurs (pour qu'ils se déclenchent

26. Extrait d'un entretien : «Si vous ne faites que de la technique, selon moi, vous faites 15 à 20 % des économies, mais 80 % d'entre elles sont liées au comportement.»

27. Leurs mauvaises performances pouvant être liées à leurs spécificités (bâtiment, localisation, équipement particulier, etc.) et non leur manque de volonté à réduire les consommations d'énergie.

avec le manque de luminosité, par exemple²⁸), mais aussi en installant des équipements qui gèrent facilement les éclairages (extinction en un seul geste le soir, allumage d'une partie seulement avant l'arrivée des clients, etc.), les magasins peuvent optimiser leur consommations d'énergie en fonction de leurs besoins réels²⁹.

D'autres méthodes, éventuellement couplées à l'installation de techniques non énergétiques, peuvent permettre de réduire significativement les consommations d'énergie. Ainsi, par exemple, la fermeture des meubles froids pourrait permettre une réduction de 20 % des consommations d'énergie d'un site d'après une estimation de l'association PERIFEM (2010).

Enfin, la mise en œuvre de nouvelles méthodes d'utilisation des techniques énergétiques peut également permettre de réduire, non pas les consommations d'énergie, mais leur coût, notamment en décalant les périodes de consommation, de manière à réduire les pics de consommation. Aujourd'hui, peu d'établissements ont mis en place un tel système, mais les réflexions sur le sujet sont lancées³⁰.

La production d'énergie. Outre les mesures mises en œuvre pour réduire les consommations d'énergie, les acteurs du commerce de détail alimentaire, comme l'ensemble des acteurs économiques, développent des projets de production d'énergie renouvelable. Les projets concernent principalement l'énergie solaire photovoltaïque, l'éolien ou la géothermie. L'intérêt est principalement économique, puisque l'énergie produite de cette façon est revendue aux fournisseurs d'énergie, à un tarif avantageux. Cependant, les tarifs de rachat de l'électricité diminuent et se répercutent sur les temps de retour sur investissement. Actuellement, peu de projets d'installation de panneaux photovoltaïques sont lancés.

2.1.2 Les mesures relatives à la logistique d'approvisionnement

Des mesures sont également mises en œuvre, par les acteurs de la logistique, pour améliorer la performance énergétique du service d'approvisionnement. Ces mesures correspondent

28. Extrait d'un entretien : «Tous les éclairages extérieurs fonctionnent sur pendules et ils sont crépusculaires : c'est le manque de luminosité qui en déclenche la mise en route, et leur extinction est gérée par pendule. On ferme à 19h30 le magasin et à 20h30 l'enseigne s'éteint.»

29. Extrait d'un entretien : «Le matin, avant que les clients n'arrivent, il ne sert à rien d'allumer toutes les lampes du magasin. Depuis quelques temps, on n'allume plus qu'une rangée sur deux, cela suffit amplement pour le travail qui est à faire, et on s'est rendu compte que ce geste permettait des économies importantes»

30. Extrait d'un entretien : «Demain on peut imaginer un système qui produise et stocke le froid la nuit et donc consomme l'électricité la nuit. Ca nous permettrait de limiter nos pics de consommation et de réduire le coût de nos consommations. On n'y est pas encore, mais on commence à y réfléchir.»

principalement à l'amélioration du rendement des techniques énergétiques utilisées (les moyens de transport) et à la formalisation de l'organisation de la logistique.

L'évolution des techniques énergétiques. L'amélioration du rendement des techniques énergétiques se traduit, principalement, par le recours à des modes de transport alternatifs à la route. De nombreux projets voient le jour, notamment pour développer le transport fluvial ou ferroviaire, en substitution au transport routier³¹. Un projet expérimental va être lancé sur le futur tramway à Paris en collaboration avec les enseignes Carrefour et Casino : l'idée est de dédier un wagon ou une rame au transport de marchandises³². Des projets sont aussi lancés pour développer la livraison à vélo en centre ville³³. À titre d'exemple, le Groupe Monoprix assure l'approvisionnement de ses magasins parisiens par voie ferrée (depuis des entrepôts situés en Seine-et-Marne jusqu'à la Gare de Bercy). Bien que les derniers kilomètres doivent encore être réalisés par route, cette initiative aurait permis au groupe de réduire ses émissions de CO₂³⁴.

Le recours à des modes de transport alternatifs à la route permet également de répondre aux enjeux de logistique urbaine (pollution, congestion des routes, sécurité routière, nuisance sonore). Cependant, actuellement, peu de magasins sont en mesure d'être approvisionnés directement par voie ferroviaire ou fluviale. Les transports doux³⁵, pour leur part, ne sont pas adaptés à l'ensemble du circuit logistique : le volume transporté est faible³⁶ et le respect de la chaîne de froid est difficile à assurer.

L'évolution des méthodes, de l'organisation. Dans le service d'approvisionnement, de nombreuses économies sont envisageables par une meilleure organisation de la chaîne logistique, comme l'optimisation du taux de remplissage des moyens de transport, l'optimisation des trajets retour (éviter les retours à vide) ou la mise en œuvre de tournées.

La livraison de nuit permet d'éviter les encombrements du trafic de la journée et de réduire

31. Carrefour a déjà recours au transport fluvial notamment sur la Seine, entre le Havre et l'Île de France et sur le Rhône.

32. Le projet, intitulé *TramFret*, devrait être opérationnel pour 2014.

33. À titre d'exemple, le projet Greenlink propose la livraison par triporteur en centre ville. Le projet fonctionne actuellement dans trois arrondissements parisiens, avec une trentaine de triporteurs. C'est une solution pour le transport de messagerie, pour la livraison de certains commerces spécialisés, comme les pharmacies ou pour la livraison à domicile.

34. Les gains environnementaux ont été estimés à environ 280 tonnes par an (étude de faisabilité menée en 2005 par le Groupe Monoprix). Nous notons que les émissions de CO₂ des transports pour le groupe Monoprix s'élèvent à environ 80.000 tonnes par an (Bilan Carbone affiché sur le site Internet du groupe).

35. On appelle mode de transport doux, les modes de déplacement ne nécessitant pas d'apport d'énergie autre qu'humaine.

36. Extrait d'un entretien : «Le projet Greenlink compte aujourd'hui une trentaine de triporteurs pouvant chacun transporter jusqu'à 350 kg et 2m³ de marchandises.»

sensiblement la durée de la livraison³⁷. Cette caractéristique de services a une influence directe sur les consommations d'énergie, et la réduction du temps de transport permet une baisse des consommations d'énergie associées. Cette innovation peut également se traduire par une évolution des techniques énergétiques (les moyens de transport) : la livraison de nuit permet d'avoir recours à des camions de volume plus important, afin de transporter plus de marchandises à partir d'un seul camion, de réduire le nombre de livraisons et, finalement, d'optimiser, d'un point de vue énergétique, la chaîne d'approvisionnement. Une étude de la Grecam (2009) a estimé que la livraison de nuit peut permettre une réduction des émissions de 54 teqCO₂ par camion et par an. Certaines enseignes du commerce de détail dont Carrefour et Casino ont lancé des expérimentations. Ainsi, Carrefour est aujourd'hui équipé de 170 camions silencieux (adaptés à ce type de livraison) et Casino de 100 camions.

2.2 Le développement d'offres de commerce simplifiées

Deux formats de commerce se développent particulièrement, ces dernières années : les commerces de proximité (dont les commerces de type *hard-discount*) et les formules de type *drive*. Ces formats correspondent à des offres simplifiées, comparativement aux hypermarchés traditionnels, en ce qu'ils proposent un assortiment de produits moins large, moins de services périphériques et, notamment, dans le cas du *drive*, pas d'accueil du client sur la zone de vente.

Actuellement, en France, le nombre d'hypermarchés³⁸ ne progresse presque plus³⁹ et les nouvelles implantations, dans le commerce de détail alimentaire, correspondent principalement à des commerces de proximité de type supermarché, voire supérette de centre-ville (Pompougnac, 2009 ; Jaffredo, 2009 ; Parabellum et Bossman Consultants, 2012). Ainsi, le nombre de commerces de proximité a cru, en moyenne, de 0,6 % par an en France entre 2002 et 2008 (Solard, 2010). En termes de parts de marché, ce format de commerce a atteint plus de 6 % du marché de l'alimentaire en 2011, soit une augmentation de 0,2 points par rapport à l'année précédente (enquête Kantar Worldpanel pour 2011). Les commerces de proximité sont constitués à la fois des commerces d'alimentation spécialisés, et non spécialisés (dont les petits supermarchés, les supérettes, etc.). Ce sont ces derniers pour

37. Extrait d'un entretien : «Avec la livraison de nuit, on évite les encombrements du trafic. Et, à titre indicatif, une tournée qui nécessitait 3 heures, ne va plus durer qu'une heure.»

38. Selon la définition de l'INSEE, un supermarché a une surface de vente comprise entre 400 m² et 2 500 m². Un commerce de plus de 2 500 m² est un hypermarché. Cependant, selon les enseignes, les tailles d'hypermarché varient beaucoup. Ceux de Leclerc s'étendent, en moyenne, sur 5000 m² quand ceux d'Auchan ont une superficie moyenne de 10 000 m².

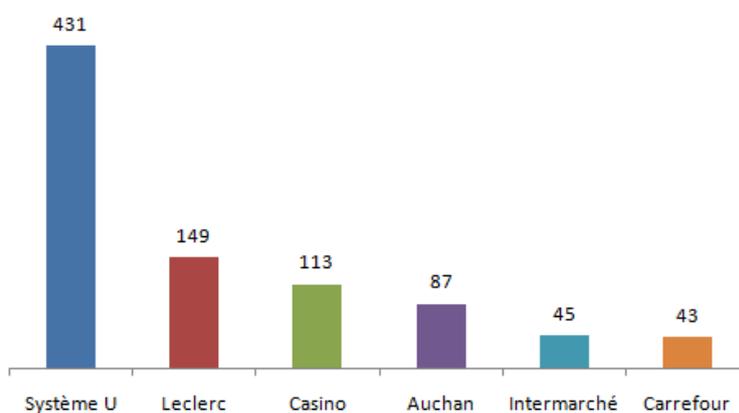
39. Pour autant, cette évolution ne signifie pas la disparition des hypermarchés, dont presque aucune fermeture n'a été constatée, ni la diminution des surfaces des commerces existants (Ferrante, 2012).

lesquels la croissance est particulièrement dynamique (Désaunay, 2012).

Au sein des commerces de proximité, on compte notamment les commerces de type *hard-discount* (HD) qui sont généralement des magasins de très petite taille (autour de 400 m²). Leur expansion a été particulièrement importante dans les années 2000. Aujourd'hui, elle semble fléchir en France (Michel, 2010 ; Puget, 2012).

Les *drives*, pour leur part, ont fait leur apparition il y a quelques années. Ils ne représentent encore qu'une faible part de marché des produits de grande consommation (moins de 2 % en 2012, d'après des données de LSA), mais ils sont l'un des principaux vecteurs de croissance actuellement, représentant 80 % de la croissance de Auchan et 33 % de celle de Leclerc (sur les produits de grande consommation, en 2011, données LSA). Les principales enseignes sont présentes sur ce segment d'activité, System U et Leclerc arrivant en tête (figure 6.4). Il existe deux formes principales de *drive*, le *drive* accolé au magasin et le *drive* indépendant. Auchan est le premier à avoir ouvert des *drives* indépendants avec les *Chrono Drive*. System U, au contraire, ouvre principalement des *drives* accolés à des magasins de l'enseigne. Dans ce cas, le *drive* n'a pas ou peu d'entrepôts dédiés, son ouverture est plus simple et moins coûteuse, mais son organisation est plus compliquée.

FIGURE 6.4 – Nombre de *drives* en France, début 2012



Source : *distripédie.com*

2.2.1 Les moteurs du développement des formats de magasin simplifiés

L'évolution de la demande des consommateurs est la principale explication du développement des formats de magasin simplifiés et, notamment, du développement des commerces de proximité et du e-commerce. Du fait de l'évolution des modes de vie, notamment de

l'augmentation de la part des femmes qui travaillent et de la valorisation du temps libre, faire les courses alimentaires est aujourd'hui de plus en plus considéré comme une corvée, une activité pénible à laquelle on veut consacrer le moins de temps possible. Dans ce contexte, le commerce de proximité et le commerce en ligne sont préférés aux grands hypermarchés de périphérie (Lemoine, 2010 ; Désaunay, 2012). Certains chercheurs évoquent également une évolution des valeurs des consommateurs, qui donnent de plus en plus d'importance à des critères comme la taille humaine des commerces, la proximité (relationnelle et géographique) avec les commerçants et l'origine locale des produits (Lemoine, 2010 ; Crédoc, 2011 ; Désaunay, 2012 ; Ifop, 2012).

L'urbanisation, le vieillissement de la population (et notamment la migration des ménages âgés dans les centres villes), ainsi que la réduction de la taille des foyers⁴⁰ favorisent également le développement des formats de commerce simplifiés et plus accessibles, comme les commerces de proximité (Lemoine, 2010 ; Désaunay, 2012).

Finalement, du fait de la hausse du coût des énergies, les Français cherchent, de plus en plus, à réduire leur budget pour les déplacements. Cet élément joue en défaveur des grands hypermarchés situés en périphérie des villes, pour lesquels les déplacements en voiture sont quasiment obligatoires et en faveur des commerces de proximité, de la livraison, ou des *drives* (dans lesquels on peut se rendre sur le chemin de retour du travail ou d'une autre activité).

Les petits commerces (commerces de proximité et *hard-discount*) bénéficient également d'une législation favorable, puisque un permis de construire suffit pour ouvrir un commerce de moins de 1000 m². Plus globalement, il existe une volonté des pouvoirs publics de re-dynamiser les centres villes, qui passe par le retour des commerces de périphérie dans les centres (Lemoine, 2010).

Cependant, le développement de ces formats simplifiés est freiné par des difficultés logistiques. Dans les centres villes, les commerces de proximité sont confrontés aux contraintes de la logistique urbaine : la congestion de trafic, la pollution locale, les nuisances sonores, la sécurité routière, les règlementations spécifiques à la circulation en ville, etc. Les magasins cherchent donc des solutions pour faire face à ces difficultés. Des solutions innovantes émergent, comme la livraison de nuit, ou le développement de l'approvisionnement par voie fluviale ou ferroviaire. La multiplication des points de vente pose également des difficultés : les volumes à livrer sont moins importants, les points de livraisons sont

40. Ces derniers consomment moins de denrées alimentaires et le bénéfice économique à attendre de faire ses courses dans un hypermarché, plutôt que dans un commerce de proximité, est moins évident pour eux (Parabellum et Bossman Consultants, 2012).

plus nombreux et, par conséquent, l'approvisionnement est moins efficient⁴¹. Le manque d'espace disponible en ville limite, par ailleurs, les nouvelles installations. Finalement, le comportement du consommateur est différent : il vient plus régulièrement, pour un panier moyen moindre. Le commerce de proximité doit s'adapter à cette demande particulière.

Le commerce en ligne, appliqué à l'alimentaire, est longtemps resté tout à fait marginal, du fait des difficultés logistiques qu'il pose. Dans les premiers temps, le commerce en ligne s'accompagnait d'une offre de livraison des clients. Or, celle-ci pose plusieurs difficultés. Certaines sont spécifiques aux produits frais alimentaires, qui sont difficiles à transporter et pour lesquels la chaîne du froid doit être respectée. Contrairement à la phase d'approvisionnement où les produits sont livrés par type de produits au commerce ou à l'entrepôt, dans le cas de la livraison à domicile c'est un panier de course hétérogène contenant une grande diversité de produits, en petite quantité, qui doit être livré aux clients⁴². Par ailleurs, en milieu rural, du fait des distances importantes à parcourir, la livraison représente un coût important que ni les commerçants ni les clients ne semblent prêts à prendre en charge⁴³. C'est en zone urbaine que la livraison se développe, mais sa croissance est limitée par des difficultés liées cette fois à des enjeux de logistique urbaine : congestion du trafic⁴⁴, pollution, etc. Finalement, la livraison pose une dernière difficulté, qui n'est pas spécifique aux produits alimentaires : le client doit être présent sur le lieu de livraison au moment de la livraison, pour réceptionner les colis. Cette nécessité entraîne de nombreux *ratés* et augmente la complication et le coût de la livraison (Bratt et Persson, 2001 ; Siikavirta *et al.*, 2003).

Si les difficultés de la livraison ont pu être un frein au développement du commerce alimentaire en ligne, les enseignes du commerce de détail proposent une nouvelle solution depuis quelques années : le *drive*. Le *drive* permet de proposer une solution de commerce sur Internet tout en s'affranchissant de la contrainte de la livraison. Pour les clients, le *drive*

41. Extrait d'un entretien : «L'approvisionnement d'un hypermarché se fait quotidiennement par des camions complets. En revanche, un commerce de proximité est livré tous les deux ou trois jours, voire une fois par semaine, avec des commandes erratiques, des chemins de préparation différents. Il est donc difficile d'organiser des tournées.»

42. Extrait d'un entretien : «La vente de biens non-alimentaires par Internet se développe très bien. Par contre, les courses alimentaires sur Internet, c'est différent. Les principales difficultés sont liées au faible volume que chaque achat représente et surtout aux conditions de température à satisfaire, tout au long de la livraison.»

43. Extrait d'un entretien : «On ne propose pas la livraison en milieu rural. Les clients sont trop éparpillés, il faudrait parcourir trop de kilomètres, le coût pour nous serait trop important. Les clients se sont pas, non plus, prêts à payer leur livraison à un prix élevé.»

44. La congestion du trafic, quand elle est associée à (ou accentuée par) des camions des enseignes du commerce de détail, véhicule une mauvaise image des enseignes : «La livraison par camions, en ville, c'est de la folie. Les gens, coincés derrière le camion, voient le logo de l'enseigne, ils râlent et c'est mauvais pour l'image du groupe.»

représente de nombreux avantages par rapport au commerce traditionnel : il permet de faire ses courses rapidement, il n'induit pas (ou peu) de déplacements supplémentaires⁴⁵. Par ailleurs, la solution est plus flexible que la livraison (pas de rendez-vous à prendre, le client se rend au *drive* quand il le souhaite) et moins coûteuse (gratuite, en général). Aujourd'hui, le *drive*, malgré sa part de marché encore faible, est un moteur majeur de la croissance des enseignes.

2.2.2 Des services *simplifiés*, moins consommateurs d'énergie

Pour étudier les éventuelles répercussions énergétique du développement de ces services simplifiés, nous comparons la demande d'énergie des formats *simplifiés* (commerces de proximité et commerces en ligne avec *drive*) à celle des grands commerces de type hypermarchés et grands supermarchés, qui, actuellement, représentent le cœur de l'offre du commerce de détail alimentaire. Pour réaliser ces comparaisons, nous nous appuyons sur l'identification et l'analyse des sources de consommation d'énergie des commerces de détail réalisées dans la section 1.1.

Comparaison des consommations d'énergie entre un petit commerce de type *commerce de proximité* ou *hard-discount* et un grand commerce de type *hypermarché*.

Le service d'intervention. Du point de vue des caractéristiques de services, la grande différence entre un hypermarché et un commerce de proximité qui a des répercussions sur les consommations d'énergie du service, c'est la proportion de linéaires froids. Alors que, dans un hypermarché, les produits alimentaires frais représentent de l'ordre de 35 %, en moyenne, de la surface de vente, dans un supermarché leur proportion atteint les 45 % (tableau 6.1). Nous n'avons pas trouvé de données aussi précises concernant les plus petits formats de commerce alimentaire (notamment parce que, du fait de leur hétérogénéité, peu de données sont disponibles), mais il est communément admis que plus la surface de vente est petite et plus la part des produits frais est importante⁴⁶. Une proportion supérieure de linéaires froids signifie des consommations unitaires⁴⁷ plus importantes également (la

45. Puisque le *drive* demande peu de temps, les clients s'y arrêtent sur le retour du travail ou sur un autre trajet régulier.

46. Extrait d'entretiens : «En proportion, un petit magasin a plus de linéaires froids. Les petits hypermarchés ou les supermarchés font surtout de l'alimentaire, contrairement aux gros hypermarchés qui ont beaucoup de non alimentaire.» ; «Dans les nouveaux concepts type Monop', Casino Shop' ou Carrefour City, on a beaucoup de produits traiteurs proportionnellement à la surface et donc beaucoup de linéaires froids».

47. Consommation d'énergie rapportée à la surface : kWh/m².

production de froid étant le plus gros poste de consommation dans les commerces).

TABLEAU 6.1 – Poids des rayons dans un supermarché ou un hypermarché moyen

	Supermarché	Hypermarché
Frais libre service	23 %	18 %
Frais traditionnel	18,9 %	14,9 %
Surgelés	3,1 %	2,4 %
TOTAL Frais	45 %	34,3 %
Epicerie	21 %	16,5 %
Liquides	11,2 %	10,1 %
Non alimentaire	22,8 %	38,1 %

Source : ACNielsen 2007/ FCD

Le nombre d'employés dans les petits commerces est plus réduit que dans les hypermarchés. Du point de vue de la représentation par les caractéristiques, il s'agit d'une évolution des compétences : si les hypermarchés peuvent se permettre d'embaucher un technicien pour s'occuper quasi exclusivement des problèmes énergétiques, ce n'est pas le cas des plus petits formats de magasin. Par conséquent, les commerces de proximité auront plus de difficultés à suivre leurs consommations d'énergie et à les maîtriser⁴⁸. Ce constat concerne autant le service d'intervention que le service de mise en condition.

Le service de mise en condition. La principale évolution, dans le service de mise en condition, concerne les techniques du *bâti*. Lors d'une nouvelle implantation de proximité (c'est-à-dire généralement dans les centres-villes), il est rare de pouvoir construire son propre bâtiment et le cas de figure le plus courant est celui de la reprise d'un bâtiment. L'offre de bâtiments libres dans les grandes villes étant limitée, les lieux d'implantation sont dictés par les disponibilités et le critère de la performance des locaux est peu pris en compte⁴⁹. Par ailleurs, les locaux sont loués, le plus souvent. La location peut constituer un frein à la mise en œuvre de travaux d'amélioration des performances énergétiques⁵⁰ : le propriétaire ne souhaite pas effectuer des travaux dont il ne bénéficierait pas directement et le locataire ne souhaite pas effectuer des travaux dont il ne profiterait que pour un laps de temps donné et pour lesquels le temps de retour sur investissement serait supérieur à

48. Extrait d'un entretien : «Parce que dans un supermarché il y a moins de personnels en magasin, on ne peut pas consacrer deux ou trois personnes à la technique comme on le fait dans les grands hypermarchés. C'est donc plus difficile d'avoir une performance suivie.»

49. Extrait d'un entretien : «En centre ville, quand on trouve un local disponible, on est déjà très content, donc on est moins regardant sur le cadre du bâti.»

50. Extrait d'un entretien : «En ville on est souvent locataire donc on peut uniquement jouer sur l'aménagement intérieur pour maîtriser nos consommations d'énergie comme installer des éclairages économes en énergie, etc.»

son bail. C'est une barrière à l'efficacité énergétique reconnue (le problème des incitations partagées), qui pourrait cependant être levée avec la généralisation du *bail vert*.

Le service de mise en présence. Les caractéristiques de services de l'approvisionnement et des déplacements des clients évoluent. Concernant l'approvisionnement, nous avons vu que les livraisons d'un hypermarché ou d'un magasin de proximité sont très différentes : celles d'un magasin de proximité sont plus petites en volume, moins fréquentes et moins régulières. Cette évolution a des répercussions sur les méthodes ou routines d'approvisionnement. Les méthodes d'optimisation de l'approvisionnement ont, jusqu'à présent, été surtout réfléchies pour le format hypermarché et ne sont pas adaptées aux commerces de proximité : quantités moindres, livraisons plus erratiques et livraisons urbaines. Actuellement de nouvelles méthodes sont en cours d'expérimentation (la livraison de nuit, par exemple), mais l'approvisionnement des commerces de proximité reste moins efficient et donc plus consommateur d'énergie, que celui des hypermarchés. Par ailleurs, les horaires de livraison des commerces de proximité, situés en ville, sont plus contraints, notamment du fait des réglementations de circulation en ville. Par conséquent, les moyens de transport utilisés (une technique consommatrice d'énergie) doivent être adaptés : plus petits, moins bruyants, moins polluants, etc. Certaines expérimentations testent le recours à des modes de transport nouveaux, comme la livraison par tramway.

Concernant les caractéristiques de services des déplacements des clients, les distances parcourues pour se rendre à un commerce de proximité sont moindres que dans le cas de l'hypermarché. Les commerces de proximité sont localisés dans les centres villes, dans des lieux de passage. Un client qui se rend dans un commerce de proximité ne réalise pas un long trajet, le magasin qu'il choisit est proche de son lieu d'habitation ou sur un trajet qu'il effectue régulièrement pour un autre motif. Cette évolution des caractéristiques de service, couplée à la réduction du panier moyen acheté⁵¹, a des répercussions sur le choix du mode de transport du client : ce dernier aura plus facilement recours à des modes de transport doux (la marche à pied, la bicyclette) ou aux transports en commun pour faire ses courses. Moins longs et réalisés avec des modes de transport plus économes en énergie, les déplacements des clients sont donc moins consommateurs d'énergie dans le cas d'un achat dans un commerce de proximité que dans celui d'un achat dans un hypermarché. À l'échelle globale, il faut également tenir compte du fait que les clients se rendent de façon plus régulière dans les commerces de proximité, mais le résultat semble en faveur du commerce de proximité également (Browne *et al.*, 2008 ; Rizet *et al.*, 2010).

51. Une caractéristique de services de l'intervention que nous n'avons pas mentionné précédemment dans cette section car elle n'a pas directement de répercussion énergétique, mais dont nous avons parlé dans les sections précédentes.

Comparaison des consommations d'énergie entre un *drive* et un hypermarché.

Le service d'intervention. Les innovations affectant les interventions concernent principalement l'accueil du client, la préparation et la mise à disposition des marchandises. Le service élémentaire d'accueil des clients sur le lieu de vente (et les consommations d'énergie associées) est en partie supprimé dans le cas du *drive*. Le service élémentaire de fabrication (correspondant, par exemple, aux traiteurs ou aux bouchers dans le commerce de détail) est également souvent supprimé. Celui du maintien des produits frais à température n'a plus lieu que dans les zones de réserves.

En revanche, un nouveau service élémentaire est introduit : le conditionnement des commandes. Il s'agit de mettre dans des cartons ou des sacs les marchandises commandées par les clients. Dans la représentation en termes de caractéristiques du service élémentaire de conditionnement, les techniques du prestataire sont, principalement, les cartons et les emballages plastiques, les films à bulles d'air et autres éléments de calage, les diables, éventuellement les chariots motorisés. Lorsque le conditionnement est réalisé à très grande échelle et pour des produits homogènes, il peut être automatisé et réalisé par des machines. Dans le cas du *drive* c'est rarement le cas et ce service n'entraîne que peu de consommations d'énergie. Les caractéristiques de services de cette activité sont notamment le poids du colis, sa taille, son contenu (et, notamment, l'hétérogénéité de celui-ci), ses conditions de conservation (pour les aliments frais), sa fragilité, etc. Ces caractéristiques de services (en particulier, le contenu, le poids et la taille du colis) influencent, notamment, le choix des techniques utilisées pour le service de mise en présence.

Le service de mise en condition. Les services élémentaires de mise en condition des locaux destinés à recevoir les clients et les laboratoires de préparation de certaines commandes sont supprimés. Dans le cas du *drive*, les locaux à mettre en condition se limitent, pour l'essentiel, à des bureaux, des locaux techniques (informatiques notamment) et des entrepôts. Les caractéristiques de services de la mise en condition dépendent fortement des locaux auxquels la mise en condition s'applique. Or, les locaux maintenus dans le cas du *drive* sont moins exigeants, du point de vue des consommations d'énergie : les niveaux de température et d'éclairage nécessaires sont moindres dans un entrepôt que dans une zone de vente⁵², le nombre de produits disposés par unité de volume est supérieur. En conclusion, on peut dire que le bilan des consommations d'énergie, pour la mise en condition, est en faveur du commerce en ligne.

52. Même si, dans le cas du e-commerce alimentaire un certain nombre d'entrepôts doivent être maintenus à basse température pour la conservation des aliments, ces derniers peuvent être plus efficaces énergétiquement que les meubles froids des zones de vente, n'étant pas soumis aux mêmes contraintes d'accessibilité et de confort rendues nécessaires par la présence du client.

Le service de mise en présence. Dans le e-commerce, les clients ne se déplacent plus vers les locaux de commerce pour choisir les produits qu'ils souhaitent acheter, le choix se fait à distance, par le biais d'un nouveau service élémentaire : la mise en présence virtuelle. Dans ce nouveau service élémentaire, les techniques consommatrices d'énergie du prestataire sont les serveurs, le site Internet, etc. Celles du client sont principalement l'ordinateur à partir duquel il se connecte. Les caractéristiques de ce service, comme la durée de connexion ou la quantité de données transmises, influencent les consommations d'énergie. La mise en œuvre de ce nouveau service entraîne une hausse des consommations d'énergie pour le client et le prestataire. Si, à l'échelle d'un achat donné, le montant de ces consommations additionnelles d'énergie est très faible, en revanche, à l'échelle de l'ensemble des transactions de commerce, les consommations d'énergie, qui correspondent au fonctionnement des serveurs sont, généralement, considérées comme très importantes (Faucheux *et al.*, 2002). Cependant, elles ne sont qu'en faible partie attribuables aux achats en ligne⁵³ et, encore en plus faible partie, aux achats de biens alimentaires pour le *drive*. Par ailleurs, même en cas d'achat d'un produit dans le commerce traditionnel, les acheteurs se rendent, de plus en plus souvent, sur les sites Internet avant leurs achats pour comparer les prix et les produits⁵⁴. Au total, la mise en présence virtuelle n'entraîne qu'une hausse assez marginale des consommations d'énergie dans le *drive* par rapport au commerce traditionnel.

Les marchandises acquises sont des biens tangibles non échangeables virtuellement, d'où la nécessité pour les clients de se déplacer pour retirer leurs paniers d'achat. Il n'y a pas de raison de penser que les distances entre le domicile de l'acheteur et le point de retrait de la marchandise diminuent sensiblement (en comparaison au commerce traditionnel), sauf à envisager un développement massif des *drives* et donc un maillage plus important sur le territoire. Bien que cette distance reste identique, de nombreux acteurs du secteur considèrent que la distance réellement parcourue pour se rendre au point de retrait diminue. En effet, le service d'intervention a évolué et notamment la caractéristique de services correspondant à la *durée de l'intervention en magasin*. La durée de l'intervention est très courte dans le cas de l'enlèvement des marchandises dans un *drive*, ce qui permet à l'acheteur de combiner le déplacement vers le *drive* avec un déplacement pour un autre motif. En particulier, l'acheteur peut se rendre au *drive* sur le chemin du retour du travail.

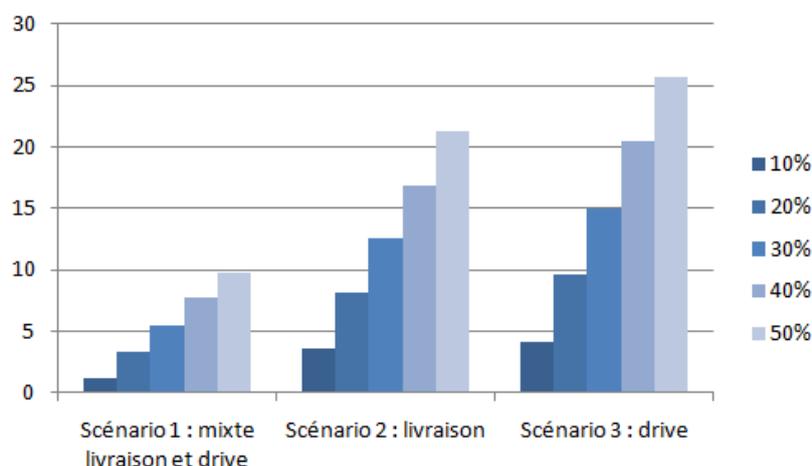
Au total, la formule de l'enlèvement de la marchandise dans un *drive* permet, en théorie,

53. Moins de 5 % des visites de sites Internet de vente sont motivées par l'achat selon l'enquête de Carat Expert de 2005, enquête réalisée auprès de 500 internautes en mai 2005 et rapportée par le Journal du Net.

54. À titre d'exemple, E. Leclerc propose un site Internet où l'on peut consulter les produits mis en vente dans chaque point de vente, ainsi que leur prix selon le point de vente. S'il ressemble à un site marchand, ce site ne permet pas d'acheter les produits, mais uniquement de s'informer.

de réduire les consommations d'énergie pour la mise en présence. À notre connaissance, il n'existe que très peu d'études portant sur l'estimation des gains énergétiques permis par le *drive* en comparaison du commerce traditionnel ou de la livraison. L'une d'entre elles nous a paru particulièrement intéressante puisqu'elle propose une estimation des gains en termes de km parcourus et d'occupation de l'espace par semaine, selon différents scénarios de développement du e-commerce, en termes de parts de marché, mais aussi de choix logistiques : livraison ou enlèvement (Durand *et al.*, 2010). Les résultats de l'estimation indiquent que la formule de *drive* est la plus performante en termes de distance et d'occupation de l'espace public (figure 6.5)⁵⁵.

FIGURE 6.5 – Gains permis par différents scénarios de développement du e-commerce en km/semaine



Source : Durand *et al.* (2010)

55. La modélisation des déplacements qui a permis cette estimation, réalisée par Durand *et al.* (2010), porte sur l'aire urbaine de la ville de Lyon. Différents scénarios de commerce en ligne sont envisagés. Dans le scénario 1 il est envisagé que les commandes soient préparées directement en magasin et que les clients aient le choix entre la livraison à domicile et le retrait (respectivement 60 % et 40 % des achats en ligne, c'est une hypothèse posée par les auteurs). Dans le scénario 2 il est envisagé que le commerce sur Internet ne propose que la livraison à domicile à partir d'entrepôts régionaux. Dans le scénario 3 seul le retrait dans des dépôts dédiés est proposé aux clients du e-commerce. Les auteurs réalisent ensuite plusieurs simulations, envisageant plusieurs niveaux de développement du commerce sur Internet, de 10 à 50 % des parts de marché du commerce alimentaire.

2.3 La diversification des canaux de distribution

Actuellement, l'une des stratégies des enseignes du commerce de détail alimentaire consiste à diversifier les canaux de distribution. Cette diversification s'exprime au niveau des magasins, par le développement de services périphériques tels que le *drive*, la livraison à domicile, l'offre de produits *discount*, etc. Elle s'exprime, également, à l'échelle des enseignes qui proposent aux consommateurs divers formats de magasins : des hypermarchés en périphérie, des commerces de proximité, des *drives*, etc. (tableau 6.2). Ainsi, les services simplifiés, que nous avons examinés dans la section précédente, ne se substituent pas, dans la réalité, aux services traditionnels, mais ils s'ajoutent plutôt à eux. Cette dynamique d'innovation relève donc, à l'échelle des enseignes du commerce de détail, d'une logique d'*enrichissement* du service, selon la terminologie introduite dans le chapitre 4.

Les dynamiques décrites dans les modèles d'innovation du type de la *roue de la distribution* ou de l'*accordéon de la distribution* (McNair, 1958 ; Hollander, 1960) ne sont pas validées, ici. Ces dynamiques traduisent la répétition du processus de simplification puis de diversification des formats de distribution : les nouveaux formats pénètrent le marché en proposant des prix bas et peu de services, ils ont des marges faibles, peu à peu ils se développent et se diversifient, jusqu'à devenir chers et vulnérables aux nouveaux entrants. Or, la dynamique que nous décrivons correspond plutôt au développement simultané des différents formats de commerce, au sein des enseignes : des formats simplifiés, comme les commerces de proximité, les commerces de type *hard-discount* ou le commerce en ligne et des formats diversifiés, comme des hypermarchés proposant un large assortiment et de nombreux services périphériques. Cette dynamique peut éventuellement être décrite selon le modèle du *Big Middle* (Levy *et al.*, 2005)⁵⁶. Le *hard-discount*, le *drive*, le commerce de proximité qui appartenaient respectivement aux segments *bon marché*, *innovant* et *en danger* intègrent, peu à peu, le segment *Big Middle*.

2.3.1 Les moteurs de la diversification des canaux de distribution

Plusieurs phénomènes peuvent expliquer cette tendance à la diversification des canaux de distribution dans le commerce alimentaire de détail. Pour commencer, le modèle de l'hypermarché, qui représentait jusqu'à présent le *Big Middle* du commerce alimentaire, voit ses perspectives de croissance ralentir, du simple fait que le territoire soit déjà densé-

56. Le modèle du *Big Middle* traduit une segmentation du secteur du commerce entre un segment *Big Middle* regroupant le(s) format(s) de commerce dominant(s), un segment *innovant* et un segment *bon marché* qui peuvent être rentables sur le court-terme, mais qui, pour se développer et augmenter leurs profits, doivent s'intégrer au segment *Big Middle*, et un segment *en danger* où peuvent tomber les commerces du *Big Middle* s'ils relâchent leurs efforts et proposent trop peu d'innovations ou des prix trop élevés.

TABLEAU 6.2 – Les offres des principaux groupes du commerce de détail alimentaire

	Auchan	Carrefour	Casino	Système U	Leclerc	Intermarché
Hypermarchés	616	231	127 <i>Géant Casino</i>	54 <i>Hyper U</i>	467	<i>Intermarché Hyper</i>
Supermarchés	759	977 <i>Carrefour Market</i>	422 <i>Casino Supermarchés</i>	701 <i>Super U</i>	100aine	<i>Intermarché Super</i>
Magasins de proximité	3285 (<i>Carrefour City, Carrefour Contact, Marché Plus, Shopi, etc.</i>)	Environ 8000 (<i>Petit Casino, Franprix, Monop', DailyMonop', etc.</i>)	Environ 150 (<i>Marché U et U Express</i>)		<i>Intermarché Express et Intermarché Contact</i>	
Commerce en ligne	<i>Auchandirect</i> (livraison) <i>Auchan</i> drive ou <i>Chronodrive</i> (drive)	<i>Ooshop</i> (région Parisienne) <i>Courses.carrefour</i> (drive)	<i>MesCoursesCasino</i> (livraison ou drive)	<i>CoursesU</i> (livraison ou drive)	<i>Leclercdrive</i> (drive, pas de livraison)	<i>Ledriveintermarche</i> (livraison ou drive)
Drive	87 <i>drives</i>	43 <i>drives</i>	113 <i>drives</i>	431 <i>drives</i>	149 <i>drives</i>	45 <i>drives</i>
Magasins discount		Enseignes <i>Dia</i> et <i>Ed.</i>	Environ 600 <i>LeaderPrice</i>		Environ 50 <i>Leclerc Express</i> (soft discount de proximité)	

Source : données des sites Internet des groupes et du site *distripedie.com*, pour le début de l'année 2012.

ment maillé. D'après des données de l'INSEE, il y aurait, en France, un hypermarché pour 46000 habitants, une densité supérieure à celle de beaucoup de pays Européens (tableau 6.3). Les grandes enseignes de la distribution alimentaire cherchent, donc, de nouvelles opportunités de développement.

TABLEAU 6.3 – Densité d'hypermarchés par habitant dans quelques pays européens

	Hypermarché	Supermarché
France	1 pour 46.000 habitants	1 pour 10.000 habitants
Allemagne	1 pour 51.000 habitants	1 pour 10.000 habitants
Royaume Uni	1 pour 61.000 habitants	1 pour 15.000 habitants
Italie	1 pour 130.000 habitants	1 pour 9.000 habitants

Source : DCAS/INSEE, vu dans le rapport au Sénat n° 382 (2004-2005)

Par ailleurs, face à l'expansion du *hard-discount* depuis les années 2000 et au développement du commerce sur Internet (bien qu'encore limité dans le secteur alimentaire), les grands groupes de la distribution alimentaire doivent repenser leur offre. Certaines enseignes ont racheté ou développé des filiales spécialisées dans le hard-discount (Dia pour Carrefour, Leader Price pour Casino, etc.), mais globalement, la stratégie de la plupart d'entre elles a été de développer, en parallèle de leur offre traditionnelle, de nouvelles offres, comme des offres *discount*⁵⁷ ou des offres de commerce en ligne.

La diversification des canaux de distribution permet aux enseignes d'acquérir un avantage concurrentiel et de conquérir une part plus importante du marché alimentaire (Rosenbloom, 2007 ; Bezes, 2012). En particulier, cette stratégie leur permet de toucher plus de clients, en communiquant plus largement sur leur offre, par le biais des différents canaux de distribution (Ansari *et al.*, 2008).

2.3.2 Les répercussions énergétiques complexes de la diversification des canaux de distribution

Cette dynamique d'innovation relève, à l'échelle des magasins ou des enseignes, d'une logique d'*enrichissement* du service, dans le sens où, les magasins et les enseignes se développent et proposent plus de services.

Les services qui se développent le plus (le *drive* et le commerce de proximité) sont, individuellement, moins consommateurs d'énergie que les formats de commerce traditionnel.

57. Extrait d'un entretien : «Nous faisons du hard-discount dans l'hypermarché : sur 80000 produits il y a 2000 produits discount. C'est notre réponse face à la concurrence du hard-discount.»

Cependant, comme nous venons de le voir, ces formats ne se substituent pas totalement aux grands commerces, mais s'y ajoutent en partie.

À l'échelle d'un établissement ou d'une enseigne, l'ajout de services supplémentaires, toutes choses égales par ailleurs, se traduit naturellement par une augmentation des consommations d'énergie, relatives à la réalisation du supplément de services (l'intervention supplémentaire, la mise en condition de l'extension éventuelle du bâtiment, les déplacements additionnels engendrés, etc.). Cependant, la mise en œuvre de ces services périphériques a des répercussions directes sur l'ensemble du service de commerce et de ses caractéristiques de services. En particulier, le chiffre d'affaires total de l'établissement ou de l'enseigne évolue (l'objectif de l'adjonction de ces services périphériques est de le faire croître). Le chiffre d'affaires attribuable au service de commerce traditionnel évolue également, plutôt à la baisse, pour sa part, les nouveaux formats s'y substituant en partie.

À l'échelle du pays, les répercussions globales sur les consommations d'énergie dépendent, donc, du degré de substitution de ces formats simplifiés aux formats traditionnels. C'est ce que nous tenterons d'étudier dans la section 3, au travers de la proposition de différents scénarios d'évolution du secteur du commerce de détail alimentaire.

2.4 La mise en œuvre d'une logistique mutualisée

La logique d'innovation de *mutualisation* s'exprime, principalement, au sein de l'activité de logistique d'approvisionnement⁵⁸. La mutualisation de la logistique d'approvisionnement se traduit par le regroupement de plusieurs partenaires de la chaîne logistique pour réaliser leurs activités logistiques au sein d'un même entrepôt et livrer ensemble leurs clients (les commerces).

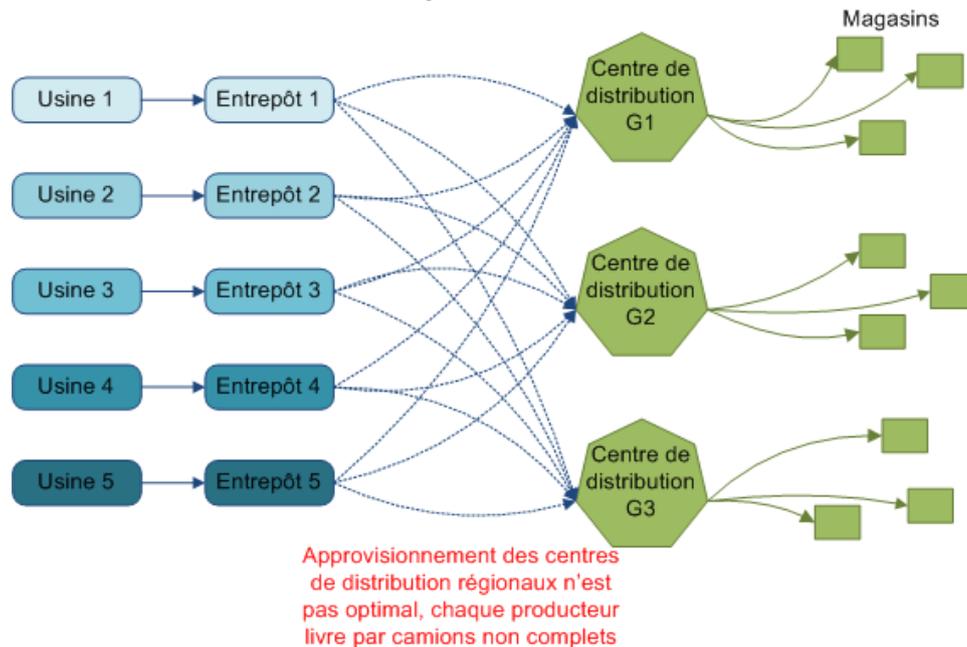
L'une des premières expériences françaises de mutualisation, des livraisons uniquement, a été mise en place en 2004 par les entreprises Sara Lee et Cadbury, des concurrents sur le marché de l'agro-alimentaire. Les industriels Reckitt-Benckiser, Henkel et Colgate, des concurrents sur le marché des produits DPH⁵⁹, ont choisi de coopérer pour organiser leur logistique, depuis 2006. Ils ont deux entrepôts en commun en France, à partir desquels ils livrent ensemble leurs clients (Le Moigne et Bouniol, 2008). Danone, ID Logistic et Carrefour se sont également organisés et ont mis en place un EMCA, dont nous expliquons le principe dans le prochain paragraphe.

58. La logistique est exclus du périmètre traditionnel du commerce de détail, cependant, ici, nous avons proposé d'élargir ce périmètre (section 1.1) pour tenir compte de l'ensemble des sources de consommation d'énergie des services.

59. DPH : Droguerie, Parfumerie, Hygiène.

Plusieurs types de schémas de logistique mutualisée voient le jour. Un premier exemple correspond à la consolidation, mise en place notamment par Carrefour. Historiquement, chaque usine livrait en direct les centres de distributions régionaux d'une enseigne. Ce type d'organisation est illustré par la figure 6.6.

FIGURE 6.6 – Schéma logistique traditionnel et non optimal

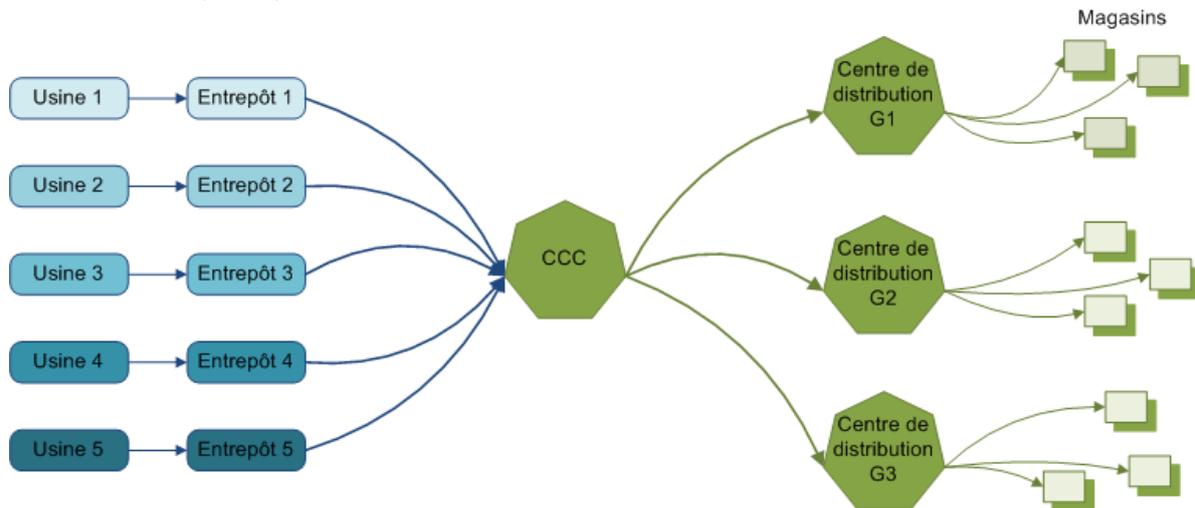


Source : schéma de l'auteur

Actuellement, Carrefour met en place des Centre de Consolidation et de Collaboration (CCC). L'enseigne demande aux usines de livrer ces CCC, à partir desquels elle prend en charge toute la logistique. Puisque le CCC contient de nombreuses références, Carrefour peut livrer ses magasins avec des camions complets. Nous illustrons cette organisation dans la figure 6.7.

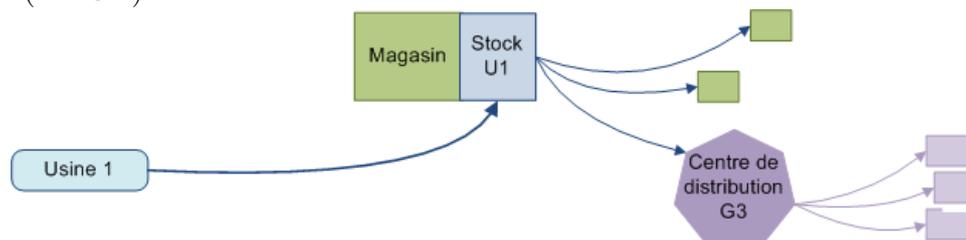
Un autre modèle se met en place, qui s'appelle l'EMCA (Entrepôt Mutualisé de Consolidation Aval). Puisqu'il y a de moins en moins de stock dans la distribution, que le stock est repoussé en amont de la chaîne logistique, une certaine surface reste disponible sur les plateformes des distributeurs. Cette surface disponible peut servir de zone de stockage à un industriel. Ainsi, l'industriel peut livrer, en flux tendu, le distributeur en question, mais également d'autres distributeurs qui sont dans la proximité. Ce type d'organisation est illustrée par la figure 6.8).

FIGURE 6.7 – Exemple de logistique mutualisée : les Centres de Consolidation et de Collaboration (CCC)



Source : schéma de l'auteur

FIGURE 6.8 – Exemple de logistique mutualisée : les Entrepôts Mutualisés de Consolidation Aval (EMCA)



Source : schéma de l'auteur

2.4.1 Les moteurs de la mise en œuvre d'une logistique mutualisée

La mise en œuvre d'une logistique mutualisée répond à deux principaux enjeux. La mutualisation des moyens logistiques constitue, tout d'abord, une réponse à l'évolution du cadre réglementaire régissant les relations entre industriels et distributeurs (Livolsi et Camman, 2012). En particulier, la Loi de Modernisation de l'Économie durcit les contraintes. Pour y faire face, industriels et distributeurs semblent s'orienter vers une réorganisation de leur logistique.

La mise en œuvre d'une logistique mutualisée répond, également, à des enjeux plus traditionnels, de performance économique, mais aussi au renforcement des contraintes environnementales. La mutualisation des entrepôts et/ou des transports permet d'optimiser le nombre d'entrepôts et de camions nécessaires, d'organiser des tournées plus efficaces pour la livraison des commerces, et d'avoir recours à des modes de transport économes

en énergie, comme le transport ferroviaire ou fluvial, qui ne sont une option que pour transporter une quantité importante de marchandises. Ainsi, par exemple, pour Danone, l'initiative de mutualisation EMCA avec Carrefour et ID Logistics, a permis une réduction de 500 tonnes de carbone par an (Hénaff, 2011). Cette réduction s'explique, principalement, par l'optimisation de la logistique et par le mode d'approvisionnement de l'entrepôt, par voie ferroviaire (tant que Danone ne livrait que Carrefour, les quantités livrées ne permettaient pas le recours à ce type de transport).

2.4.2 Une logistique mutualisée, facteur d'économies d'énergie

La logistique mutualisée est une innovation qui concerne l'ensemble des services élémentaires d'approvisionnement. Au sein même de ce service, on peut distinguer un service d'*intervention*, un service de *mise en présence* et un service de *mise en condition*. Le service d'intervention, dans le cas présent, correspond au transport des marchandises et, éventuellement, aux opérations de chargement et déchargement de la marchandise. Le service de mise en condition se traduit par la mise en condition des zones de stockage des marchandises (les entrepôts). Le service de mise en présence, pour sa part, correspond ici uniquement aux déplacements des prestataires du service depuis leur domicile.

Le service d'intervention. La mutualisation des flux permet une augmentation des volumes transportés soit sur la phase de transport depuis l'usine, soit sur la phase de transport vers les magasins (une caractéristique du service de transport concerné). Pour ce service élémentaire, l'augmentation du volume transporté a des répercussions sur les modes de transport disponibles (une technique tangible et consommatrice d'énergie) : pour transporter des volumes importants il est envisageable d'avoir recours au transport fluvial ou au transport ferroviaire, qui, rapportés à la tonne de marchandises transportée, sont des modes de transport moins consommateurs d'énergie que le transport routier. Si ces modes de transport ne sont pas envisageables et que le transport est réalisé par route, le volume de marchandises par camion peut aussi être optimisé (une méthode) pour réduire les consommations unitaires d'énergie (par tonne de marchandises transportée). De la même façon, un plus gros volume de marchandises à distribuer offre une marge de manœuvre plus importante pour organiser des tournées (une méthode) et ainsi optimiser les distances à parcourir (une caractéristique de services) et les consommations d'énergie associées.

Le service de mise en condition. À l'exception des entrepôts pour les produits frais et surgelés, qui nécessitent du refroidissement, les entrepôts sont généralement faiblement

consommateurs d'énergie car les services attendus sont limités (peu de besoin de chauffage ou d'éclairage, pas ou peu de process). La logistique mutualisée peut permettre, toutes choses égales par ailleurs, de réduire le nombre d'entrepôts et, donc, les consommations d'énergie globales associées. Cependant, l'augmentation du volume dans chaque entrepôt peut rendre intéressante l'automatisation de certaines manipulations, donc l'introduction de techniques consommatrices d'énergie.

Le service de mise en présence. Peu de changements sont à attendre pour le service de mise en présence, qui ne correspond, ici, qu'aux déplacements domicile-travail des prestataires de la logistique d'approvisionnement.

3 Les impacts énergétiques de scénarios prospectifs pour le commerce de détail alimentaire, à l'horizon 2035

Dans la section précédente, nous avons identifié et analysé les principales dynamiques d'innovation et de changement dans le commerce de détail alimentaire, ainsi que leurs effets sur les consommations d'énergie des services de commerce. La principale limite de cette analyse réside dans la comparaison des différents services, ou formats de commerce, comme s'ils étaient identiques du point de vue de la satisfaction de la demande des clients et comme s'ils étaient parfaitement interchangeables. Or, comme nous l'avons relevé, les services innovants ne se substituent pas en totalité aux services traditionnels. Par ailleurs, le service rendu par les services innovants, notamment les services simplifiés, n'est pas identique à celui rendu par un service traditionnel.

Ainsi, pour étudier les répercussion énergétiques des innovations et des changements, à l'échelle du pays, il faut tenir compte de l'évolution de la demande totale, du degré de substitution entre les différents formats et de la façon dont ces différents formats répondent à la demande des clients. Pour atteindre cet objectif, nous proposons de définir différents scénarios d'évolution du secteur du commerce de détail alimentaire. Nous nous limitons, ici, à l'analyse de l'évolution des consommations d'énergie dans les bâtiments de commerce de détail alimentaire. Bien que l'analyse de l'évolution des consommations d'énergie pour les déplacements des différentes parties prenantes au service de commerce présente un grand intérêt, elle a déjà fait l'objet de plusieurs travaux (Yrjölä, 2001 ; Punakivi, 2003 ; Siikavirta *et al.*, 2003 ; Rizet et Keïta, 2005) et elle exigerait un tout autre modèle de prospective énergétique, que celui que nous utilisons. Dans le cadre limité de ce travail,

nous avons donc choisi de les exclure de notre périmètre d'étude.

Nous proposons, tout d'abord, un modèle de prospective énergétique adapté à l'étude de l'évolution des consommations d'énergie dans les bâtiments de commerce de détail alimentaire (section 3.1). Nous définissons ensuite trois scénarios prospectifs contrastés (section 3.2), avant d'en analyser les répercussions sur les consommations d'énergie des bâtiments de commerce (section 3.3).

3.1 Le modèle de prospective énergétique

Comme le modèle proposé dans le chapitre précédent pour l'hôpital, le modèle envisagé ici, peut-être décomposé en deux modules. Le premier correspond à la modélisation de l'évolution des surfaces de commerce, à partir d'hypothèses socio-économiques (section 3.1.1). Le second module correspond à la modélisation de la demande d'énergie. Il est identique à celui que nous avons utilisé dans le cas de l'hôpital et n'est donc pas présenté, à nouveau. Pour modéliser l'évolution des consommations d'énergie du secteur, nous nous appuyons notamment sur une décomposition du secteur du commerce, qui nous permet de prendre en compte les différences de demande d'énergie entre les divers formats. La segmentation choisie, ainsi que la reconstitution des données initiales, selon cette segmentation, sont explicitées dans la section 3.1.2.

3.1.1 La modélisation de l'évolution des surfaces

Notre modélisation de l'évolution des surface de vente repose sur la décomposition suivante :

$$\frac{S_i^{n+1}}{S_i^n} = \frac{S_i^{n+1}}{CAa_i^{n+1}} \times \frac{CAa_i^{n+1}}{CAa_i^n} \times \frac{CAa^{n+1}}{CAa^n} \quad (6.1)$$

avec :

- S_i^n la surface occupée par le format i pour l'année n
- CAa_i^n le chiffre d'affaires *alimentaire* du format i pour l'année n (il s'agit du chiffre d'affaires réalisé par la vente de produits alimentaires)
- CAa^n le chiffre d'affaires *alimentaire* de l'ensemble du commerce de détail alimentaire pour l'année n

Ainsi, l'évolution des surfaces de chaque format dépend de l'évolution du *rendement* de la surface, en termes de chiffre d'affaires par mètre carré ($\frac{CAa_i^n}{S_i^n}$), de l'évolution des parts de marché des différents formats du commerce de détail alimentaire dans les produits

alimentaires ($\frac{CAa_2^n}{CAa^n}$) et de la croissance du secteur du commerce alimentaire.

Nous choisissons de distinguer le chiffre d'affaires global, du chiffre d'affaires *alimentaire*, notamment pour tenir compte du fait que, pour écouler une certaine quantité de produits alimentaires, la même surface n'est pas nécessaire dans un hypermarché, dans un supermarché ou dans un petit commerce. Si le *rendement* global d'un hypermarché est supérieur à celui d'un supermarché, le *rendement* en termes de chiffre d'affaires *alimentaire* est inférieur.

L'évolution du *rendement* de la surface de vente peut traduire divers phénomènes, comme l'évolution des marges réalisées sur les produits, l'augmentation de nombre de produits disposés par unité de surface, ou encore l'augmentation du taux de rotation des produits. Le *rendement* de la surface de vente varie selon les formats de magasin. Nous avons calculé le *rendement* de la surface de vente des hypermarchés et des supermarchés à partir des données issues de l'enquête *Points de vente 2009* de l'INSEE. Le *rendement* moyen des hypermarchés est de 8,7 milliers d'euros par mètre carré, en 2009, alors que celui des supermarchés est de 6,4. Le *rendement* plus élevé de la surface de vente des hypermarchés s'explique principalement par les marges pratiquées, plus importantes. Au sein de chaque format, les stratégies de vente ont une influence sur le *rendement*. Avec une stratégie de *hard-discount*, les marges pratiquées sont faibles, mais la quantité de produits disposés par unité de surface est optimisée et les taux de rotation sont élevés. Au total, le *rendement* de la surface de vente est légèrement supérieur à celui des supermarchés, de l'ordre de 7 milliers d'euros par mètre carré de vente⁶⁰. La stratégie de développement des *drives* accolés aux magasins se traduit, notamment, par une augmentation du taux de rotation des produits et, donc, par une augmentation du *rendement* de la surface de vente.

L'évolution des parts de marchés nous permet, dans les scénarios proposés par la suite, de traduire le développement des supermarchés de proximité, la baisse des parts de marché des hypermarchés, le développement des *drives* indépendants, etc.

3.1.2 La segmentation du commerce de détail alimentaire

Pour modéliser l'évolution des consommations d'énergie du secteur du commerce de détail alimentaire, nous distinguons, au sein du secteur, différents formats de magasins, selon leurs consommations d'énergie et leurs perspectives d'évolution. Nous choisissons une décomposition proche de celle de l'INSEE pour avoir accès à des données comme le chiffre d'affaires de chaque segment ou la surface de vente associée. Nous différencions

60. Le *rendement* de la surface de vente des *hard-discounter* alimentaire est calculé à partir de la surface de vente totale qu'ils représentent (Ferrante, 2012) et de leur part de marché (Puguet, 2012).

ainsi les *hypermarchés*, les *supermarchés*, les *petits commerces* et les *drives indépendants*⁶¹.

Pour chaque segment, il nous faut estimer le *rendement* initial des surfaces, les parts de marché des produits alimentaires et les surfaces. Nous nous appuyons pour ce faire sur des données de l'INSEE, issues de l'enquête Points de vente de 2009 (Ferrante, 2012). Nos hypothèses sont récapitulées dans le tableau 6.4.

TABLEAU 6.4 – Hypothèses quant à la situation initiale du commerce de détail alimentaire

	Hypermarchés	Supermarchés	Petits commerces	Drives
Surface de vente initiale <i>millions de m²</i>	15,9	15	5,7	0
<i>Rendement</i> des surfaces <i>milliers d'euros par m²</i>	3,2	3,6	3,0	5,1
Parts de marché alimentaire	41 %	44 %	14 %	0 %

Pour chacun de ces segments, il nous faut également reconstituer le montant global des consommations d'énergie, la répartition par usage et les consommations unitaires (par unité de surface). Les principales données auxquelles nous avons accès, quant aux consommations globales, aux consommations unitaires (par unité de surface) et à la répartition des consommations par usage des commerces de détail alimentaire, proviennent du CEREN (2009) et de PERIFEM (2010). Cependant, ces données ne sont pas entièrement satisfaisantes. Dans les données fournies par le CEREN, seuls sont distingués les grands commerces (regroupant principalement les hypermarchés et les supermarchés) et les petits commerces. La décomposition des usages de l'énergie n'est pas non plus entièrement satisfaisante, le CEREN ne distinguant pas les différents usages spécifiques de l'électricité (production de froid, éclairage, etc.). Les données fournies par PERIFEM, pour leur part, ne concernent que les hypermarchés et les supermarchés. À partir de ces données, mais également sur la base d'autres travaux sur les consommations d'énergie des commerces (Ademe et Aicvf, 1998 ; DGCIS, 2009 ; Mairet, 2009), nous posons des hypothèses quant à la répartition des consommations d'énergie par usage (figure 6.9), quant aux consommations d'énergie par unité de surface de vente (figure 6.10) et quant aux consommations initiales (figure 6.11). Les *drives* indépendants étant encore peu développés, nous faisons l'hypothèse que leurs consommations d'énergie initiales sont négligeables.

61. Les *hypermarchés* sont définis comme les commerces ayant une surface de plus de 2 500 m². Les *supermarchés* ont, pour leur part, une surface comprise entre 400 m² et 2500 m², alors que les *petits commerces* ont une surface de moins de 400 m². Nous choisissons de négliger les *magasins populaires* qui appartiennent également à la segmentation des grands commerces de détail alimentaire, mais qui représentent une surface très faible comparativement aux supermarché et hypermarchés, de l'ordre de 1 %. Ces magasins sont définis comme ayant une surface similaire à celle des *supermarchés*, mais ne réalisent qu'une petite partie de leur chiffre d'affaires en produits alimentaires.

FIGURE 6.9 – Répartition des consommations d'énergie par usage, selon les formats de magasin, en 2010

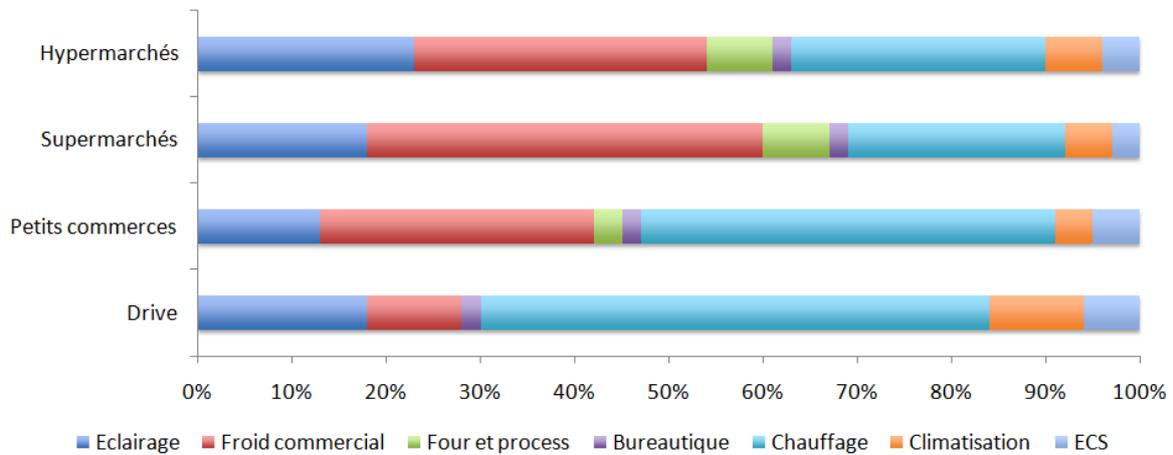


FIGURE 6.10 – Consommations unitaires des différents formats de magasin, en 2010

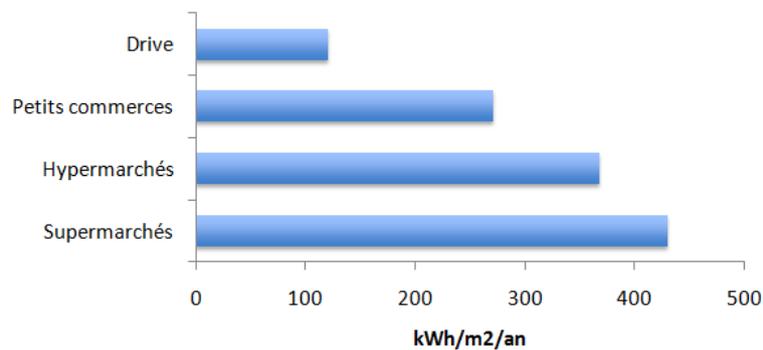
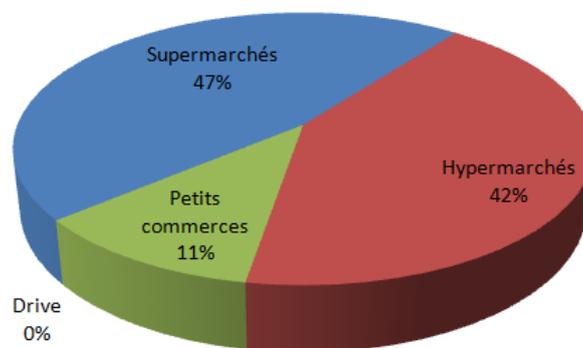


FIGURE 6.11 – Répartition des consommations d'énergie par formats de magasin, en 2010



Les supermarchés ont les consommations unitaires les plus importantes, principalement du fait de l'importante proportion de vente des produits alimentaires (en particulier de produits frais), dans ce type de magasin. Du point de vue de la répartition des consommations d'énergie par usage, nous constatons, d'ailleurs, que l'usage froid commercial prédomine. Les hypermarchés ont des consommations d'énergie unitaires légèrement plus faibles. Ces derniers proposent, en effet, proportionnellement à leur offre globale, plus de produits non alimentaires. Les *drives*, aux antipodes, ont les consommations unitaires les plus faibles, similaires à celles des entrepôts alimentaires. Dans les *drives*, en effet, les besoins pour l'ensemble des usages sont faibles. Seuls certains aliments frais doivent être conservés en chambre froide. Les besoins de chauffage et d'éclairage sont faibles. Il n'y a pas, non plus, de préparation ni de cuisson d'aliments. Au total, les supermarchés représentent près de la moitié des consommations d'énergie finale relatives aux commerces de détail alimentaire, suivi de près des hypermarchés. Les petits commerces représentent 11 % des consommations d'énergie.

3.2 Trois scénarios contrastés pour le commerce de détail alimentaire

Dans les années 1990-2000, le format prédominant, dans le commerce de détail alimentaire, correspondait à l'hypermarché de périphérie, proposant une large gamme de produits et permettant de réaliser l'intégralité des achats hebdomadaires dans un seul magasin. Aujourd'hui, la société et donc la demande des clients évolue. Ce format répond de moins en moins aux exigences des consommateurs, qui souhaitent consacrer moins de temps à leurs achats alimentaires et aspirent à recréer des liens avec leurs commerçants, à consommer des produits locaux, etc. (Lemoine, 2010 ; Dujin *et al.*, 2011 ; Désaunay, 2012 ; Ifop, 2012). Les scénarios proposés traduisent donc deux orientations contrastées, où sont privilégiés, successivement, l'une ou l'autre des aspirations. Dans un scénario «*gain de temps*», nous envisageons un développement important du commerce par Internet, principalement selon la formule *drive*, alors que dans un scénario «*proximité*», nous envisageons principalement le développement du commerce de proximité. Nous proposons, également, un scénario tendanciel (*Business as Usual*), qui nous sert de référence, pour lequel l'activité de commerce reste identique à ce qu'elle est aujourd'hui, en termes de parts de marché des différents formats de commerce et d'organisation. Seules la croissance du secteur et les mesures de maîtrise de la demande d'énergie, c'est-à-dire les innovations relevant uniquement de la logique d'*efficacité énergétique*, sont prises en compte⁶².

62. Ces différents scénarios ne constituent pas un exposé de la position d'EDF.

3.2.1 Le scénario *Business as Usual*

Ce premier scénario correspond à un scénario dans lequel le service du commerce de détail alimentaire n'évolue pas, en particulier, ni le *rendement* des surfaces de commerce, ni les parts de marché des différents formats ne varient. Seules les innovations relevant de la logique d'*efficacité énergétique* sont prises en compte. C'est un scénario de référence, ayant pour but d'évaluer l'évolution des consommations d'énergie du commerce de détail alimentaire, à structure économique inchangée, en tenant simplement compte de la croissance économique et des efforts de maîtrise de la demande d'énergie.

Les hypothèses relatives à l'activité du commerce de détail alimentaire. Dans ce scénario, l'ensemble des déterminants socio-économiques de l'évolution de l'activité du commerce de détail alimentaire restent stables. Seule la croissance économique est à prendre en compte. Nous considérons, dans les trois scénarios, une croissance économique identique, afin de comparer uniquement l'effet des innovations et des changements. Nous faisons l'hypothèse d'une croissance du secteur faible entre 2010 et 2020 (en termes de chiffre d'affaires), de l'ordre de 1%, du fait de la crise économique principalement, puis nous envisageons le retour d'une croissance modérée autour de 1,5 %. Sans changement des parts de marché des formats de magasin, ni du *rendement* de la surface de commerce, la croissance, même faible, se traduit par une augmentation du besoin de surface dans le commerce de détail alimentaire.

Les hypothèses relatives à la demande d'énergie. Dans le cadre de ce scénario, comme dans les suivants, nous faisons l'hypothèse que les commerces cherchent à satisfaire aux réglementations en vigueur et à poursuivre les mesures envisagées actuellement⁶³. Pour simplifier nous considérons que, pour chaque usage, quelque soit le format de magasin, les systèmes disponibles et les parts de marché sont identiques, sauf pour l'usage chauffage, pour lequel nous distinguons les grands commerces, les petits commerces et les drives. Comme dans les scénarios pour le secteur hospitalier, l'ensemble de nos hypothèses relatives à l'efficacité énergétique sont simplificatrices, elles ne sont destinées qu'à accompagner la finalité des scénarios, dont l'objet est principalement d'illustrer l'effet des déterminants socio-économiques sur la demande d'énergie.

63. Nous allons préciser l'ensemble des hypothèses technico-économiques relatives à la demande d'énergie posées. Ces hypothèses ne varient que marginalement d'un scénario à l'autre, dans les scénarios suivants, nous n'indiquons donc que les hypothèses modifiées.

L'usage froid commercial. Le besoin de froid commercial dépend, principalement, des caractéristiques des linéaires froids dans les magasins. L'isolation des meubles frigorifiques pendant les périodes d'inactivité, par un rideau de nuit, voire la fermeture complète des meubles frigorifiques, peut permettre de diminuer substantiellement (jusqu'à 40 %) le besoin de froid commercial. Une convention a été signée en 2012 avec les pouvoirs publics, engageant les enseignes de la distribution alimentaire à fermer, d'ici à 2020, 75 % des meubles frigorifiques. Nos hypothèses traduisent le respect de cet engagement d'ici à 2020, qui se poursuit plus lentement, après cette date, par la fermeture des meubles frigorifiques restants. Nous envisageons, cependant, que, du fait du comportement des utilisateurs (meubles laissés entrouverts, par exemple), les objectifs de baisse du besoin ne sont atteints qu'à 80 %. Les hypothèses sont récapitulées dans le tableau 6.5.

TABLEAU 6.5 – Hypothèses d'évolution du besoin de froid commercial

Meubles frigorifiques	
Taux annuel de rénovation	
2010-2020	7,5 %
2020-2035	1 %
Objectif d'amélioration visé	-40 %
Efficacité de l'opération	80 %

Nous distinguons deux principaux types de systèmes de production de froid commercial : les systèmes à haute pression constante et les systèmes à haute pression variable (Ademe, 2003 ; PERIFEM, 2010). Actuellement, les commerces sont principalement équipés de systèmes à haute pression constante. Les systèmes à haute pression variable sont des systèmes innovants, permettant une amélioration significative du rendement énergétique (estimée à près de 40 %), qui se développeront à l'avenir et devraient, à long-terme, remplacer l'intégralité des systèmes à haute pression constante. Sur l'ensemble des systèmes, les progrès réalisés quant aux fluides caloporteurs permettent, également, d'améliorer les rendements des systèmes. Nos hypothèses sont présentées dans le tableau 6.6.

TABLEAU 6.6 – Hypothèses d'évolution des systèmes de production de froid

	Parts de marché à l'origine	Remplacements 2010	Remplacements 2035	Durée de vie	Efficacité des systèmes à l'origine	Efficacité des systèmes évolution
HP constante	90 %	40 %	0 %	10 ans	1	+10 %
HP variable	10 %	60 %	100 %	10 ans	1,4	+7 %

L'usage chauffage. Le besoin de chauffage dépend, pour beaucoup, de la performance du bâti, elle-même fortement influencée par les rénovations et les constructions neuves. Nous faisons l'hypothèse que le taux annuel de remplacement des bâtiments vétustes reste, en moyenne, similaire à ce qu'il est aujourd'hui dans les bâtiments de commerce, c'est-à-dire de l'ordre de 0,8 % d'après des données du CEREN (2008). Nous faisons également l'hypothèse que ce taux est inférieur pour les petits commerces alimentaires (de l'ordre de 0,2 %), ces derniers étant plus contraints, du fait de leur localisation en centres-villes pour beaucoup, et du fait de leur moindre capacité d'investissement (leur bénéfice est moindre et ils appartiennent plus rarement à un réseau d'enseignes). En nous appuyant notamment sur des études réalisées à EDF, nous estimons le taux de rénovation, pour sa part, à environ 2 %, identique quelque soit le format de commerce. Les bâtiments neufs et les bâtiments rénovés sont soumis à des normes contraignantes en matière de performance énergétique. Les hypothèses d'amélioration visées, en fonction de l'année de la construction, sont explicitées dans le tableau 6.7. Nous faisons également l'hypothèse que les objectifs ne sont pas entièrement atteints, du fait des malfaçons et d'un effet rebond⁶⁴.

TABLEAU 6.7 – Hypothèses d'évolution du besoin de chauffage

	Taux de bâtiments concernés	Objectif d'amélioration visée			Efficacité de l'opération
		2010-2015	2015-2025	2025-2035	
Constructions neuves					
Grands commerces	0,8 %	-15 %	-25 %	-30 %	75 %
Petits commerces	0,2 %	-15 %	-25 %	-30 %	75 %
Rénovations	2 %	-20 %	-20 %	-20 %	75 %

Nous envisageons trois systèmes de chauffage : les systèmes thermodynamiques, les systèmes à combustion et les systèmes à effet Joule (Ademe et Aicvf, 1998 ; CEREN, 2009 ; France-Air, 2009). Nous envisageons une amélioration du rendement des systèmes d'ici à 2035, avec notamment le développement de pompes à chaleur de plus en plus performantes ou de chaudières à condensation. Nos hypothèses concernant le rendement des systèmes de chauffage reposent sur le référentiel de la méthode 3CL (version 15 C). Comme dans le chapitre précédent, nous sommes conscients des limites des hypothèses présentées, les systèmes de chauffage considérés regroupant, en réalité, de nombreuses technologies aux rendements variables. L'ensemble des hypothèses posées sont récapitulées dans le tableau 6.8.

64. L'effet rebond désigne le changement de comportement des individus (notamment pour augmenter leur confort) qui suit souvent les opérations d'amélioration des performances énergétiques des bâtiments ou équipements et qui réduit les gains énergétiques réalisés. Dans le tertiaire, il est mal connu et peu documenté.

TABLEAU 6.8 – Hypothèses d'évolution des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire

	Parts de marché	Remplacements		Durée de vie	Efficacité des systèmes	
	à l'origine	2010	2035		Rapport init.	Evol.
Grands commerces						
Thermodynamique	30 %	40 %	50 %	20 ans	2,5	+ 50 %
Combustion	70 %	60 %	50 %	20 ans	0,9	0 %
Effet Joule	0 %	0 %	0 %	20 ans	1	0 %
Petits commerces						
Thermodynamique	20 %	50 %	60 %	20 ans	2,5	+50 %
Combustion	50 %	30 %	30 %	20 ans	0,9	0 %
Effet Joule	30 %	20 %	10 %	20 ans	1	0 %
Drives						
Thermodynamique	20 %	30 %	40 %	20 ans	2,5	+50 %
Combustion	80 %	70 %	60 %	20 ans	0,9	0 %
Effet Joule	0 %	0 %	0 %	20 ans	1	0 %

L'usage éclairage. Nous considérons que le besoin unitaire d'éclairage (en termes de lux) reste stable d'ici à l'horizon de projection, les commerces étant déjà bien équipés. Nous distinguons, ensuite, quatre principaux systèmes d'éclairage, comme dans les scénarios pour le secteur hospitalier : des technologies ayant des performances énergétiques similaires à des ampoules à incandescence classique (type 1), des technologies dont l'efficacité énergétique est similaire à celle des systèmes à incandescence haute performance (type 2), des technologies de type tube (type 3) et les LED (type 4). Les ampoules à incandescence sont les moins performantes. Officiellement interdites à la vente depuis 2010, elles sont peu à peu éliminées des magasins, au profit notamment des LFC qui sont de l'ordre de 4 fois plus performantes. Les systèmes de type 2 servent notamment pour l'éclairage d'accentuation, c'est-à-dire la mise en valeur des produits. Les LED devraient peu à peu les remplacer. Le tableau 6.9 présente l'ensemble des hypothèses posées.

TABLEAU 6.9 – Hypothèses d'évolution des systèmes d'éclairage

	Parts de marché	Remplacements		Durée de vie	Efficacité des systèmes	
	à l'origine	2010	2035		Rapport initial	Evolution
Type 1	30 %	0 %	0 %	20 ans	1	0 %
Type 2	30 %	25 %	15 %	20 ans	1,5	+15 %
Type 3	40 %	75 %	55 %	20 ans	4	0 %
Type 4	0 %	0 %	30 %	20 ans	6	0 %

Les autres usages. Les autres usages correspondent à la climatisation, à l'eau chaude sanitaire, à la bureautique et aux fours et process. Ces usages représentent une part très faible des consommations d'énergie, comparativement aux trois premiers. Par souci de simplicité, nous posons donc des hypothèses plus grossières quant à leur évolution. Nous considérons que, dans le cadre de ce scénario, les besoins unitaires pour ces usages restent constants. Pour chacun des usages, nous distinguons un seul type de système et envisageons une amélioration des rendements entre 2010 et 2035. Les hypothèses posées sont récapitulées dans le tableau 6.10.

TABLEAU 6.10 – Hypothèses d'évolution des besoins et des rendements pour les autres usages

	Evolution annuelle du besoin	Evolution du rendement	Durée de vie des systèmes
ECS	cste	+30 %	20 ans
Climatisation	cste	+33 %	20 ans
Bureautique	cste	+50 %	5 ans
Fours et process	cste	+0 %	20 ans

3.2.2 Le scénario *Gain de temps*

Le scénario *gain de temps* traduit une orientation de la société dans laquelle les consommateurs choisissent de consacrer de moins en moins de temps à leurs courses alimentaires. Ils privilégient, ainsi, massivement le commerce en ligne. Les possibilités de croissance de la livraison à domicile étant limitées pour le commerce alimentaire, la formule qui se développe le plus correspond aux *drives*. Actuellement, ce sont les *drives* accolés aux magasins et sans entrepôts dédiés dont le nombre augmente le plus, car ils sont très rapides à mettre en place. Mais, dans le cas d'un développement massif du *drive*, nous envisageons également l'accroissement du nombre de *drives* avec entrepôt dédié.

Dans le cadre de ce scénario, seules les hypothèses relatives à l'activité sont différentes de celles proposées pour le scénario tendanciel. Le développement du commerce sur Internet a deux principales traductions, du point de vue de notre modélisation de l'évolution de l'activité de commerce de détail alimentaire.

Le commerce sur Internet se développe, d'une part, comme un service périphérique pour les grands commerces traditionnels, que sont les hypermarchés et les supermarchés. Ainsi, ces derniers proposent, en parallèle de leur activité conventionnelle et sans modifier leurs bâtiments, d'organiser un service de livraison à domicile (mais les perspectives de déve-

loppement sont limitées) ou un service de *drive*. Cette activité leur permet d'augmenter le taux de rotation de leur stock, d'augmenter leur chiffre d'affaires et, ainsi, d'augmenter le *rendement* de leur surface de commerce.

Le commerce sur Internet se développe aussi indépendamment, prenant principalement la forme de *drives* indépendants, c'est-à-dire ayant un entrepôt dédié (ces *drives* pouvant se situer ou non dans le voisinage d'un grand commerce conventionnel). Dans le cadre de ce scénario, nous envisageons un développement important des *drives* indépendants et, donc, de leur part de marché dans le commerce alimentaire. Nous faisons l'hypothèse qu'ils concurrencent principalement les hypermarchés, bien qu'ils prennent également des parts de marché aux autres formats de commerce traditionnel.

L'ensemble des hypothèses posées sont récapitulées dans le tableau 6.11.

TABLEAU 6.11 – Hypothèses relatives à l'activité du commerce de détail alimentaire en 2035, pour les trois scénarios

	Hypermarchés	Supermarchés	Petits commerces	Drives
<i>Rendement des surfaces</i>				
2010	3,2	3,6	3,0	5,1
2035 (BaU)	3,2	3,6	3,0	5,1
2035 (S2)	3,7	4,5	3,0	5,1
2035 (S3)	3,2	3,9	3,3	5,1
Parts de marché alimentaire				
2010	41 %	44 %	14 %	0 %
2035 (BaU)	41 %	44 %	14 %	0 %
2035 (S2)	13 %	40 %	12 %	35 %
2035 (S3)	10 %	60 %	25 %	5 %

3.2.3 Le scénario *Proximité*

Le troisième scénario, le scénario de *proximité*, traduit l'aspiration des consommateurs à plus de proximité avec leurs commerçants (proximité géographique et relationnelle).

Les hypothèses relatives à l'activité du commerce de détail alimentaire. Dans le cadre de ce scénario, les consommateurs privilégient les commerces de proximité et les petits supermarchés, au détriment des hypermarchés. Nous envisageons un scénario extrême, dans lequel les hypermarchés ne représentent plus qu'une faible part de marché à l'horizon 2035 (voir tableau 6.11).

Nous faisons, par ailleurs, l'hypothèse qu'à organisation égale, il existe une possibilité d'amélioration du *rendement* de la surface des supermarchés et des petits commerces. L'augmentation de la fréquentation des consommateurs entraîne, en effet, une augmentation du chiffre d'affaires réalisé, pour une même surface de commerce.

Les hypothèses relatives à la demande d'énergie. Actuellement, les petits commerces sont moins bien équipés que les supermarchés, par exemple, en termes de systèmes d'éclairage, de climatisation, etc. Nous faisons l'hypothèse que si les petits commerces se développent beaucoup, nous assisterons à une *mise à niveau* de ces commerces. Nous simulons cette mise à niveau par une croissance légère et asymptotique du besoin en éclairage, climatisation, bureautique et process (tableau 6.12).

TABLEAU 6.12 – Hypothèses traduisant la *mise à niveau* des petits commerces
Evolution annuelle du besoin
dans les petits commerces

	2010-2020	2020-2035
Éclairage	+ 1 %	+ 0,5 %
Climatisation	+ 1 %	+ 0,5 %
Bureautique	+ 1 %	+ 0,5 %
Fours et process	+ 1 %	+ 0,5 %

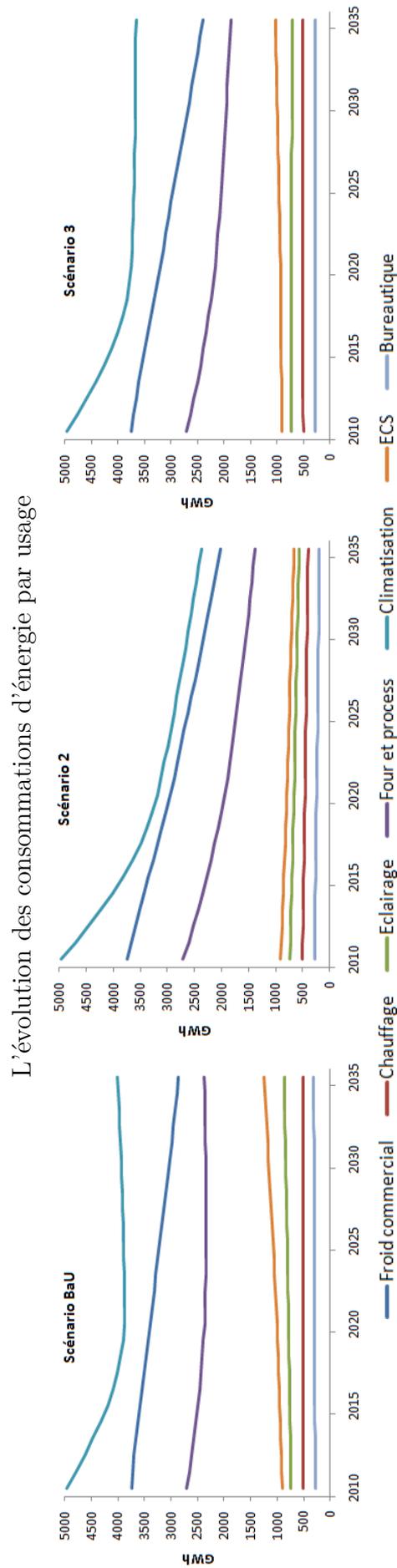
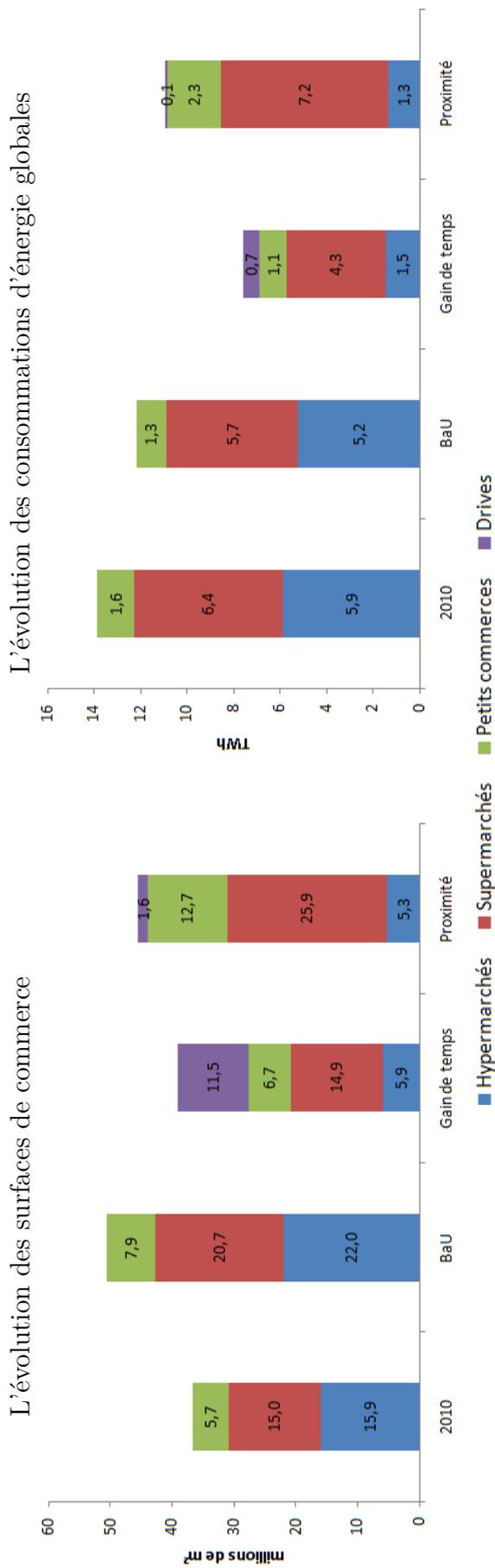
3.3 Les résultats et leur analyse

Les résultats des trois scénarios sont illustrés dans la figure 6.12.

Les résultats du scénario tendanciel. Dans le scénario tendanciel, la surface de commerces de détail alimentaire évolue au rythme de la croissance du secteur. Ne faisant l'objet d'aucune innovation ou changement organisationnel, la répartition de la surface entre les différents formats de magasin reste stable. Au total, la surface augmente de plus de 35 % entre 2010 et 2035.

Malgré la croissance de la surface de bâtiments de commerce, les consommations d'énergie associées diminuent globalement entre 2010 et 2035, d'environ 12 %. Elles diminuent principalement sous l'effet, d'une part, d'une baisse des consommations d'énergie pour le froid commercial, associée à la fermeture des meubles frigorifiques et, d'autre part, d'une baisse des consommations d'énergie pour le chauffage, associée à l'amélioration de

FIGURE 6.12 – Les résultats obtenus, selon les différents scénarios, à l’horizon 2035



la performance énergétique des bâtiments et des systèmes. Les consommations d'énergie pour l'éclairage se maintiennent globalement à leur niveau de 2010, sous l'effet de deux facteurs antagonistes : la croissance de la surface tire les consommations à la hausse alors que l'amélioration du rendement des équipements et l'évolution des parts de marché des équipements, en faveur d'équipements moins consommateurs, permet, toutes choses égales par ailleurs, des économies d'énergie.

Les résultats du scénario «gain de temps». Dans le cadre de ce scénario, la surface de commerce de détail augmente également, mais seulement de moins de 10 % entre 2010 et 2035. Cette différence avec le scénario tendanciel s'explique principalement par le développement des *drives*, pour lesquels le *rendement* de la surface (en termes de chiffre d'affaires par unité de surface) est supérieur à celui des autres formats de commerce, ainsi que par l'amélioration des *rendements* des grands commerces traditionnels, qui augmentent leur chiffre d'affaires sans s'agrandir, en proposant des services périphériques, comme la livraison à domicile ou le *drive* (sans entrepôt dédié).

Dans le cadre de ce scénario, les consommations d'énergie diminuent de façon drastique, de près de 45 %, entre 2010 et 2035. Cette forte baisse s'explique, en partie, comme dans le scénario tendanciel, par les gains énergétiques permis par la fermeture des meubles frigorifiques, ainsi que par l'amélioration de la performance des bâtiments. Mais, elle s'explique surtout, dans ce scénario, par le développement du commerce par Internet qui se traduit, d'une part, par une réduction du besoin de surface de vente, c'est-à-dire par l'amélioration du *rendement* des surfaces des grands commerces proposant ce service périphérique et, d'autre part, par le développement de *drives* indépendants ayant des consommations unitaires d'énergie très inférieures à celles des commerces traditionnels et un *rendement* de surface supérieur.

Les résultats du scénario «proximité». Dans ce troisième scénario, la surface de commerce de détail alimentaire augmente de près de 25 %. L'augmentation de la surface est légèrement inférieure à celle du scénario tendanciel. En effet, l'augmentation liée à la croissance du secteur est freinée par le développement des commerces de proximité (petits commerces et petits supermarchés) pour lesquels le *rendement* de la surface est légèrement supérieur à celui des hypermarchés.

Dans le cadre de ce scénario, les consommations d'énergie diminuent de plus de 20 % entre 2010 et 2035. Ce scénario permet des gains d'énergie par rapport au scénario tendanciel, mais il est moins performant, sur le plan énergétique.

Les économies d'énergie sont principalement permises par la fermeture progressive des

meubles froids, par l'amélioration de la performance des bâtiments et par la diminution de la surface globale de commerce. Cependant, le développement des petits commerces freine la baisse des consommations d'énergie. En effet, la mise à niveau des petits commerces entraîne une légère hausse des consommations d'énergie (+ 5 % globalement, entre 2010 et 2035, pour la bureautique, la climatisation et les fours⁶⁵). Par ailleurs, le taux de rénovation des bâtiments, dans les petits commerces, est moindre, du fait de leur localisation géographique dans les centres villes où l'espace disponible est limité.

Analyse et discussion des résultats. Si l'organisation du commerce de détail alimentaire reste identique dans les années à venir, d'ici à 2035, le besoin de surface de commerces va augmenter, pour répondre à la croissance du secteur. Cependant, même dans ce cas, une légère baisse des consommations d'énergie est prévisible. Elle s'explique par le potentiel important d'économies d'énergie pour le froid commercial et le chauffage, deux postes majeurs dans les commerces alimentaires.

Mais aujourd'hui, le modèle prédominant des hypermarchés ne correspond plus aux attentes des consommateurs. Le secteur du commerce alimentaire évolue. Si le secteur s'oriente vers le développement massif du commerce sur Internet, avec notamment le développement des *drives*, des gains énergétiques importants sont à attendre dans les bâtiments de commerce. En effet, le commerce sur Internet permet, à activité commerciale égale, de réduire la surface de commerce nécessaire.

L'orientation vers le commerce en ligne répond à l'aspiration des clients de consacrer moins de temps à leurs achats alimentaires. Les consommateurs semblent également valoriser de plus en plus le commerce de proximité. Si le secteur s'oriente massivement dans cette direction, une baisse des consommations d'énergie dans les bâtiments de commerce est prévisible, mais elle devrait être moindre que dans le cas précédent. Les commerces de proximité sont moins consommateurs d'énergie par unité de surface, mais ils sont également moins *performants* économiquement, en termes de chiffre d'affaires réalisé par unité de surface de commerce. D'autre part, leur développement s'accompagnera vraisemblablement d'une mise à niveau de ces commerces, actuellement moins équipés que les supermarchés, par exemple, en bureautique, éclairage, climatisation, fours, etc.

Les deux scénarios d'innovation et de changement envisagés s'inscrivent dans une double logique d'innovation, à la fois d'*enrichissement* du service de commerce global (la diversification des canaux de distribution) et, individuellement, d'*appauvrissement* des commerces (le développement de formules simplifiées comme le *drive* ou le commerce de proximité).

65. Le surplus d'éclairage dans les petits commerces, pour sa part, est plus que compensé par l'amélioration de la performance globale des systèmes.

L'enrichissement du service global n'induit pas de hausse des consommations d'énergie dans les bâtiments de commerce à l'échelle du pays, car il se traduit par une évolution des parts de marché du commerce alimentaire, en faveur des formules simplifiées.

On peut envisager d'améliorer et de prolonger notre analyse de différentes manières. Pour commencer, il serait intéressant d'intégrer les consommations d'énergie pour les déplacements. Leur prise en compte pourrait notamment faire basculer les résultats, en faveur du scénario de proximité. Par ailleurs, la collecte de données supplémentaires, concernant les consommations d'énergie des différents formats de magasins, leurs équipements, etc. permettrait de consolider nos scénarios. Certaines hypothèses posées ont plus d'influences que d'autres sur le résultat final et ce sont celles sur lesquelles des données sont à rechercher en priorité. En particulier, le résultat final dépend relativement peu des systèmes utilisés (évolution des rendements, évolution des parts de marché). Ce sont les hypothèses concernant le *rendement* des surfaces, la répartition des consommations initiales et l'évolution des besoins qui ont le plus de poids. Très peu de données sont disponibles, en particulier, sur les entrepôts alimentaires (qui diffèrent des entrepôts non alimentaires, notamment en raison de l'importance du froid commercial dans leurs consommations d'énergie) et les petits commerces.

4 Conclusion

La réalisation des services de commerce de détail alimentaire est une source de consommation d'énergie, à la fois dans les bâtiments de commerce et pour les déplacements des différentes parties prenantes aux services, en particulier pour l'approvisionnement des magasins et pour la venue des clients. Les statistiques énergétiques du secteur ne rendent compte que des consommations d'énergie dans les bâtiments. Elles révèlent que le secteur est plus consommateur d'énergie, en termes de consommation d'énergie rapportée à la surface occupée⁶⁶, que la plupart des autres activités de services. Cette forte *intensité* énergétique s'explique, notamment, par l'important besoin de froid commercial. Bien qu'il existe des écarts entre les commerces, en particulier, entre ceux qui appartiennent à un groupe intégré et les indépendants ou les commerces hors réseaux, nous pouvons, globalement, conclure que les commerces ont une connaissance relativement bonne des consommations d'énergie de leurs bâtiments.

Les entretiens réalisés nous ont permis d'identifier un certain nombre de dynamiques d'innovation et de changement dans le commerce de détail alimentaire, qui ont des répercussions majeures sur leurs consommations d'énergie. Tout d'abord, les commerces

66. Surface chauffée.

mettent en œuvre un certain nombre de mesures pour maîtriser leur demande d'énergie. On peut citer, par exemple, l'amélioration de la performance des bâtiments (isolation, sas à l'entrée pour limiter les pertes thermiques, etc.) ou la fermeture progressive des meubles frigorifiques. D'autres dynamiques d'innovation, ensuite, ne visent pas la maîtrise de la demande d'énergie, tout en ayant des répercussions substantielles sur les consommations d'énergie. Ainsi, le développement d'offres de commerce simplifiées (le *drive* ou le commerce de proximité, par exemple), la diversification des canaux de distribution ou encore la mise en place d'une logistique d'approvisionnement mutualisée, modifient certains déterminants majeurs des consommations d'énergie des commerces, comme la surface de vente, la surface de stockage, les services périphériques proposés, la distance à parcourir pour l'approvisionnement des magasins et pour la collecte des produits par les clients, etc. Ces innovations relèvent, respectivement, de logiques d'*appauvrissement*, d'*enrichissement* et de *mutualisation*, selon la terminologie introduite dans le chapitre 4.

L'analyse de trois scénarios d'évolution de l'activité dans les bâtiments de commerce, traduisant à la fois la diversification des canaux de distribution et le développement d'offres de commerce simplifiées, confirme, si besoin en est, l'influence des dynamiques d'innovation sur les consommations d'énergie. Le premier scénario est un scénario *tendanciel*. Les deux suivants traduisent, respectivement, une orientation forte du commerce alimentaire vers le *drive* (indépendant, mais également comme un service supplémentaire proposé par les commerces traditionnels) et le commerce de proximité. Ils conduisent à des consommations d'énergie dans les bâtiments, en 2035, inférieures de 38 % pour le second et de 10 % pour le troisième, à celles du scénario *tendanciel*. Pour déterminer la solution la plus favorable, du point de vue des consommations d'énergie, il serait, cependant, nécessaire d'intégrer les consommations d'énergie associées aux déplacements (approvisionnements et déplacements des clients, principalement), ce que nous n'avons pu faire dans le cadre de ce travail, par manque de données.

Du fait de la hausse prévisible du coût des énergies dans les années à venir, la question de l'énergie ne peut plus être négligée lors de la mise en place d'un projet. Cependant, dans les bâtiments de commerce, l'énergie n'est pas un facteur stratégique qui serait à l'origine d'innovations ou de changements majeurs. À organisation constante, des efforts sont consentis pour réduire les consommations d'énergie, mais la question des consommations d'énergie ne remet pas en cause un mode d'organisation choisi pour satisfaire la demande des clients. Le commerce ne se réinvente pas pour réduire ses consommations d'énergie, c'est la demande des clients qui guide l'innovation dans le commerce de détail. Cependant, les questions énergétiques influencent la demande des clients et donc indirectement les tendances d'innovation dans le commerce de détail. En particulier, l'augmentation du coût des énergies fossiles peut inciter (voire contraindre) les clients à modifier leurs com-

portements d'achat, notamment les distances qu'ils parcourent pour faire leurs courses et la fréquence avec laquelle ils les font. Ainsi, par le biais de son influence sur la demande des clients, l'énergie peut indirectement devenir un enjeu stratégique pour l'évolution de l'activité commerciale. Par ailleurs, aujourd'hui, la demande des consommateurs favorise le développement de formes de commerce, comme le *drive* ou le commerce de proximité, qui semblent permettre, globalement, des économies d'énergie.

Le constat est un peu différent pour l'activité de logistique d'approvisionnement. L'énergie nécessaire aux transports est un enjeu stratégique, car elle représente des coûts élevés. Pourtant, l'activité de logistique reste principalement guidée par les besoins des commerces, elle adapte, ensuite, son organisation pour réduire les consommations d'énergie.

Nous avons limité notre périmètre d'étude au commerce de détail alimentaire. Cependant, les dynamiques d'innovation et de changement de ce secteur peuvent avoir des répercussions directes, notamment sur le secteur du commerce non alimentaire. Aujourd'hui, si les consommateurs cherchent, par exemple, à consacrer le moins de temps possible à leurs achats alimentaires hebdomadaires, ils valorisent, au contraire, les achats non alimentaires, comme les loisirs ou les nouvelles technologies. La dynamique de développement d'offres simplifiées dans le commerce de détail alimentaire se traduit par un recentrage de l'offre sur les produits *alimentaires*, les produits *non-alimentaires* étant, alors, vendus dans d'autres formats de magasins. Actuellement, l'activité des commerces non-alimentaires est beaucoup plus dynamique que celle des commerces alimentaires. Bien que les commerces non-alimentaires soient moins consommateurs d'énergie, notamment par unité de surface, il serait intéressant, dans l'analyse des répercussions énergétiques des dynamiques d'innovation du commerce alimentaire, de prendre en compte ces effets *secondaires*.

Conclusion générale

L'objectif de cette thèse était d'améliorer la compréhension des déterminants socioéconomiques de la demande d'énergie des activités de services et, en particulier, d'examiner l'articulation entre les problématiques d'innovation et de consommation d'énergie dans les activités de services.

Dans la théorie économique, l'*immatérialité* supposée des services a pu laisser penser qu'une société fortement tertiaisée serait une société moins consommatrice d'énergie. Mais l'*immatérialité* des services est un mythe. L'interactivité elle-même, qui est considérée comme une autre caractéristique essentielle des services, peut-être envisagée comme une source essentielle de matérialité, puisqu'elle repose sur des systèmes physiques de transport ou de communication. Plus généralement, nous avons identifié différentes sources de matérialité des services, qui sont autant de sources de consommation d'énergie. Nous avons, ainsi, montré que les services consomment de l'énergie au cours des différentes étapes de leur prestation, que ce soit pour la *mise en présence* et la *mise en condition* des locaux en amont de la prestation de services ou pour l'*intervention* de services, à proprement parler.

Dans les statistiques énergétiques du secteur tertiaire, seule une partie de ces consommations d'énergie sont comptabilisées. Les consommations d'énergie pour les déplacements des différentes parties prenantes aux services ne sont pas prises en compte. Elles représentent pourtant l'équivalent d'environ 40 % des consommations d'énergie officielles du secteur tertiaire. Nous avons également montré que la production des services nécessite de nombreux biens (équipements, bâtiments, infrastructure) dont l'énergie *incorporée* doit être prise en compte si l'on veut réfléchir aux impacts énergétiques ou environnementaux des activités de services.

Ce premier niveau d'analyse ne tient pas compte des dynamiques d'innovation et de changement dans les services. Pourtant, un certain nombre de *grandes tendances* ont des répercussions énergétiques évidentes. Ainsi, la montée des préoccupations environnementales et sociales peut se traduire par la mise en œuvre d'une logique de développement durable dans les services et, dans certains cas, par une réduction des consommations d'énergie.

L'extension du périmètre des services, c'est-à-dire la *servicisation* d'un certain nombre d'activités ou de produits, se traduit par l'accroissement du périmètre des consommations d'énergie du secteur tertiaire dans les statistiques énergétiques. Les dynamiques de régression/diversification des services se traduisent par l'ajout ou la suppression de services élémentaires, qui sont autant de sources de consommation d'énergie. Finalement, certaines innovations portant sur l'interaction de service modifient fortement les déplacements nécessaires à la prestation de services.

Plus généralement, l'ensemble des innovations se traduisent, selon la représentation des services en termes de caractéristiques, par une évolution des vecteurs qui, à son tour, entraîne une évolution des consommations d'énergie nécessaires à la prestation de services. Cinq principales logiques d'innovation peuvent-être identifiées :

- une logique d'*efficacité énergétique*, qui traduit la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique, à activité de services inchangée ;
- deux logiques d'*appauvrissement* et d'*enrichissement* du service, qui entraînent respectivement, toutes choses égales par ailleurs, une baisse ou une hausse des consommations d'énergie ;
- une logique de *délégation*, qui traduit une évolution dans la répartition des tâches entre les parties prenantes au service et donc dans la répartition des consommations d'énergie ;
- une logique de *mutualisation*, qui traduit la recherche d'économies d'échelle et permet généralement des économies d'énergie.

La logique d'*appauvrissement* est illustrée, par exemple, par le recentrage des hôpitaux sur leurs missions premières ou par le développement d'offres de commerce simplifiées, comme le *drive* ou le commerce de proximité. La logique d'*enrichissement* peut être illustrée, pour sa part, par la montée en gamme des hôpitaux ou par la diversification des canaux de distribution dans le commerce de détail alimentaire. Certaines innovations relèvent de la logique d'*appauvrissement* ou d'*enrichissement* du point de vue de l'établissement hospitalier ou commercial, mais de la logique de *délégation* du point de vue du service global rendu. Ainsi, l'hospitalisation à domicile correspond au transfert du service d'accueil et d'hébergement, de l'établissement hospitalier au patient lui-même. Finalement, le développement de coopérations entre les établissements hospitaliers ou la mise en œuvre d'une logistique mutualisée pour l'approvisionnement des commerces alimentaires illustrent la logique de *mutualisation*.

Globalement, les logiques d'innovation relevant de la logique d'*efficacité énergétique* peuvent permettre de limiter la hausse des consommations d'énergie liée à la croissance et à l'évolution démographique, mais ce sont les innovations de services, relevant des autres logiques, qui permettent les gains énergétiques les plus significatifs.

Au total, notre travail a permis de clarifier les sources de consommation d'énergie de la prestation de service, d'un point de vue socioéconomique, ainsi que de rendre compte de la complexité et de la diversité des liens entre les innovations dans les activités de services et l'évolution de leurs consommations d'énergie. En particulier, nous avons mis en évidence l'influence majeure des dynamiques d'innovation et de changement sur les consommations d'énergie du secteur des services et, donc, l'importance de tenir compte de ces dynamiques, à la fois dans le cadre de travaux prospectifs et dans la définition des politiques publiques de maîtrise de la demande d'énergie.

Ce travail ouvre de nouvelles perspectives de recherche, pour développer davantage la compréhension des impacts énergétiques des dynamiques d'innovations dans les services.

En particulier, il serait intéressant de recueillir des données supplémentaires sur les répercussions énergétiques des dynamiques identifiées ici. Ces données pourraient être obtenues par le biais d'enquêtes très orientées et par la mise en œuvre de mesures des consommations d'énergie, sur les sites concernés. On pourrait ainsi, par exemple, envisager de comparer les consommations d'énergie par patient, selon que ce dernier est traité en ambulatoire ou en hôpital traditionnel.

L'analyse doit également être poursuivie par l'étude d'autres sous-secteurs des services. Les services sont, en effet, un secteur très hétérogène, chaque type de service a des consommations d'énergie très différentes et répond à des enjeux spécifiques. Par exemple, le secteur de l'administration s'oriente actuellement vers le développement massif des services en ligne. Le secteur de l'enseignement pourrait voir ses consommations d'énergie fortement évoluer en cas de réforme des rythmes scolaires, ou en cas de réforme de l'organisation territoriale du système scolaire (répartition des classes dans les petites communes).

Finalement, notre analyse gagnerait à être élargie à l'ensemble des externalités environnementales, voire sociales des services. En particulier, il serait nécessaire de tenir compte davantage de l'énergie *incorporée* dans les services.

Annexes

Annexe A

La liste des professionnels interviewés

Nous tenons à remercier l'ensemble des professionnels du secteur hospitalier et de la grande distribution qui ont accepté de nous recevoir et de répondre à nos questions :

Secteur hospitalier :

- M. BOUCEY Philippe : Directeur du CHAM (Pas de Calais).
- M. PRUVOST Laurent : Directeur technique, département des travaux, CHAM.
- M. DEBOOSERE Philippe : Directeur du centre hospitalier de Fourmies (Nord).
- M. DOUEZ Eric : Directeur technique, département de la logistique et des travaux, au centre hospitalier de Fourmies (Nord).
- M. ABGUILLERM Patrick : Directeur adjoint du centre hospitalier de Tourcoing (Nord).
- M. DAPHNIS Jean-Philippe : Responsable énergie au centre hospitalier de Tourcoing (Nord).
- Mme. VANDENDAEL Marie-Cécile : Directrice développement durable du centre hospitalier de Valenciennes (Nord).
- M. RAHAL Morad : Directeur technique, département patrimoine, au centre hospitalier de Valenciennes (Nord).
- M. CAUDARD Régis : Directeur de l'hôpital Leopold Bellan (Paris).
- M. DESCAMPS Wilfrid : Ingénieur au CHRU de Lille, département Maintenance, Infrastructure et Exploitation.
- Mme. KACZMAREK Barbara : Ingénieur au CHRU de Lille, département Délégation Management des Risques.
- M. VIC François : Directeur de l'EHPAD Camille Corot de Lille.
- M. CUCCHI Michel : Chef de service, ARS Champagne-Ardenne.
- M. FERRAIN Olivier : Chargé de projet, Pôle d'appui à la qualité et à la performance, ARS Ile de France.

Grande distribution alimentaire :

- M. BOUDET-DUC Marie-Achille : Directeur Leclerc Attin (Pas de Calais).
- M. LEMPEREUR Benoit : Directeur Leclerc Seclin (Nord).
- M. LEJEUNE Pascal : Responsable technique Leclerc Seclin (Nord).
- M. MITON Stéphane : Directeur Intermarché Nangis (Seine et Marne).
- M. ZELMAT Abel : Directeur Carrefour Market Mondonville (Haute Garonne).
- M. MATHIEU Thomas : Manager développement durable, Carrefour Logistique.
- Mme. SAUVAGE Aurélie : Responsable développement durable, Carrefour Property.
- M. FRISCH Pierre : Directeur environnement, Auchan France.
- M. DARTHOUT Julien : Club Demeter.
- M. DEVIN Eric : Directeur du CEMAFROID.
- M. CHARTON Franck : Délégué Général, PERIFEM.
- M. RIVOALLON Romain : Chargé de mission Energie, Equipement, PERIFEM.
- M. JOGUET Philippe : Chef de service Règlements et Développement Durable, FCD.

Annexe B

La grille d'entretien pour le secteur hospitalier

1er thème : Description de l'activité

Les activités :

- En quelques mots pourriez-vous me décrire votre établissement ?
- Quels sont les grands types d'activités réalisés ? Y a-t-il des activités que vous avez externalisées ou que vous réalisez hors du site ? (=les services « médicaux » de l'hôpital mais aussi « non médicaux »)

Le site :

- Comment s'organise le site ? Comment est structuré l'établissement ? (= mono site/multi site, âge des bâtiments, surface totale etc.)
- Comment accéder au site ? et comment se déplacer sur le site ?

Le personnel (médical et non-médical) :

- d'où vient-il ? par quel moyen de transport ? Voyez-vous des changements de comportement ? (covoiturage, augmentation de la fréquentation des transports en commun, etc.)
- êtes-vous concernés par le télétravail ?

Les patients :

- Combien de patients sont accueillis chaque jour ? Pour un séjour de quelle durée en moyenne ?
- D'où viennent-ils ? par quel moyen de transport ? Voyez-vous des changements de comportement ?

2ème thème : Les consommations d'énergie dans l'hôpital

- Quels sont les principaux postes de consommation d'énergie dans votre hôpital? Evolution sur les dernières années
- Quelles sont les principales réglementations et contraintes liées à l'activité hospitalière qui ont des conséquences énergétiques?

Mesures d'efficacité énergétique (EE) :

- Des mesures ont-elles été prises pour réduire les consommations d'énergie des équipements?
- Mêmes questions pour les bâtiments (rénovation, construction neuve, etc.)
- Les contraintes / réglementations évoquées précédemment sont-elles des freins à la mise en place de mesures d'EE? Ou y a-t-il d'autres freins que je n'ai pas envisagés?
- Sentez-vous un intérêt à mettre en place de telles mesures à l'avenir (notamment avec l'augmentation des prix de l'énergie ou les futures réglementations?)

3ème thème : Les grandes évolutions dans le domaine de la santé et leurs répercussions sur les consommations d'énergie

Questions générales :

- Pour vous, quelles sont les grandes évolutions de l'hôpital qui vont influencer ces consommations d'énergie (on s'intéresse tout particulièrement aux évolutions organisationnelles)
- Question un peu similaire : Si les prix des énergies augmentent beaucoup, qu'est-ce qui pourrait changer dans l'organisation de l'hôpital?
- Qu'est-ce qui freine la prise en compte des consommations d'énergie dans la réflexion sur l'innovation hospitalière?
- Comment sont décidés les grands changements à mettre en place?

Questions orientées :

- Comment vous développez-vous actuellement :
 - Quelles spécialités se développent?
 - Comment expliquez-vous l'augmentation de la demande pour ces spécialités?
 - Pour traiter plus de demandes : part de l'augmentation du nombre de lits et du raccourcissement de la durée des séjours? Hospitalisation de jour?
 - Comment évolue la technicité?
 - Comment évolue la surface par patient?
 - Est-ce que ces développements peuvent être remis en cause par une augmentation des prix de l'énergie?
 - Par quoi pourraient-ils être remis en cause, si ce n'est l'énergie? (financement de l'hôpital, décisions des ARS, etc.)

-
- Allez-vous externaliser certaines fonctions à l'avenir ? Effet d'une hausse des prix des l'énergie ? Quels autres facteurs pourraient influencer cette décision ?
 - Mettez-vous en en place des partenariats / des coopérations / une mutualisation des moyens, avec d'autres établissements (publics ou privés) ? Effet d'une hausse des prix des l'énergie ? Quels autres facteurs pourraient influencer cette décision ?
 - La «e-sante» est-elle une réalité dans votre hôpital ? Qu'avez-vous mis en place ? Effet d'une hausse des prix des l'énergie ? Quels autres facteurs pourraient influencer cette décision ?
 - La crise économique a-t-elle / aura-t-elle des répercussions sur votre activité ?
 - Y a-t-il des demandes auxquelles vous ne répondez pas, pourquoi ?

Annexe C

L'analyse thématique des entretiens du secteur hospitalier : les différents thèmes et items (dépouillés des citations correspondantes)

Les consommations d'énergie dans un établissement hospitalier

1. Le traitement de la question de l'énergie à l'hôpital
 - 1.1. L'approche environnementale dans les réglementations
 - La certification de la Haute Autorité de Santé inclut un item concernant le développement durable dont l'un des critères correspond à la consommation d'énergie
 - Les établissements hospitaliers d'une certaine taille ont obligation de réaliser un bilan carbone de leur activité
 - 1.2. L'approche purement énergétique
 - La réglementation thermique (RT) impose des niveaux de performance minimaux pour les bâtiments existants et les bâtiments neufs
 - Les établissements hospitaliers ont l'obligation de réaliser un diagnostic énergétique
 - 1.3. L'approche médicale
 - L'énergie est vue comme un enjeu secondaire en comparaison des soins
 - Le personnel médical est très éloigné des préoccupations d'économies d'énergie
 - L'environnement fait partie de la définition de la santé de l'OMS
 - 1.4. L'approche économique
 - Les prix de l'énergie augmentent et sont volatiles

- Des efforts doivent être réalisés pour diminuer les coûts des consommations d'énergie
 - Les coûts des consommations d'énergie représentent cependant une faible part du budget d'un établissement hospitalier
2. Une question mal maîtrisée
- 2.1. Inaccessibilité des consommations par usage
- Manque d'équipements (compteurs d'énergie et infrastructure de traitement de l'information)
 - Equipement coûteux et retour sur investissement incertain
 - Equipement parfois impossible à installer sur les bâtiments existants
 - Intérêt croissant pour ce type d'information qui permet une meilleure maîtrise des consommations d'énergie
- 2.2. Inaccessibilité des consommations pour les déplacements
- Historiquement pas de données concernant les déplacements des employés ou des patients
 - Lancement d'enquêtes dans le cadre des bilans carbone
 - Les enquêtes sont complexes à mener et les données estimées soumises à une très forte incertitude
- 2.3. Méconnaissance des puissances et des consommations d'énergie des équipements médicaux
- Le choix des équipements médicaux est à la charge des équipes biomédicales
 - L'énergie n'est pas un critère de choix
3. Les postes de consommation d'énergie et leurs caractéristiques
- 3.1. Les postes de consommation d'énergie relevant du service d'intervention
- 3.1.1. Les services médicaux
- 3.1.1.1. Quelques caractéristiques techniques des équipements consommateurs d'énergie
- De plus en plus d'équipements médicaux sont consommateurs d'énergie (exemple du bistouri, du lit médicalisé, etc.)
 - Le nombre d'équipements médicaux augmente (exemple des scanners et des IRMs)
 - Les équipements sont de plus en plus consommateurs d'énergie car leurs capacités augmentent
- 3.1.1.2. Les routines qui influencent les consommations d'énergie
- Les performances énergétiques des équipements médicaux ne sont pas un critère de sélection
- 3.1.1.3. Les caractéristiques de service qui influencent les consommations d'énergie

- Le nombre d’actes réalisés est un déterminant majeur des consommations d’énergie
- L’amélioration des capacités des équipements médicaux peut permettre d’augmenter le nombre d’actes réalisés

3.1.2. Les services non médicaux

3.1.2.1. Le service de restauration

3.1.2.1.1. Les principales techniques tangibles consommatrices d’énergie

- Les fours
- Les tunnels de lavage

3.1.2.1.2. Les caractéristiques de service qui influencent les consommations d’énergie

- La restauration peut être considérée comme faisant partie des soins
- Le service de restauration est ponctuel est induit des pics de consommation
- La quantité de repas à préparer est un déterminant majeur des consommations d’énergie

3.1.2.2. Le service de stérilisation

3.1.2.2.1. Les principales techniques tangibles consommatrices d’énergie

- Les autoclaves
- Les laveurs

3.1.2.2.2. Les caractéristiques de service qui influencent les consommations d’énergie

- La quantité de matériel à traiter est un déterminant majeur des consommations d’énergie

3.1.2.3. Le service de blanchisserie

3.1.2.3.1. Les principales techniques tangibles consommatrices d’énergie

- La chaudière vapeur
- Les tunnels de lavage

3.1.2.3.2. Les caractéristiques de service qui influencent les consommations d’énergie

- Le volume de linge à traiter est un déterminant majeur des consommations d’énergie

3.1.2.4. Le service informatique

3.1.2.4.1. Les principales techniques tangibles consommatrices d’énergie

- Les ordinateurs et autres terminaux
- Les serveurs

- Les onduleurs
- 3.1.2.4.2. Les caractéristiques de service qui influencent les consommations d'énergie
 - Le service informatique fonctionne en continu
 - Les interruptions de service ne sont pas permises (des équipements consommateurs d'énergie comme les onduleurs et les climatiseurs doivent permettre d'éviter les interruptions de service)
- 3.1.2.5. Les routines qui influencent les consommations d'énergie
 - La sélection des équipements repose notamment sur la comparaison de leur coût global (incluant leur coût de fonctionnement et donc les consommations d'énergie)
- 3.1.2.6. Les différentes formes d'organisation du service
 - Service réalisé sur place par une équipe interne : consommation d'énergie dans le bâtiment
 - Service réalisé sur place mais externalisé : consommation d'énergie dans le bâtiment
 - Service externalisé hors du site : consommation d'énergie hors du bâtiment
- 3.2. Les postes de consommation d'énergie relevant du service de mise en condition
 - 3.2.1. La production de chaleur
 - 3.2.1.1. Les différents types d'équipements de production de chaleur (techniques tangibles consommatrices d'énergie)
 - Chaudière gaz
 - Chaudière gaz avec cogénération
 - Chauffage urbain
 - 3.2.1.2. Les caractéristiques de service
 - 3.2.1.2.1. Les besoins à satisfaire
 - Production de chaleur pour le chauffage
 - Production de chaleur pour chauffer l'eau
 - Production de vapeur
 - 3.2.1.2.2. Les contraintes s'exerçant sur le poste
 - Assurer le renouvellement d'air à la température souhaitée
 - Assurer le fonctionnement continu (24h/24)
 - Assurer le confort des patients
 - 3.2.2. Production d'eau chaude
 - 3.2.2.1. Les différents types d'équipements de production de chaleur (techniques tangibles consommatrices d'énergie)

- ECS au gaz
- Réseau de chaleur

3.2.2.2. Les caractéristiques de service

3.2.2.2.1. Les besoins à satisfaire

- Consommations d'eau chaude de la blanchisserie
- Consommations d'eau chaude des cuisines
- Consommations d'eau chaude de l'hémodialyse
- Consommations d'eau pour les soins

3.2.2.2.2. Les contraintes s'exerçant sur le poste

- Normes concernant la légionellose
- Fuites

3.2.3. Production de froid

3.2.3.1. Les techniques tangibles consommatrices d'énergie : groupes froids électriques

3.2.3.2. Les caractéristiques de service

- Assurer la climatisation des locaux
- Refroidir pour les chambres froides
- Assurer le refroidissement des équipements informatiques
- Assurer le refroidissement des équipements d'imagerie médicale

3.2.4. Traitement de l'air

3.2.4.1. Les techniques tangibles consommatrices d'énergie : les centrales de traitement d'air

3.2.4.2. Les caractéristiques de service

3.2.4.2.1. Les besoins à satisfaire

- Assurer le taux de renouvellement d'air exigé
- Exercer une sur-pression ou une sous-pression dans certaines salles

3.2.4.2.2. Les contraintes s'exerçant sur le poste

- Règlements quant au taux de renouvellement d'air
- Règlements quant à la circulation de l'air
- Règlements quant aux taux de particules dans l'air

3.2.5. Eclairage

3.2.5.1. Les techniques tangibles consommatrices d'énergie : les systèmes d'éclairage

3.2.5.2. Les caractéristiques de service

3.2.5.2.1. Les besoins à satisfaire

- Eclairage classique des locaux

- Eclairage des blocs opératoires
- 3.2.5.2.2. Les contraintes s'exerçant sur le poste : le fonctionnement continu
- 3.2.6. Les compétences et les routines influençant les consommations d'énergie de l'ensemble des services de mise en condition
 - Les compétences et routines à l'origine du comportement des techniciens qui règlent, maintiennent et réparent les équipements
 - Les compétences et routines à l'origine du comportement des employés, des patients et des visiteurs
- 3.3. Les postes de consommation d'énergie relevant du service de mise en présence
 - 3.3.1. Déplacements professionnels sur le site
 - 3.3.1.1. Déplacements des patients pris en charge
 - 3.3.1.1.1. Moyens de transport utilisés (techniques tangibles consommatrices d'énergie)
 - Ambulance
 - SAMU
 - Transport sur lit médicalisé par galerie
 - 3.3.1.1.2. Motifs de déplacement (caractéristique de service)
 - Imagerie médicale
 - Rééducation polyvalente
 - Consultations spécialisées
 - 3.3.1.1.3. Données quantifiées inconnues
 - 3.3.1.2. Transport des biens sur le site et livraisons depuis l'extérieur
 - 3.3.1.2.1. Moyens de transport utilisés (techniques tangibles consommatrices d'énergie)
 - Camions appartenant à l'établissement
 - Flotte en location
 - Exceptionnellement des véhicules électriques (surtout pour le ramassage des déchets)
 - 3.3.1.2.2. Motifs de déplacement (caractéristique de service)
 - Entre le site principal et les sites annexes
 - Entre le site principal et d'autres établissements
 - Livraisons
 - 3.3.1.2.3. Données quantifiées
 - Données inconnues
 - Lancement d'enquêtes pour les estimer
 - 3.3.2. Déplacements professionnels hors du site
 - 3.3.2.1. Déplacements physiques

-
- 3.3.2.1.1. Moyen de transport utilisés (techniques tangibles consommatrices d'énergie)
 - Déplacement à pied pour les petites distances
 - Déplacement en voiture : les plus fréquents
 - Déplacements en transport en commun : des incitations
 - Déplacement en avion : rares mais nécessaires pour les longues distances
 - 3.3.2.1.2. Motifs de déplacement (caractéristique de service)
 - Tâches journalières
 - Consultations avancées
 - Relations avec les tutelles et les autres établissements
 - Tâches administratives
 - Formations
 - 3.3.2.2. Téléconférences (service de mise en présence virtuelle)
 - 3.3.2.2.1. Domaines médicaux concernés
 - Maternité
 - Cancérologie
 - 3.3.2.2.2. Motif de recours
 - Concertations avec des pairs locaux
 - Concertations avec des pairs internationaux
 - 3.3.2.2.3. Mise en oeuvre encore relativement limitée
 - 3.3.3. Déplacements des patients vers l'établissement
 - 3.3.3.1. Principaux moyens de transport utilisés (techniques tangibles consommatrices d'énergie)
 - Voiture
 - Ambulance : pour tout le flux des urgences notamment
 - Hélicoptère : rare, pour les longues distances, les urgences, certains cas spécifiques
 - 3.3.3.2. Distance parcourue jusqu'à l'hôpital (caractéristique de service)
 - 3.3.3.2.1. Le plus souvent le patient choisit un hôpital proche de chez lui
 - 3.3.3.2.2. Les raisons pouvant expliquer le choix d'un établissement éloigné
 - Affect : lien familial ou amical avec un membre du personnel
 - Besoin spécifique : maladie rare, etc.
 - Réputation de l'hôpital
 - 3.3.3.2.3. Données quantifiées
 - Données inconnues
 - Lancement d'enquête pour les estimer

3.3.4. Déplacements des visiteurs

- Mode de transport : voiture et transports en commun
- Pas de recherche d'informations sur le sujet

3.3.5. Déplacements domicile-travail

3.3.5.1. Modes de transport (technique tangible consommatrice d'énergie)

- La voiture : principal mode de transport utilisé
- Les transports en commun : difficile pour les horaires décalés
- A pied : réservé à ceux qui habitent très près
- En vélo : incitation des établissements mais reste un mode de transport minoritaire
- Données inconnues quant à la répartition entre ces modes de transport

3.3.5.2. Distances parcourues (caractéristique de service)

3.3.5.2.1. Le personnel habite généralement près de l'établissement (un rayon d'une vingtaine de km à la campagne)

3.3.5.2.2. Spécificités de certains métiers

- Ceux qui ont des horaires décalés (et évitent les bouchons) peuvent habiter plus loin que la moyenne
- Ceux qui font des postes de 24 h et se déplacent moins fréquemment peuvent habiter plus loin que la moyenne
- Ceux qui ont des gardes et doivent être disponibles sont relativement contraints d'habiter près de l'établissement

3.3.5.2.3. Données quantitatives

- Données inconnues
- Des enquêtes sur le sujet mais peu de données accessibles

3.3.5.3. Covoiturage (évolution du nombre de passager transporté dans un véhicule particulier)

3.3.5.3.1. Niveau d'implémentation de la solution

- Expériences entre collègues
- Pas d'initiatives de la part des hôpitaux

3.3.5.3.2. Freins au développement

- Horaires variés : tout le personnel ne commence ou ne finit pas aux mêmes heures
- Horaires flexibles : le personnel soignant doit s'adapter aux soins à réaliser, en particulier une opération peut durer plus longtemps que prévu.

3.3.5.4. Télétravail (service de mise en présence virtuelle)

3.3.5.4.1. Niveau d'implémentation de la solution

- Historiquement quelques tentatives infructueuses
- Actuellement pas ou peu d'initiatives de la part des hôpitaux

3.3.5.4.2. Freins au développement

- Importance de la relation avec le patient, les familles, etc.
- Méconnaissance des bénéfices à attendre

Les mesures d'efficacité énergétique dans les hôpitaux

1. Les mesures prises pour réduire les consommations d'énergie

1.1. Amélioration de la performance des équipements non médicaux

1.1.1. Amélioration des technologies existantes

- Remplacement des équipements informatiques
- Remplacement des unités de production de chaleur
- Remplacement des groupes froids
- Remplacement des systèmes d'éclairage
- Remplacement des tunnels de lavage en cuisine
- Remplacement des tunnels de lavage en blanchisserie
- Remplacement de certains véhicules

1.1.2. Recours à des technologies innovantes

- Eclairage par LED
- Puits canadien
- Centrale de cogénération
- Chaudière à condensation
- Solaire thermique
- Solaire PV
- Stockage de froid

1.1.3. Effets estimés sur les consommations d'énergie

- Baisse des consommations pour un même service rendu
- Diminution du coût des consommations d'énergie

1.1.4. Mesures des résultats

- Souvent considéré comme l'action la plus efficace pour faire des économies d'énergie
- Les économies réalisées sont rarement mesurées

1.1.5. Limites de ces mesures

- Certaines technologies performantes ne peuvent être utilisées du fait des réglementations spécifiques à l'hôpital (notamment les normes ERP)
- Les technologies performantes sont coûteuses
- L'augmentation du taux d'équipement et/ou du taux d'utilisation (sorte d'effet rebond) contrebalance les gains individuels.

1.2. Amélioration de la performance énergétique des bâtiments

1.2.1. Rénovation des bâtiments

- Remplacement des fenêtres
- Isolation par l'extérieur
- Isolation des toitures
- Utilisation de l'éclairage naturel

1.2.2. Bâtiments neufs

- Les nouvelles constructions doivent à minima satisfaire la réglementation thermique (RT2005 bientôt RT2012) pour les bâtiments neufs.
- Les nouvelles constructions suivent de plus en plus souvent une démarche de type HQE (certaines sont labellisées)
- Quelques constructions visent le label BBC
- Pour certains bâtiments particuliers (par exemple les Unités d'Hospitalisation de Soins Adaptés pour des patients emprisonnés qui doivent satisfaire à des normes de sécurité strictes) aucun de ces labels n'est envisageable, mais des efforts sont fait pour suivre une démarche de construction éco-responsable et pour obtenir des bâtiments performants énergétiquement

1.3. Gestion optimisée des équipements et des bâtiments

1.3.1. Limiter les pertes calorifiques

- Limitation de l'apport d'air neuf
- Mise en place d'un système d'aération double-flux
- Mise en place d'un sas d'entrée

1.3.2. Adapter le fonctionnement au besoin

- Mise en oeuvre d'un mode réduit pour l'éclairage dans les périodes où l'activité est moindre
- Mise en place de détecteurs de présence pour l'extinction automatique des éclairages
- Mise en place de détecteurs de luminosité pour adapter l'intensité lumineuse
- Extinction des ordinateurs en dehors des périodes d'activité
- Utilisation de logiciels d'optimisation pour l'allumage et la gestion de certains équipements comme les machines à laver
- Externalisation de la gestion des bâtiments avec mise en place d'un contrat performance (pour inciter le gestionnaire à optimiser les consommations d'énergie)

2. Les mesures envisagées pour réduire les consommations d'énergie

2.1. La sensibilisation du personnel

- 2.1.1. Le comportement du personnel, des patients et des visiteurs est une source de gaspillage d'énergie
- 2.1.2. Très peu d'actions sont mises en oeuvre pour faire évoluer leur comportement
 - Quelques actions timides de communication au personnel
 - Intégration des médecins dans les groupes de travail sur les questions d'énergie
 - Remboursement d'une partie des frais de transport en commun pour les déplacements domicile-travail
 - Installation de parking à vélo
- 2.1.3. Difficultés de mise en oeuvre
 - La démarche requiert du temps pour être pensée et mise en oeuvre
 - Il est impossible de surveiller le comportement du personnel, le résultats de la démarche dépend de sa bonne volonté
 - Le turnover du personnel est important, la démarche doit être répétée
 - Le mauvais état de certains bâtiments n'incitent pas voire ne permettent pas d'adopter un comportement économe en énergie
 - Le manque de référentiel pour les consommations ne permet pas d'estimer l'effet de la mise en oeuvre d'une telle démarche
 - Certains dirigeants rechignent à mettre en place cette démarche considérant qu'il s'agit d'une démarche individuelle qui outrepassse leur domaine d'action
- 2.2. L'amélioration de la performance énergétique des équipements médicaux
 - 2.2.1. Existence d'un potentiel probablement important puisque peu d'efforts ont été réalisés jusque là
 - 2.2.2. Difficultés de mise en oeuvre d'une telle mesure
 - Le choix des équipements médicaux incombe aux équipes du biomédical
 - La performance des équipements médicaux dépend de l'offre proposée par les fournisseurs
 - Les équipements choisis sont de plus en plus performants
 - Les taux d'équipement et d'utilisation croissants contrebalancent les éventuels gains énergétiques de chaque équipement pris individuellement

Les grandes orientations du secteur hospitalier et leurs répercussions sur les consommations d'énergie

- 1. Le recentrage sur les missions premières de l'hôpital
 - 1.1. Diminution de la durée moyenne de séjour
 - 1.1.1. Les opportunités de développement
 - La diminution de la DMS est rendue possible grâce au progrès technique

- La diminution de la DMS est rendue possible grâce à une meilleure organisation des séjours
 - La diminution de la DMS est une réponse à la contrainte financière croissante
- 1.1.2. Les freins à la diminution de la DMS
- La réticence de certains patients
 - Les exigences de qualité des soins
 - Les difficultés de la convalescence à domicile
 - Le système de financement non incitatif dans certains cas
- 1.1.3. Répercussions énergétiques
- Baisse des consommations par patient
 - Baisse contrebalancée par l'augmentation du taux de rotation
 - Pas de travaux menés pour estimer ou mesurer ces effets
- 1.2. Développement de nouvelles formes de prise en charge
- 1.2.1. Les nouvelles formes de prise en charge concernées
- Hôpital de jour
 - Hôpital de semaine
 - Hospitalisation à domicile
- 1.2.2. Les opportunités de développement
- Le développement de nouvelles formes de prise en charge est possible grâce aux progrès techniques
 - Le développement de nouvelles formes de prise en charge est possible grâce à la diminution de la durée moyenne de séjour
 - Le développement de nouvelles formes de prise en charge est une réponse à la contrainte financière
 - Le développement de nouvelles formes de prise en charge est une réponse à la chronicisation des maladies
 - Le développement de nouvelles formes de prise en charge peut inciter à raccourcir la durée des séjours hospitaliers
- 1.2.3. Les difficultés posées par ces nouvelles formes de prise en charge
- Comment assurer le suivi des patients hors de l'hôpital
 - Comment gérer les arrivées et les départs des patients (arrivées matinales, départ peu après l'opération, etc.)
 - Comment financer cette activité (question pour les institutions gouvernementales)
- 1.2.4. Les répercussions énergétiques
- Pas de travaux réalisés pour comparer les consommations d'énergie des nouvelles formes de prise en charge à celles d'une prise en charge traditionnelle

- Baisse potentielle des consommations d'énergie associée aux horaires réduits des établissements
- Le potentiel de réduction des consommations d'énergie est irréalisable si ces prises en charge ont lieu dans un bâtiment qui ne peut être géré indépendamment du reste de l'hôpital.

1.3. Développement d'une forme d'hébergement alternatif : l'hôtel-hospitalier

1.3.1. Deux expériences en France

1.3.2. Les opportunités de développement

- Possible grâce au progrès médical
- Une réponse à la contrainte financière
- Un accompagnement de l'offre ambulatoire
- Une façon d'améliorer la qualité des soins

1.3.3. Les difficultés principalement liées à la prise en charge du coût

- Actuellement pas de prise en charge du coût par l'assurance maladie
- Réflexions lancées autour de la prise en charge du coût par l'assurance maladie

2. La montée en gamme des hôpitaux

2.1. Les motifs généraux de la montée en gamme des hôpitaux

- La montée en gamme des hôpitaux correspond aux souhaits des dirigeants des établissements
- La montée en gamme des hôpitaux vise à attirer les patients

2.2. Les freins à la montée en gamme des hôpitaux

- Les coûts que représente la montée en gamme pour l'établissement
- Les coûts que représente la montée en gamme pour la société
- Les risques d'aggravation des inégalités sociales si l'Etat ne peut plus prendre en charge les coûts

2.3. Les principales modalités

2.3.1. Augmentation du taux d'équipement

2.3.1.1. Les types d'équipements concernés

- Ajouts d'équipements d'imagerie médicale
- Ajouts d'équipements d'informatique et de télécommunication
- Ajouts d'équipements de confort et/ou sécurité
- Ajouts d'équipements d'aide à la manutention et préparation des patients ou des traitements
- Ajouts d'équipements médicaux hors imagerie

2.3.1.2. Les raisons de l'augmentation du taux d'équipement

- Réalisation de nouvelles interventions

- Possibilité de pratiques déportées
- Augmentation de la productivité du travail
- Sécurisation des données informatiques
- Facilitation du travail des employés
- Amélioration du confort du malade
- Augmentation du budget des hôpitaux (en partie indexée sur la technicité de l'activité)

2.3.1.3. Les répercussions énergétiques

- Hausse de la puissance souscrite
- Hausse estimée des consommations du bâtiment
- Diminution potentielle des déplacements grâce aux technologies permettant les pratiques déportées

2.3.2. Augmentation de la surface par patient

2.3.2.1. Les raisons de l'augmentation de la surface par patient

- Généralisation des chambres et salles de bain individuelles
- Conformité aux normes
- Amélioration du confort du patient
- Agrandissement des locaux sociaux

2.3.2.2. Les répercussions sur l'organisation de l'établissement

- Diminution des capacités d'hébergement
- Besoin de restructuration des locaux

2.3.2.3. Les répercussions énergétiques

- La généralisation des chambres et salles de bain individuelles induit une augmentation de la consommation d'eau par patient (et donc d'énergie pour chauffer une partie de cette eau)
- L'augmentation de la surface allouée par patient induit une augmentation des consommations d'énergie nécessaire pour traiter le même nombre de patient

2.3.3. Autres modalités

- L'offre d'une forme d'hébergement alternatif plus confortable : l'hôtel-hospitalier
- L'offre de nouveaux services (diététique, orthophonie, kinésithérapie, etc.)
- La réorganisation interne (répartition des services entre bâtiments)
- Le développement de l'activité

3. La mise en place de coopérations entre acteurs de la santé

3.1. Le rôle moteur des pouvoirs publics dans la mise en place de coopération

- Par la mise en œuvre de cadres organisationnels

-
- Par la délivrance ou non d’autorisation pour l’ouverture, le maintien ou l’évolution d’un service
- 3.2. Freins à la mise en place de coopérations entre acteurs de la santé
- Les enjeux de pouvoir
 - La répartition des financements entre établissement
 - Les coûts induits (par exemple pour la mise en place d’une infrastructure de télécommunication)
- 3.3. Les répercussions énergétiques
- Les besoins de déplacements entre les établissements qui coopèrent induisent une augmentation des consommations d’énergie de transport (sauf dans le cas de la coopération à distance)
 - L’éventuelle construction d’un nouveau site induit des consommations d’énergie
 - Les établissements qui ne réalisent plus l’activité mutualisée voient leurs consommations d’énergie diminuer alors que celui qui prend en charge l’activité voit ses consommations d’énergie augmenter. Mais globalement les consommations des bâtiments devraient être optimisées.
 - Aucune étude n’a mesuré les gains d’énergie permis par la mise en place d’une coopération entre acteurs de la santé
- 3.4. Les formes coopérations qui se mettent en place
- 3.4.1. Coopérations entre établissements sur les activités médicales
- 3.4.1.1. Les formes de coopération médicale qui se développent
- Mutualisation d’un service spécifique (dialyse, neurologie, etc.)
 - Spécialisation d’une petite structure en partenariat avec un hôpital généraliste
 - Partage de compétences ou d’informations à distance
- 3.4.1.2. Les raisons qui expliquent ce développement
- La coopération médicale est une réponse à la contrainte financière
 - La coopération médicale est une réponse aux exigences croissantes de qualité et de sécurité des soins
 - La coopération médicale permet d’assurer l’offre de certains services spécialisés (dont la demande est faible) de façon équitable sur l’ensemble du territoire
 - La coopération médicale fait suite aux demandes des l’ARS
- 3.4.2. Coopérations entre établissements sur les activités supports
- 3.4.2.1. Les services concernés dans les hôpitaux de notre échantillon
- Les services de stérilisation
 - Les services de blanchisserie

- Les services des achats
- Les services de pharmacie

3.4.2.2. Les raisons qui expliquent ce développement

- La mutualisation des activités supports permet d'optimiser les procédés
- La mutualisation des activités supports, comme alternative à l'externalisation, permet de maintenir les emplois
- La mutualisation des activités supports permet des gains d'espace pour ceux qui externalisent
- La mutualisation des activités supports est une réponse aux incitations des pouvoirs publics

3.4.2.3. Freins à la mutualisation

- Certaines activités (comme la restauration) sont considérées comme relevant presque du cœur de métier et les établissements souhaitent les réaliser sur place
- La mutualisation des activités support requiert la mise en place d'une logistique entre les établissements concernés

3.4.3. Coopérations à distance (la télémédecine)

3.4.3.1. Les opportunités de développement

- Le développement de la télémédecine est permis par le progrès technique
- Le développement de la télémédecine est une réponse au besoin croissant d'articulation entre les hôpitaux et la médecine de ville

3.4.3.2. La télémédecine pose de nombreuses difficultés qui freinent son développement, notamment quant au partage des responsabilités.

Annexe D

La grille d'entretien pour le commerce de détail alimentaire

1er thème : Description de l'activité

Les activités :

- Pourriez-vous me décrire votre établissement ?
- Quels sont les grands types d'activités réalisés ?
- Y a-t-il des activités que vous avez externalisé ou que vous réalisez hors du site ?

Le site :

- Comment s'organise le site ? (nombre de bâtiments, répartition surface entre surface de vente, surface de stockage et surface de bureau, etc.,
- De quand datent les bâtiments ?
- Comment accéder au site ?

Le personnel :

- Combien de salariés travaillent pour le magasin ?
- D'où viennent-ils ? par quel moyen de transport ?
- Voyez-vous des changements de comportements ? (covoiturage, augmentation de la fréquentation des transports en commun, etc.)
- Êtes-vous concernés par le télétravail ?
- Les salariés se déplacent-ils en dehors du site pour leur travail ?

Les clients :

- Combien de clients sont accueillis par jour environ ? Quelle est leur moyenne panier ?
- D'où viennent-ils ? Par quel moyen de transport ?
- Voyez-vous des changements de comportements ?

Les produits :

- D'où viennent-ils ? Par quel moyen de transport ?
- L'origine de vos produits change-t-elle ?

2ème thème : Les consommations d'énergie dans l'établissement de commerce*Postes de consommation d'énergie dans l'établissement de commerce*

- Quels sont les principaux postes de consommation d'énergie dans votre établissement ?
- Dans les dernières années, comment les avez-vous vu évoluer et comment l'expliqueriez-vous ?

Règlementations et contraintes spécifiques au commerce, ayant des répercussions énergétiques.

- Quelles sont les principales réglementations et contraintes qui ont des conséquences énergétiques ?
- Comment ses réglementations vont évoluer, selon vous ?

Mesures d'efficacité énergétique

- Concernant les équipements
 - Des mesures ont-elles été prises pour réduire les consommations d'énergie des équipements ?
 - Certaines vont-elles devoir être prises et pour quelles raisons ?
- Mêmes questions pour les bâtiments (rénovation, construction neuve, etc.)
- Les contraintes / réglementations évoquées précédemment sont-elles des freins à la mise en place de mesures d'efficacité énergétique ? Y a-t-il d'autres freins ?
- Sentez-vous un intérêt à mettre en place de telles mesures à l'avenir, notamment avec l'augmentation des prix de l'énergie ou les futures réglementations ?

3ème thème : Les grandes évolutions dans le domaine du commerce et leurs répercussions sur les consommations d'énergie.

- Qui fait les choix d'organisation ? Quel est votre degré d'autonomie par rapport à votre enseigne ?
- Comment sentez-vous la demande évoluer ?
- Quelles sont les grands changements que vous venez de mettre en place ou allez mettre en place ?
- Le vieillissement de la population a-t-il un effet sur votre activité ?
- Comment réagissez-vous face aux stratégies du hard-discount ?
- Le développement du commerce sur Internet a-t-il des répercussions sur votre activité ?

- La montée de l'intérêt des consommateurs pour la consommation responsable, le développement durable (MDE dans le magasin, produits bio, etc.) a-t-il des répercussions sur votre activité ?
- La crise économique a-t-elle des répercussions sur votre activité ?
- Y'a-t-il des demandes auxquelles vous ne répondez pas ? pourquoi ?

Annexe E

L'analyse thématique des entretiens du secteur du commerce de détail alimentaire : les différents thèmes et items (dépouillés des citations correspondantes)

1. Le traitement de la question de l'énergie dans la grande distribution
 - 1.1. Les angles sous lesquels est traitée la question de l'énergie
 - La question de l'énergie est traitée sous l'angle de ses coûts
 - La question de l'énergie est aussi traitée sous l'angle de ses répercussions environnementales
 - 1.2. Les équipes en charge de la question
 - Des responsables techniques dans les magasins (dans les plus importants tout au moins)
 - Dans les groupes intégrés : une direction en charge de cette question et éventuellement des coordinateurs régionaux
 - Des organismes de soutien tels que la FCD ou PERIFEM
 - 1.3. Les motivations pour l'efficacité énergétique
 - 1.3.1. Les motivations économiques
 - L'augmentation des prix des énergies
 - Le risque d'une future taxe carbone ou autre pénalité financière
 - La crise économique qui réduit les marges
 - 1.3.2. Les contraintes réglementaires
 - La réglementation thermique (2005 bientôt 2012) qui s'applique aux bâtiments existants et aux bâtiments neufs

- Le Grenelle environnement dont les objectifs n'ont pas encore été traduits pour le commerce mais qui prévoit globalement une réduction de 38 % des consommations d'ici à 2020 dans les bâtiments existants (c'est sur cette loi que repose la future RT2012)
 - Le dispositif des CEE : depuis 2011 la grande distribution, en tant que vendeur de carburant, est soumise à une obligation d'économie d'énergie de 45 TWh.
- 1.3.3. L'obtention des autorisations d'implantation : un projet doit être soumis aux élus locaux qui délivrent ou non l'autorisation. Les efforts en matière de développement durable y sont un critère important.
- 1.3.4. Les incitations des groupes vis-à-vis de leurs magasins.
- 1.4. Les freins à l'efficacité énergétique
- Assurer le taux de renouvellement d'air requis pour les ERP (établissements recevant du public).
 - Maintenir un service de qualité égale (les économies d'énergie ne peuvent être réalisées au prix d'une baisse de service)
 - Obtenir un temps de retour sur investissement court
- 1.5. Les efforts varient selon les enseignes : les groupes intégrés sont plus organisés que les indépendants
2. Les consommations d'énergie associées à l'activité de commerce
- 2.1. Les consommations d'énergie pour le service d'intervention
- Le froid : la principale source de consommation d'énergie d'un commerce
 - Les fours de cuisson
 - Les laboratoires et les chambres froides
- 2.2. Les consommations d'énergie pour le service de mise en condition
- Le traitement de l'air (y compris le chauffage et éventuellement la climatisation de l'air) : environ 1/4 des consommations d'énergie d'un commerce
 - L'éclairage d'ambiance : le poste éclairage majoritairement composé de l'éclairage d'ambiance dans le commerce alimentaire représente environ 1/4 des consommations d'énergie
- 2.3. Les consommations d'énergie pour le service de mise en présence
- 2.3.1. Les déplacements domicile-travail
- Principalement des déplacements en voiture (technique tangible consommatrice d'énergie)
 - Distance au lieu de travail inconnue de façon exacte mais estimée à un rayon de 20 km hors des centres villes (caractéristique de service)
 - Pas de télétravail (innovation de service)

- Mise en place de sites Internet de la part des enseignes pour faciliter le développement du covoiturage

2.3.2. Les déplacements des clients

2.3.2.1. Les caractéristiques de services influençant les consommations d'énergie

- La fréquence des déplacements : dépend du format de magasin, les clients se rendent moins souvent à l'hypermarché qu'au commerce de proximité et leur panier de course y est plus important
- La distance parcourue : peu d'informations sur le lieu de résidence des clients mais certains clients semblent privilégier les commerces situés sur leurs trajets domicile-travail.
- Il existe des différences importantes entre les canaux de distribution

2.3.2.2. Les principales techniques tangibles consommatrices d'énergie

- Les clients se déplacent principalement en voiture hors des centres villes
- Les clients en transport en commun ou à pied achètent des paniers moins importants et se rendent plus volontiers dans des commerces de proximité

2.3.2.3. Les initiatives prises pour faciliter le recours des clients à des modes de transport plus économes en énergie que la voiture (et réduire leur budget déplacement dans le cadre de leurs courses alimentaires)

- En ville les commerces sont souvent implantés près d'une station de transport en commun.
- Certains commerces s'équipent de bornes à vélos
- Initiatives à l'étranger : Carrefour et Auchan Chine ont mis en place un système de bus spécialement adaptés pour transporter les clients depuis leur résidence jusqu'au centre commercial (les bus sont notamment équipés de petits casiers pour y disposer le panier de course).

2.3.3. L'approvisionnement

2.3.3.1. La logistique devient un nouvel axe de différenciation pour le commerce : les enseignes communiquent sur leur logistique

2.3.3.2. L'empreinte carbone est un enjeu majeur pour la logistique

- Le carburant représente un poste de coût important
- La logistique doit satisfaire la charte "objectif CO2" de l'ADEME

2.3.3.3. Les initiatives prises pour réduire les consommations d'énergie

2.3.3.3.1. L'optimisation des livraisons à modèle logistique constant

- L'optimisation du taux de remplissage des moyens de transport

- L’optimisation des retours (éviter les retours à vide)
- La mise en place de tournées optimisée

2.3.3.3.2. L’évolution du modèle logistique

2.3.4. Le bilan carbone de la logistique de la grande distribution (principalement l’approvisionnement mais également les déplacements des clients) fait l’objet de diverses études

2.4. Autres informations concernant les consommations d’énergie

- Les commerces consomment principalement de l’électricité (et parfois un peu de gaz pour le chauffage)
- Les commerces alimentaires ont des consommations unitaires supérieures à celles des commerces non-alimentaires
- Actuellement les consommations unitaires d’un format donné de commerce alimentaire évoluent à la baisse
- Malgré cette diminution des consommations d’énergie, leur coût continue d’augmenter (du fait de l’augmentation forte des prix des énergies)
- Au sein d’un même format de magasin la répartition des consommations d’énergie par usage est relativement similaire

3. Les mesures d’efficacité énergétique mises en oeuvre dans la grande distribution

3.1. La première étape : établir un référentiel

3.1.1. Les audits des bâtiments

- Les audits sont une première étape mais ne fournissent qu’une vision statique des consommations d’énergie

3.1.2. Le suivi mensuel des consommations d’énergie

- Le suivi mensuel est réalisé depuis plusieurs années
- C’est un suivi par type d’énergie

3.1.3. Le suivi en temps réel et par usage

- Ce suivi est mis en place dans quelques grands magasins pilotes
- Il nécessite des équipements de mesure et une analyse des informations recueillies
- Le coût d’investissement est important
- Il permet de mieux maîtriser les consommations d’énergie

3.2. Faire évoluer le comportement des employés

3.2.1. Le comportement est un déterminant majeur des consommations d’énergie

3.2.2. Le comportement des employés est difficile à faire évoluer, notamment du fait du nombre de personnes impliquées

3.2.3. Les groupes de la grande distribution ont pris diverses initiatives pour sensibiliser leurs employés

- L'offre de formation
- L'organisation de concours internes entre magasins
- La valorisation des meilleurs magasins (sans jamais pour autant pénaliser les moins bons dont les mauvais résultats peuvent être liés à certaines particularités du magasin)
- La récompense financière des meilleurs magasins

3.3. Améliorer la performance énergétique des équipements

3.3.1. Optimiser les consommations d'énergie nécessaires pour offrir un niveau de service donné

- Récupérer l'énergie dissipée lors de la production de chaleur ou de froid
- N'allumer que partiellement le magasin le matin avant l'arrivée des clients
- Permettre l'extinction complète du magasin en un seul geste pour éviter les oublis
- Installer des capteurs de présence pour réduire les gaspillages liés à l'éclairage
- Utiliser des luminaires plus performants en termes de luminosité pour en réduire le nombre
- Utiliser des luminaires plus performants énergétiquement
- Gérer les éclairages extérieurs : allumage crépusculaire et extinction sur pendule
- Fermer les meubles froids (bacs congelés et linéaires de froid positif)
- Mettre en place des rideaux de nuit sur les linéaires froids ouverts pour conserver le froid et réduire les consommations d'énergie

3.3.2. Diminuer le coût des consommations d'énergie

- Consommer de préférence l'énergie la nuit quand elle est moins chère
- Techniquement possible mais encore rarement mis en oeuvre dans les commerces alimentaires

3.4. Améliorer la performance énergétique des bâtiments

3.4.1. Mesures envisageables uniquement sur les bâtiments neufs

- Orienter les bâtiments Nord-Sud
- Diminuer la hauteur des bâtiments

3.4.2. Mesures envisageables pour tous les bâtiments

- Isoler les murs et les toitures
- Utiliser la lumière naturelle
- Diminuer la taille des sas d'entrée
- Mettre en place des zones tampons pour limiter les échanges d'air avec l'extérieur

-
- Mais tant que les habitudes de construction n’auront pas été bouleversées, il restera toujours des défauts
- 3.5. Avoir recours aux énergies renouvelables
- La filière du solaire photovoltaïque : son développement est ralenti depuis que les tarifs de rachat ont diminué
 - La filière éolienne : quelques projets en cours
 - La filière de la géothermie : quelques projets en cours
- 3.6. Les actions des organismes de soutien à la grande distribution
- Réalisation d’études pour la conception de sites commerciaux performants
4. L’innovation dans la grande distribution
- 4.1. Le commerce, un secteur très innovant
- En adaptation continue aux consommateurs
 - Difficile d’avoir une vision à moyen ou long terme
 - Les répercussions pour la question de l’énergie : les temps de retour sur investissement doivent être courts
- 4.2. L’articulation entre les questions d’innovation et d’énergie
- L’articulation entre ces deux questions est trop complexe pour les bénéfices qu’elle pourrait engendrer
 - L’énergie n’est pas un déterminant de l’innovation dans les commerces
 - L’énergie devient un critère d’évaluation des innovations
 - Les questions d’énergie peuvent influencer la demande des clients
5. Les orientations de la grande distribution et leurs répercussions énergétiques
- 5.1. Vers un commerce de proximité
- 5.1.1. Les indices de cette tendance
- Le nombre d’hypermarchés n’augmente plus
 - Les commerces de proximité se développent
- 5.1.2. Les explications
- L’évolution de la demande des consommateurs
 - Le maillage des hypermarchés est déjà important
 - Les autorisations de construction sont difficiles à obtenir pour les grands hypermarchés
- 5.1.3. Les enjeux de la logistique urbaine : congestion, pollution, nuisances sonores et sécurité routière
- 5.1.4. Les répercussions sur le niveau d’activité des enseignes
- Une opportunité pour certains : Casino, Leclerc
 - Un handicap pour d’autres : Carrefour est actuellement en difficulté
- 5.1.5. Les répercussions énergétiques de cette tendance

- 5.1.5.1. Pas d'étude chez les groupes de la grande distribution pour mesurer ces répercussions énergétique
 - 5.1.5.2. Des difficultés à être performant énergétiquement
 - Equipe réduite
 - Part supérieure de linéaire froid
 - Logistique amont plus compliquée
 - Logistique aval : éventuelle substitution de la voiture par un mode de transport moins consommateur
 - Les réglementations contraignantes en centre ville pour la circulation
 - Peu de choix concernant les bâtiments de commerce en centre-cille
 - Location des bâtiments fréquente en centre-ville : un frein aux investissements pour l'efficacité énergétique des bâtiments
 - 5.1.5.3. L'évolution du comportement des consommateurs des hypermarchés : se déplacent moins souvent pour des paniers plus importants
 - 5.1.5.4. Les équipements des magasins ouverts récemment sont plus performants
- 5.2. Stagnation du hard-discount
- 5.2.1. Evolution du concept
 - Croissance forte jusqu'à peu
 - Une croissance factice
 - Stagnation aujourd'hui
 - 5.2.2. Réaction des enseignes traditionnelles
 - Une incitation à l'innovation
 - Ouverture de filiales discount
 - Offre de produits discount dans les magasins traditionnels
 - 5.2.3. Les répercussions énergétiques
 - Pas d'études pour mesurer les répercussions énergétiques
 - Pas de gains énergétiques à attendre : des consommations d'énergie similaires à celles d'un petit supermarché
- 5.3. Développement du e-commerce alimentaire
- 5.3.1. Le développement
 - Un développement, mais moins important que pour les produits non alimentaires
 - Une faible part de marché
 - 5.3.2. L'enjeu principal : la logistique
 - Une organisation logistique qui se cherche encore
 - Des difficultés amplifiées en zones urbaines

5.3.3. Les réactions des enseignes traditionnelles

- Leur adaptation est nécessaire
- Les pure-player du e-commerce alimentaire sont rares
- Les enseignes diversifient leurs canaux de distribution : elles proposent des hypermarchés (plus attractifs, proposant des univers spécialisés, etc.), des supermarchés de proximité, de la livraison, du drive, etc.

5.3.4. Les répercussions énergétiques

- Les consommations d'énergie dans les bâtiments sont moindres dans le cas du commerce sur Internet (plus de zones de vente, principalement des entrepôts moins consommateurs)
- Les répercussions énergétiques dépendent pour beaucoup des choix d'organisation, notamment du choix de la livraison ou du retrait

5.4. Développement du *drive*

5.4.1. Les indices de ce développement

- Le taux de croissance du *drive* est important
- Mais la part de marché du *drive* reste faible

5.4.2. Les deux formats de *drive*

- Les *drives* accolés à un magasin
- Les *drives* indépendants

5.4.3. Les avantages

5.4.3.1. Les avantages pour l'enseigne

- Le *drive* présente les avantages du commerce en ligne sans les contraintes de la livraison

5.4.3.2. Les avantages pour les clients

- Le *drive* permet un gain de temps
- Le *drive* n'induit pas de déplacements supplémentaires par rapport au commerce traditionnel
- Le *drive* n'induit pas de frais supplémentaires (contrairement à la livraison)
- Le *drive* est une solution flexible : les clients peuvent s'y arrêter facilement au cours d'un trajet retour vers leur domicile, les clients n'ont pas à fixer un rendez-vous pour la livraison, etc.

5.4.4. Les répercussions énergétiques

- Les clients peuvent optimiser leur déplacement : comme cette formule demande très peu de temps, les clients y passent généralement sur le chemin du retour du travail
- Les entrepôts de *drive* sont moins consommateurs (par unité de surface) que les zones de vente des magasins

- Il existe un risque d'augmentation de l'activité
- Peu de répercussions sont à attendre sur les consommations d'énergie pour l'approvisionnement
- Au total le *drive* devrait permettre des gains énergétiques

5.5. Le développement restreint de la livraison à domicile

5.5.1. Les caractéristiques du développement

- Une croissance de la livraison à domicile
- Pas de substitution majeure au commerce traditionnel alimentaire

5.5.2. Les freins d'ordre logistique

- Les difficultés de la livraison pour l'alimentaire : un volume limité, des produits frais ou surgelés, des produits fragiles, etc.
- Les difficultés de la livraison en zone urbaine : la congestion, limitation de la taille des camions, etc.
- Les difficultés de la livraison en zone rurale : distances et coûts trop importants

5.5.3. Les autres freins au développement de la livraison

- Les frais de livraison sont un frein pour certains clients
- La présence des clients est nécessaire pour réceptionner les colis

5.6. L'évolution de la chaîne d'approvisionnement

5.6.1. Les déterminants de cette évolution

- S'adapter aux évolutions du commerce
- S'adapter aux exigences réglementaires tout en offrant un service identique au commerce
- Réduire l'empreinte carbone de la chaîne d'approvisionnement

5.6.2. Les grandes évolutions actuelles

5.6.2.1. Le développement de la livraison de nuit

5.6.2.1.1. Une adaptation au développement du commerce de proximité

5.6.2.1.2. Les avantages de la livraison de nuit

- La décongestion des villes en journée
- La baisse des consommations d'énergie permise (baisse principalement liée à la réduction du temps de transport)

5.6.2.1.3. Les enjeux de la livraison de nuit

- Les nuisances sonores la nuit
- Le travail de nuit

5.6.2.1.4. Les expériences actuelles

- Le développement de camions silencieux

- La livraison de nuit est aujourd’hui opérationnelle chez Carrefour et Casino

5.6.2.2. Le développement de la logistique mutualisée

- ##### 5.6.2.2.1. Le principe : la mutualisation des entrepôts et/ou des moyens de transport

5.6.2.2.2. Une tendance actuelle

- ##### 5.6.2.2.3. Les avantages de la logistique mutualisée : une logistique plus efficiente

- Permet une réduction des consommations d’énergie de transport
- Permet de réduire les stocks dans les magasins

5.6.2.2.4. Quelques exemple de schémas d’organisation *mutualisée*

- Les centres de consolidation et de collaboration (CCC)
- Les entrepôts mutualisés de consolidation aval (EMCA)

5.6.2.3. Le recours à des modes de transport alternatifs à la route

- ##### 5.6.2.3.1. Les bénéfices attendus du recours à des modes de transport alternatifs

- Trouver des modes de transport plus adaptés à l’approvisionnement des commerces de proximité
- Permettre de réduire l’empreinte carbone du transport

5.6.2.3.2. Les modes de transport alternatifs envisagés

- Le transport ferroviaire ou fluvial
- Le tramway (un projet expérimental en région parisienne)
- Les triporteurs

5.6.2.3.3. Les limites

- Le dernier kilomètre doit presque toujours être réalisé en transport routier

5.7. L’évolution des produits proposés en magasin

- L’augmentation de la part des produits *snacking*
- L’augmentation de la part des produits alimentaires frais locaux (sous contrainte de prix)
- Les produits *biologiques* sont un marché de niche dont le développement est très limité

Bibliographie

- Sajed ABUKHADER et Gunilla JÖNSON : The environmental implications of electronic commerce. a critical review and framework for future investigation. *Management of Environmental Quality*, 14(4):460–476, 2003.
- ADEME : Optimisation des installations de froid alimentaire commercial. Fiche OX, 2003.
- ADEME et AICVF : *Commerce. Programmer Concevoir Gérer*. Collection des guides sectoriels de l'Ademe et de l'AICVF. ADEME éditions, 1998.
- Vincent ALCANTARA et Emilio PADILLA : Input-output subsystems and pollution : an application to the service sector and CO2 emissions in spain. *Ecological Economics*, 68:905–914, Sep 2009.
- ANAP : Améliorer sa performance énergétique : démarches et pratiques organisationnelles. Rapport technique, 2011.
- Asim ANSARI, Carl F. MELA et Scott A. NESLIN : Customer channel migration. *Journal of Marketing Research*, 45:60–76, 2008.
- Patricia ANTONOV-ZAFIROV : Services à la personne : un secteur économique en croissance, des emplois morcelés. Pages de Profils 80, Insee Nord-Pas-de-Calais, 2010.
- Yuko AOYAMA et Manuel CASTELLS : Une évaluation empirique de la société informationnelle : structures de l'emploi dans les pays du G7, 1920 à 2000. *Revue Internationale du Travail*, 141(1-2):133–173, 2002.
- ASSOCIATION NÉGAWATT : Scénario négawatt 2011. Dossier de synthèse, NégaWatt, 2011.
- ATEMIS : Economie de la fonctionnalité, une voie pour articuler dynamique économique et développement durable. Publication collective du club "économie de la fonctionnalité et développement durable", Laboratoire ATEMIS, 2008.
- Frédéric BALARD et Dominique SOMME : Faire que l'habitat reste ordinaire. le maintien de l'autonomie des personnes âgées en situation complexe à domicile. *Gérontologie & Société*, 1(136):105–118, 2011.

- Richard BARRAS : Towards a theory of innovation in services. *Research Policy*, 15:161–173, 1986.
- Richard BARRAS : Interactive innovation in financial and business services : the vanguard of the service revolution. *Research Policy*, 19:215–237, 1990.
- Matteo BARTOLOMEO et AL. : Eco-efficient producer services, what are they, how do they benefit customers and the environment and how likely are they to develop and be extensively utilised? *Journal of Cleaner Production*, 11(8):829–837, 2003.
- Herbert BAUM et Stephan PESCH : Untersuchung der eignung von carsharing im hinblick auf reduzierung von stadtverkehrsproblemen. Research report n. 70421/93, 1994.
- William J. BAUMOL : Macroeconomics of unbalanced growth : The anatomy of urban crisis. *The American Economic Review*, 57(3):pp. 415–426, 1967.
- Daniel BELL : *Vers la société post-industrielle*. Laffont, Paris, trad. fr. édition, 1976.
- Claudine BERGOIGNAN-ESPER : Les formes de coopération dans la loi HPST. avancées et manques. *Gestions Hospitalières*, 489:481–486, 2009.
- Frans BERKHOUT et Julia HERTIN : Impacts of information and communication technologies on environmental sustainability : Speculations and evidence. Report to the OECD, SPRU-Science and Technology Policy Research, University of Sussex, 2001.
- Christophe BEZES : Une comparaison empirique du profil des acheteurs monocanal et multicanaux. *Management Prospective Ed.*, 52(2):119–137, 2012.
- Régis BIGOT et Sandra HOIBIAN : Les Français avancent à grands pas sur la longue route écologique. Cahier de Recherche 272, Crédoc, Dec 2010.
- Régis BIGOT et Sandra HOIBIAN : Environnement : des bonnes intentions aux bonnes pratiques. *Consommation & mode de vie* 242, Crédoc, Aug 2011.
- Valérie BILLARD : Le réseau comme réponse à une meilleure prise en charge des personnes âgées. la communauté des établissements gériatriques de l'agglomération rouennaise. *Gestions Hospitalières*, 404:165–169, 2001.
- Jean BONCOEUR et Hervé THOUÉMENT : *Histoire des idées économiques, de Platon à Marx*. Nathan, 1989.
- Olivier BONTOUT, Christel COLIN et Roselyne KERJOSSE : Personnes âgées dépendantes et aidants potentiels : une projection à l'horizon 2040. *Etudes & Résultats* 160, Drees, Feb 2002.

- Mathieu BORDIGONI, Alain HITA et Gilles LE BLANC : Role of embodied energy in the european manufacturing industry : Application to short-term impacts of a carbon tax. *Energy Policy*, 43:335–350, 2012.
- Gerhard BOSCH et Alexandra WAGNER : Economies de services en europe et raisons de la croissance de l'emploi dans les services. *Sociologie du Travail*, 46:451–475, 2004.
- Dominique BOURG et Nicolas BUCLET : L'économie de la fonctionnalité. changer la consommation dans le sens du développement durable. *Futuribles*, 313:27–37, Nov 2005.
- Margot BRATT et Agneta PERSSON : Future CO2 savings from on-line shopping jeopardised by bad planning. *In ECEEE proceedings*, 2001.
- Michael BROWNE, Christophe RIZET, Jacques LEONARDI et Julian ALLEN : Analysing energy use in supply chains : the case of fruits and vegetables and furniture. *In Proceedings of the Logistics Research Network Annual Conference 2008*, pages pp. 395–401. University of Liverpool, UK, Liverpool University Press, 10th-12th September 2008.
- Harley BROWNING et Joachim SINGELMANN : *The Emergence of a Service Society : Demographic and Sociological Aspects of the Sectoral Transformation of the Labor Force in the U.S.A.* National Technical Information Service, Springfield, 1975.
- Nicolas BUCLET : Vendre l'usage d'un bien plutôt que le bien lui-même : une piste pour concilier meilleure prise en compte de l'environnement et rentabilité des entreprises. *In Growth Employment and Location of Services : New Trends in a Global World. XVth International RESER Conference*, Granada, September 22-24 2005.
- Sally CAIRNS : Potential traffic reductions from home delivery services : Some initial calculations. TSU working paper 97/45, UCL, London, 1997.
- Emmanuelle CAMBOIS, Aurore CLAVEL et Jean-Marie ROBINE : L'espérance de vie sans incapacité continue d'augmenter. *Solidarité & Santé*, 2:7–22, 2006.
- Arnaud CAMPÉON : Vieillesse ordinaires en solitude. *Gérontologie & Société*, 138(3):217–229, 2011.
- Béatrice CANEL-DEPITRE : La «logistique inversée» : réponse efficace au consommateur et au citoyen. *In 4ème congrès Les tendances du marketing en Europe*, Paris, Jan 2005.
- Jean CARASSUS : Les immeubles de bureaux «verts» tiennent-ils leurs promesses? performances réelles, valeur immobilière et certification «hqe® exploitation». Rapport technique, CSTB et Certivéa, 2011.
- CAS : L'ajustement de l'emploi dans la crise. Note de veille n. 156, Nov 2009.

- CEREN : Suivi du parc et des consommations d'énergie. Rapport technique, 2008.
- CEREN : Segmentation détaillée du secteur tertiaire, surfaces et consommations d'énergie en 2007. Rapport technique, 2009.
- CEREN : Suivi du parc et des consommations d'énergie du secteur tertiaire en 2010. Rapport technique, 2012.
- CERPHI : Services à la personne : et du côté des utilisateurs? Rapport technique, Etude réalisée pour Domplus, 2006.
- Salma CHAHED-JEBALIA : *Modélisation et analyse de l'organisation et du fonctionnement des structures d'hospitalisation à domicile*. thèse de doctorat, Ecole Centrale Paris, 2008.
- Richard B. CHASE : Where does the customer fit in a service operation? *Harvard Business Review*, 56:137–142, 1978.
- Claire CHAUMONT : Le paradoxe de la coopération en milieu hospitalier. *Gestions Hospitalières*, 516:26–30, 2012.
- Amandine CHEVALIER et Charlotte FOURCROY : Functional service economy : a pathway to real energy savings? the case of vehicle rental by french households. *In ISEE Conference 16-19 juin 2012*, 2012.
- David CHOTARD, Midori MILLION, Caroline BERTHON, Sylvain LAURENCEAU et Louis-Gaëtan GIRAUDET : Analyse préliminaire de la valeur verte pour les logements. Rapport technique, Ademe, 2011.
- Colin CLARK : *The Conditions of Progress and Security*. Presses Universitaires de France, Paris, trad. fr. édition, 1960.
- Fabrice COLLARD, Patrick FÈVE et Franck PORTIER : Electricity consumption and ict in the french service sector. *Energy Economics*, 27:541–550, 2005.
- Emmanuel COMBE : *Le low cost*. La Découverte, 2011.
- COMMISSION MONDIALE SUR L'ENVIRONNEMENT & LE DÉVELOPPEMENT : Rapport Brundtland, notre avenir à tous. Rapport technique, ONU, 1987.
- COMMUNAUTO : Le projet auto + bus, évaluation d'initiatives de mobilité combinée dans les villes canadiennes. Rapport technique, TECSULT Inc., 2006.
- Catherine COOREMANS : Strategic fit of energy efficiency - strategic and cultural dimensions of energy - efficiency investments. *In Proceeding of the Summer School 2007, ECEEE*, pages 78–82, 2007.

- CRÉDOC : Pourquoi les consommateurs fréquentent-ils les commerces de proximité? Rapport technique, Commission d'orientation du commerce de proximité, 2011.
- Patricia CROUTTE, Franck DELPAL et Georges HATCHUEL : Représentations et pratiques de la consommation engagée, évolution 2002-2006. Cahier de recherche 231, Crédoc, Dec 2006.
- François CUSIN : De la fonctionnalité à l'accès. *Futuribles*, 360:5–20, Feb 2010.
- Peter W DANIELS : A global service economy? In John R BRYSON et Peter W DANIELS, éditeurs : *The Handbook of Service Industries*, pages 103–125. Edward Elgar, Cheltenham, 2007.
- Albert DAVID et Djoudja SAÏDI-KABECHE : Logistique et transport dans le commerce électronique : stratégie, organisation et processus d'apprentissage. Rapport final d'étude, Ecole des Mines de Paris, ARMINES, 2002.
- René DE KOSTER : The logistics behind the enter click. In Andreas KLOSE, M. Gracia SPERANZA et Luk N. VAN WASSENHOVE, éditeurs : *Quantitative approaches to distribution logistics and supply chain management*, chapitre 3. Springer, Berlin, 2002.
- Erik DE VRIES : Innovation in services in networks of organisations and in the distribution of services. *Research Policy*, 35(7):1037–1051, Sep 2006.
- Michèle DEBONNEUIL : L'économie quaternaire : une croissance durable à construire. Rapport pour le gouvernement, Jan 2010.
- Jean-Claude DELAUNAY et Jean GADREY : *Les Enjeux de la Société de Services*. Les Presses de Sciences Po, Paris, 1987.
- Bernard DELMAS et Jean GADREY : On the substitution of goods and services. In Gary AKEHURST et Jean GADREY, éditeurs : *The Economics of Services*. Franck Cass, 1987.
- DELOITTE : Efficacité énergétique, émissions de CO2 et autres émissions gazeuses spécifiques des modes de transport. Rapport technique, Ademe, 2008.
- Meghnad DESAI et William LOW : Measuring the opportunity for product innovation. In Marcello DE CECCO, éditeur : *Changing Money : Financial Innovation in Developed Countries*, pages 112–140. Basil Blackwell, Oxford, 1987.
- Cécile DÉSAUNAY : Le renouveau du commerce de proximité. Note de veille, Sep 2012.
- Benoit DESMARCHELIER, Faiz GALLOUJ et Faridah DJELLAL : Economic growth by waste generation : the dynamics of a vicious circle. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 652:129–138, 2011.

- DGCIS : Chiffres clés du commerce. Rapport technique, Ministère de l'économie, de l'Industrie et de l'Emploi, 2009.
- Elian DJAOUI : Approches de la «culture du domicile». *Gérontologie & Société*, 136 (1):77–90, 2011.
- Faridah DJELLAL : Le secteur du nettoyage face aux nouvelles technologies. *Formation Emploi*, 77:37–49, 2002.
- Faridah DJELLAL et Camal GALLOUJ : *Introduction à l'économie des services*. Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble, 2007a.
- Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ : Un modèle d'analyse de la dynamique de l'innovation dans les services : le cas des services de types architecturaux. *Economies & Sociétés*, EGS(7):1973–2010, 2005.
- Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ : La relation innovation emploi dans les services. *Travail & Emploi*, 108:45–56, Oct 2006.
- Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ : Les stratégies de productivité dans les services : assimilation, particularisme et intégration. *In 17ème conférence internationale du RESEARCH, Service competitiveness and cohesion-balancing dynamics in the knowledge society*, Tampere, Finland, Sep 2007b.
- Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ : *Measuring and Improving Productivity in Services : Issues, Strategies and Challenges*. Edward Elgar, Cambridge, 2008.
- Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ : Innovation dans les services et entrepreneuriat : au delà des conceptions industrialistes et technologistes du développement durable. *Innovations*, 29(1):56–86, 2009.
- Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ, éditeurs. *The Handbook of Innovation and Services. A Multidisciplinary Perspective*. Edward Elgar, Cheltenham, 2010.
- Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ : L'innovation dans les services, une innovation (plus) verte ? *In* Sophie BOUTILLIER, Faridah DJELLAL, Faïz GALLOUJ, Blandine LAPERCHE et Dimitri UZUNIDIS, éditeurs : *L'innovation verte. De la théorie aux bonnes pratiques*, Business and Innovation. P.I.E. Peter Lang, 2012.
- Jean-Paul DOIN : Les réseaux ville-hôpital : vers un nouveau mode de régulation en santé publique. *Gestions Hospitalières*, 417:449–456, 2002.
- Christian DU TERTRE : Des services aux entreprises à l'économie de la fonctionnalité : les enjeux du développement durable. *In* Edith HEURGON et Josée LANDRIEU, éditeurs : *L'économie des services pour un développement durable. Nouvelles richesses, nouvelles solidarités*. L'Harmattan, 2007.

- Christian DU TERTRE : Modèles économiques d'entreprise, dynamique macroéconomique et développement durable. In ATEMIS, éditeur : *Economie de la fonctionnalité, une voie pour articuler dynamique économique et développement durable*. ATEMIS, 2008.
- Michel DUÉE et Cyril REBILLARD : La dépendance des personnes âgées : une projection en 2040. Document de travail 2, Insee, Avr 2004.
- Anne DUJIN, Isabelle MOUSSAOUI, Xavier MORDRET et Bruno MARESCA : Les usages de l'énergie dans les entreprises du secteur tertiaire, des systèmes techniques aux pratiques. Cahier de Recherche 287, Crédoc, Déc 2011.
- Bruno DURAND, Jesus GONZALES-FÉLIU et Henriot FRÉDÉRIC : La logistique urbaine, facteur clé de développement du B to C. *Logistique & Management*, 18:7–19, 2010.
- Nathalie DUTHEIL : Les aides et les aidants des personnes âgées. Etudes & Résultats 142, Drees, Nov 2001.
- Eustache EBONDO et Benoit PIGE : L'arbitrage entreprise / marché : le rôle du contrôle interne. In *22ème congrès de l'AFC*, 2001.
- Julia B. EDWARDS, Alan C. MCKINNON et Sharon L. CULLINANE : Comparative analysis of the carbon footprints of conventional and online retailing, a «last mile» perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(1-2):103–123, 2010.
- Pierre EIGLIER et Eric LANGEARD : *Servuction, le marketing des services*. Ediscience international, Paris, 1987.
- ETHEL : Rapport r2 - Bilans énergétiques transport-habitat & méthodologie BETHEL. Rapport technique, Laboratoire d'Economie des Transports, 2005.
- Franck EVAÏN, Mélanie BIGARD et David LEVY : Une hospitalisation en court-séjour sur deux a lieu à moins de 20 minutes du domicile. Insee Première 1397, Insee, Mar 2012.
- Rinaldo EVANGELISTA et Maria SAVONA : Innovation, employment and skills in services, firm and sectoral evidence. *Structural Change and Economic Dynamics*, 14:449–474, 2003.
- EXPLICIT : Enquête sur les consommations d'énergie des commerces et services de proximité en Ile-de-France. Rapport technique, Arene Idf et Ademe, 2008a.
- EXPLICIT : Etude du bilan énergétique et des émissions polluantes dues aux transports en Aquitaine. Rapport technique, DRE Aquitaine, 2008b.
- Sylvie FAUCHEUX, Christelle HUE et Olivier PETIT : NTIC et environnement : enjeux, risques et opportunités. *Futuribles*, 273, Mar 2002.

- Francis FELLINGER et Frédéric BOIRON : Mission de l'hôpital public. Rapport technique, Rapport au ministre, 2012.
- Aline FERRANTE : Grandes surfaces et réseaux d'enseignes dominant le commerce de détail. Insee Première 1404, Insee, 2012.
- Klaus FICHTER : E-commerce : sorting out the environmental consequences. *Journal of Industrial Ecology*, 6(2):25–41, 2002.
- Sila FILFLI et AL. : Quelles solutions pour des établissements de santé à consommation d'énergie annuelle inférieure à 100 kwh/m². Rapport technique, CSTB, Armines et Alto, 2006.
- Eric FIMBEL : Externalisation : discriminants et facteurs de succès. *L'Expansion Management Review*, 104:60–69, Mar 2002.
- Allan G B FISHER : Production, primary, secondary and tertiary. *Economic Record*, 15:24–38, jun 1939.
- Fabrice FLIPO et Cédric GOSSART : Infrastructure numérique et environnement : l'impossible domestication de l'effet rebond. *In Colloque international «Services, Innovation & Développement Durable»*, Poitiers, 26-28 mars 2008.
- Jean-Martin FOLZ, Christine CROS et Doris NICKLAUS : L'économie de la fonctionnalité, un plus pour l'environnement. Grenelle chantier n. 31, Oct 2008.
- Dominique FORAY : *L'économie de la connaissance*. La Découverte, Paris, 2000.
- Jean FOURASTIÉ : *Le grand espoir du XXème siècle. Progrès technique, progrès économique, progrès social*. Gallimard, Paris, seconde édition, 1963.
- Charlotte FOURCROY, Faïz GALLOUJ et Fabrice DECELLAS : Energy consumption in service industries : challenging the myth of non-materiality. *Ecological Economics*, 81:155–164, 2012.
- FRANCE-AIR : Solutions france air, chauffage des grands volumes. Rapport technique, France-Air, 2009.
- Richard B. FREEMAN : Can marketization of household production explain the jobs gap puzzle. *In* Mary GREGORY, Wiemer SALVERDA et Ronald SCHETTKAT, éditeurs : *Services and Employment. Explaining the US-European Gap*. Princeton University Press, 2007.
- Richard B. FREEMAN, Ronald SCHETTKAT, Dufflo ESTHER et Tullio JAPPELLI : Marketization of household production and the EU-US gap in work. *Economic Policy*, 20(41):7–50, Jan 2005.

- Caroline FREUND et Diana WEINHOLD : The internet and international trade in services. *American Economic Review*, 92(2):236–240, Mai 2002.
- Victor FUCHS : *The Service Economy*. National Bureau of Economic Research, New-York, 1968.
- Jean GADREY : The double dynamics of services. In Gary AKEHURST et Jean GADREY, éditeurs : *The Economics of Services*. Franck Cass, 1987.
- Jean GADREY : Le service n'est pas un produit : quelques implications pour l'analyse économique et pour la gestion. *Politiques & Management Public*, 9(1):1–24, mar 1991.
- Jean GADREY : La modernisation des services professionnels : rationalisation industrielle ou rationalisation professionnelle ? *Revue Française de Sociologie*, 35:163–195, 1994.
- Jean GADREY : *Services : la productivité en question*. Desclée de Brouwer, Paris, 1996.
- Jean GADREY : The characterization of goods and services : an alternative approach. *Review of Income and Wealth*, 46(3):369–387, 2000.
- Jean GADREY : Emploi, productivité et évaluation des performances des services. In Jean GADREY et Philippe ZARIFIAN, éditeurs : *L'émergence d'un modèle du service : enjeux & réalités*, pages 57–89. Editions Liaisons, 2002a.
- Jean GADREY : *New Economy, New Myth*. Routledge, 2002b.
- Jean GADREY : *Socio-économie des services*. La Découverte, Paris, 3rd édition, 2003.
- Jean GADREY : The environmental crisis and the economics of services : the need for revolution. In Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ, éditeurs : *The Handbook of Innovation and Services*. Edward Elgar, Cheltenham, 2010.
- Gérald GAGLIO, Jacques LAURIOL et Christian DU TERTRE, éditeurs. *L'économie de la fonctionnalité : une voie nouvelle vers un développement durable ?* Octares Edition, 2011.
- Camal GALLOUJ : *Innover dans la grande distribution*. De Boeck Université, Bruxelles, 2007.
- Camal GALLOUJ : *L'économie des services à la personne*. Wolters Kluwer, 2008.
- Camal GALLOUJ et Saïda GALLOUJ : L'innovation dans la grande distribution : essai de construction d'une approche servicielle. *Revue Management & Avenir*, 21:103–120, 2009.

- Faïz GALLOUJ : Les formes d'innovation dans les services de conseil. *Revue d'Economie Industrielle*, 57:25–45, 1991.
- Faïz GALLOUJ : *Economie de l'innovation dans les services*. Logiques économiques. Editions L'Harmattan, 1994.
- Faïz GALLOUJ : Les trajectoire de l'innovation dans les services : vers un enrichissement des taxonomies évolutionnistes. *Economies & Sociétés*, EGS(1):143–169, may 1999.
- Faïz GALLOUJ : *Innovation in the Service Economy. The New Wealth of Nations*. Edward Elgar, Cheltenham, 2002.
- Faïz GALLOUJ, Céline MERLIN et Anne-Catherine PROVOST-MOURSIL : Public-private partnership in hospital innovation : Implications for hospital management. Servppin project, wp5, 2010.
- Faïz GALLOUJ et Maria SAVONA : Towards a european strategy in support of innovation in services. Rapport technique, Commission Européenne, DG Entreprise, 2008.
- Faïz GALLOUJ et Maria SAVONA : Innovations in services : a review of the debate and a research agenda. *Journal of Evolutionary Economics*, 19(2):149–172, 2009.
- Faïz GALLOUJ et Maria SAVONA : Towards a theory of innovation in services : a state of art. In Faridah DJELLAL et Faïz GALLOUJ, éditeurs : *The Handbook of Innovation and Services. A Multidisciplinary Perspective*. Edward Elgar, 2010.
- Faïz GALLOUJ et Olivier WEINSTEIN : Innovation in services. *Research Policy*, 26(4-5):537 – 556, 1997.
- Jonathan I. GERSHUNY : Post-industrial society : the myth of the service economy. *Futures*, 9(2):103–114, Apr 1977.
- Jonathan I GERSHUNY : *After Industrial Society. The Emerging of Self-service Economy*. MacMillan, London, 1978.
- Orio GIARINI et Walter R. STAHEL : *Les limites du certain. Affronter les risques dans une nouvelle économie de service*. Presses polytechniques & universitaires romandes, Lausanne, 1990.
- Vincent GOMBAULT : Deux ménages sur trois disposent d'Internet chez eux. Insee Première 1340, Insee, 2011.
- GRECAM : Etude sur l'estimation et la caractérisation du parc d'entrepôts en ile de france. Rapport technique, DREIF, 2009.

- Christian GRONROOS : *Service Management and Marketing : Managing the Moments of Truth in Service Competition*. Lexington books, 1990.
- Paolo GUERRIERI et Valentina MELICIANI : Technology and international competitiveness : the interdependence between manufacturing and producer services. *Structural Change and Economic Dynamics*, 16:489–502, 2005.
- Sylvia HARMS et Bernard TRUFFER : The emergence of a nationwide carsharing cooperative in switzerland. Rapport technique, Communauto, 1998. Accessed March 9, 2012.
- HAS : La chirurgie ambulatoire en 12 questions, Apr. 2012.
- HCAAM : L'assurance maladie face à la crise : éléments d'analyse. Rapport annuel, Haut Conseil pour l'avenir de l'assurance maladie, 2010.
- Stéphane Le HÉNAFF : Danone Eaux se lance dans la mutualisation logistique chez Carrefour. L'Officiel des transporteurs, Mar 2011.
- Markus HESSE : Shipping news : the implications of electronic commerce for logistics and freight transport. *Resources, Conservation and Recycling*, 36(3):211 – 240, 2002.
- Edith HEURGON et Josée LANDRIEU, éditeurs. *L'économie des services pour un développement durable : nouvelles richesses, nouvelles solidarités*. L'Harmattan, Paris, 2007.
- T. Peter HILL : On goods and services. *Review of Income and Wealth*, 23(4):315–338, dec 1977.
- T. Peter HILL : Tangibles, intangibles and services : a new taxonomy for the classification of output. *Canadian Journal of Economics*, 32(2):426–446, apr 1999.
- Stanley C. HOLLANDER : The wheel of retailing. *Journal of Marketing*, 25(1):pp. 37–42, 1960.
- Lucienne HONTARREDE : Famille & société, sondages 2003-2004. Dossier d'étude 63, CNAF, Dec 2004.
- Peter W. HUBER et Mark P. MILLS : Dig more coal, the PCs are coming. Forbes, May 1999.
- IFEN : La tertiarisation de l'économie et la réduction des émissions de CO₂. lettre thématique mensuelle de l'IFEN, sep 2004. n 95.
- IFOP : Observatoire des commerces, perceptions croisées des français et des professionnels du secteur. vague 9. Rapport technique, Ifop-Médicis, 2012.

- Sven ILLERIS : *Services and Regions in Europe*. Avebury, Aldershot, 1989.
- Sven ILLERIS : *The Service Economy, a Geographical Approach*. John Wiley and Sons, Chichester, 1996.
- Sven ILLERIS : The nature of services. In John R BRYSON et Peter W DANIELS, éditeurs : *The Handbook of Service Industries*, pages 19–33. Edward Elgar, Cambridge, 2007.
- Adam B. JAFFE et Robert N. STAVINS : Energy-efficiency gap : What does it means. *Energy Policy*, 22(10):804–810, 1994.
- Agathe JAFFREDO : Le commerce alimentaire mise sur la proximité. Article dans *Chef d'entreprise*, Dec 2009.
- Christophe JEMELIN et Nicolas LOUVET : Etude sur l'autopartage à paris. analyse des comportements et des représentations qui lui sont associés. Rapport technique, Ademe et Mairie de Paris, 2007.
- JOURNAL DU NET : France : la banque en ligne. chiffres clefs, 28 juin 2010a.
- JOURNAL DU NET : France : l'e-administration. chiffres clefs, 6 avril 2010b.
- JOURNAL DU NET : France : le marché de l'e-commerce. chiffres clefs, 23 septembre 2010c.
- JOURNAL DU NET : France : le marché du e-commerce b to b. chiffres clefs, 31 mai 2010d.
- JOURNAL DU NET : France : le marché du tourisme en ligne. chiffres clefs, 12 juillet 2010e.
- JOURNAL DU NET : France : les cyberconsommateurs. chiffres clefs, 5 juillet 2010f.
- JOURNAL DU NET : France : les sites marchands. chiffres clefs, 14 juin 2010g.
- Homa KATOUZIAN : The development of service sector : a new approach. *Oxford Economic Papers*, 22:362–382, 1970.
- Roselyne KERJOSSE : Personnes âgées dépendantes : dénombrement, projection et prise en charge. *Retraite & Société*, 2(39):11–35, 2003.
- Khaled KHLIFA : Journées d'hospitalisation non pertinentes. enquête rétrospective descriptive «un jour donné». Mémoire, Centre Hospitalier «Jacques MONOD» Flers (61), 2005.
- KPMG : L'industrie hôtelière française en 2012. Rapport technique, KPMG, 2012.

- Simon KUZNETS : *Economic Change*. Norton, New York, 1953.
- T.R. LAKSHMANAN : Technological and institutional innovations in the service sector. In Ake ANDERSSON, David BATTEN et Charles KARLSSON, éditeurs : *Knowledge and Industrial Organization*, pages 63–80. Springer Verlag, 1989.
- Kevin LANCASTER : A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74(2):132–157, 1966.
- Josée LANDRIEU : Les services au coeur du développement durable : pour une culture économique différente. In Edith HEURGON et Josée LANDRIEU, éditeurs : *L'économie des services pour un développement durable : nouvelles richesses, nouvelles solidarités*. L'Harmattan, 2007.
- Clayton LANE : Phillycarshare : First-year social and mobility impacts of carsharing in philadelphia, pennsylvania. *Transportation Research Record*, 1927:158–166., 2005.
- Jacques LAURIOL : Stratégies d'entreprises, développement durable et économie de la fonctionnalité : vers des écosystèmes serviciels. In E. HEURGON et J. LANDRIEU, éditeurs : *L'économie des services pour un développement durable. Nouvelles richesses, nouvelles solidarités*. L'Harmattan, 2007.
- Stéphane LE BOULER : Prospective des besoins d'hébergement en établissement pour les personnes âgées dépendantes. Rapport de mission, Commissariat général du Plan, Jul 2005.
- Rémy LE MOIGNE et Nicolas BOUNIOL : Pooling, quand l'union fait la force. Supply chain magazine, Jan 2008.
- Aude LÉCROART : Projections du nombre de bénéficiaires de l'APA en france à l'horizon 2040-2060. sources, méthode et résultats. Document de travail, Drees, sep 2011.
- Jean-François LEFÈVRE-FARCY : La révolution tertiaire : services, emploi et croissance. *Revue Française d'Economie*, 7(1):139–166, 1992.
- Jean-François LEMOINE : Les stratégies d'innovation dans le commerce indépendant de proximité. *Cahiers de Recherche PRISM-Sorbonne*, 2010.
- Michael LEVY, Dhruv GREWAL, Robert A. PETERSON et Bob CONNOLLY : The concept of the "big middle". *Journal of Retailing*, 81(2):83 – 88, 2005.
- Laurent LIVOLSI et Christelle CAMMAN : La mutualisation logistique dans le canal de distribution : une stratégie de contournement de la loi de modernisation de l'économie. *Management Prospective Ed.*, 52:99–118, 2012.

- Christopher LOVELOCK : Classifying services to gain strategic marketing insights. *Journal of Marketing*, 47(3):9–20, 1983.
- Christopher LOVELOCK, Jochen WIRTZ et Denis LAPERT : *Marketing des services*. Pearson Education, 5th édition, 2004.
- Jacques LUCAS : Télémédecine. les préconisations du conseil national de l'ordre des médecins. Rapport technique, Conseil National de l'Ordre des Médecins, 2009.
- Robert F. LUSCH et Stephen L. VARGO : Service-dominant logic : Reactions, reflections and refinements. *Marketing Theory*, 6(3):281–288, 2006.
- Loren LUTZENHISER : Social and behavioral aspects of energy use. *Annual Review of Energy and the Environment*, 18:247–289, 1993.
- Christelle MAGAUD : Le hard-discount contre attaque. pointsdevente.fr, 2010.
- Paul P. MAGLIO, Cheryl A. KIELISZEWSKI et James C. SPOHRER, éditeurs. *The Handbook of Service Science*. Springer, 2010.
- Nicolas MAIRET : *Déterminants de la demande d'énergie dans le secteur tertiaire en France, une analyse technico-économique*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier 1, 2009.
- Karl MARX : *Un chapitre inédit du capital*. Union générale d'Éditions, Paris, 1971.
- Scott MATTHEWS, Chris HENDRICKSON, Eric WILLIAMS et Takashi TAGAMI : Economic and environmental implications of online retailing in the United States. *Environmental Impact Assessment Review*, 22:493–507, 2002.
- Malcolm MCNAIR : Significant trends and developments in the postwar period. In A. B. SMITH, éditeur : *Competitive Distribution in a Free High Level Economy and its Implications for the University*. University of Pittsburgh Press, 1958.
- Rens MEIJKAMP : Changing consumer behaviour through eco-efficient services. an empirical study on car sharing in the netherlands. *Business Strategy and the Environment*, 7:234–244, 1998.
- Rens MEIJKAMP : *Changing Consumer Behaviour through Eco-efficient Services. An Empirical Study on Car Sharing in the Netherlands*. Thèse de doctorat, Delft University of Technology, 2000.
- Thierry MÉOT : Les services marchands en 2011 : croissance maintenue. Insee Première 1405, Insee, Jul 2012.

- MERCER MANAGEMENT CONSULTING : Services domestiques à l'horizon 2010 : futur eldorado ou miroir aux alouettes ? Rapport technique, Mercer Management Consulting, 2005.
- Céline MERLIN-BROGNIART : L'évaluation de la performance des services, vers une approche adaptée à la nature des services et de leur durabilité. In Sophie BOUTILLIER, Faridah DJELLAL, Faïz GALLOUJ, Blandine LAPERCHE et Dimitri UZUNIDIS, éditeurs : *L'innovation verte. De la théorie aux bonnes pratiques*, Business and Innovation, pages 97–123. P.I.E. Peter Lang, 2012.
- Nicolas MICHEL : Le hard-discount en France : nombre de magasins, surfaces totales et moyennes par enseigne. distripédie.com, 2007.
- Nicolas MICHEL : Les parts de marché du hard-discount en France, 1992-2009. distripédie.com, 2010.
- Ian MILES : Knowledge-intensive services and innovation. In J. R. BRYSON et P. W. DANIELS, éditeurs : *The Handbook of Service Industries*. Edward Elgar, 2007.
- Peter K. MILLS : *Managing Service Industries : Organizational Practices in a Postindustrial Economy*. Ballinger Publishing Company, Cambridge, 1986.
- Marcela MIOZZO et Luc SOETE : Internationalization of services : A technological perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 67(2-3):159 – 185, 2001.
- MNAIH : Première approche d'un référentiel de dimensionnement pour un établissement de santé. Rapport technique, Mission Nationale d'Appui à l'Investissement Hospitalier, 2008.
- Philippe MOATI : Le hard discount est durablement installé dans le paysage. article dans *constructif*, n 28, Feb 2011.
- Oksana MONT : Clarifying the concept of product-service system. *Journal of Cleaner Production*, 10(3):237 – 245, 2002.
- Oksana MONT : Institutionalisation of sustainable consumption patterns based on shared use. *Ecological Economics*, 50:135–153, 2004.
- Alexis MONTAUT : Santé et recours aux soins des femmes et des hommes. *Etudes & Résultats* 717, Drees, Feb 2010.
- Thierry MULLER, Patrick BROUSSE, Sandra THEVENAZ et Annabelle ROUSSEAU : Baromètre outsourcing 2005. pratiques et tendances du marché de l'externalisation en France. Rapport technique, Ernst and Young, 2005.

- Thierry MULLER, Paul WOOD, Patrick BROUSSE, Amélie FOUASSIER et Stéphanie PERSYN : De l'externalisation à la fragmentation des entreprises. baromètre outsourcing europe 2008. Rapport technique, Ernst and Young, 2008.
- John NAISBITT : *Megatrends. Ten New Directions Transforming our Lives*. Warner Books, 1982.
- Keisuke NANSAI, Shigemi KAGAWA, Sangwon SUH, Minoru FUJII, Rokuta INABA et Seiji HASHIMOTO : Material and energy dependence of services and its implications for climate change. *Environmental Science and Technology*, 43:4241–4246, 2009.
- Richard R. NELSON et Sidney G. WINTER : *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap Harvard, UK, 1982.
- Joseph P. NEWHOUSE : Reimbursing for health care services. *Economie publique*, 13 (2):3–31, 2003.
- OCDE : The service economy. OCDE publications, Paris, 2000.
- OCDE : *Panorama de la santé 2011*. OCDE Publications, 2011.
- Zeynep OR et Thomas RENAUD : Principes et enjeux de la tarification à l'activité à l'hôpital (T2A). enseignements de la théorie économique et des expériences étrangères. Document de travail 23, Irdes, Mar 2009.
- Dreal PACA : L'énergie et la question des transports. les politiques publiques face aux enjeux énergétiques. Fiche n 4., 2010.
- PARABELLUM et BOSSMAN CONSULTANTS : Etudes de proximité. Rapport technique, Parabellum and Bossman Consultants, 2012.
- Keith PAVITT : Sectoral patterns of technological change : Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13:343–374, 1984.
- PERIFEM : Etude "site commercial à haute efficacité énergétique". Rapport technique, Perifem & Ademe, 2010.
- Corinne PERRAUDIN, Nadine THEVENOT et Julie VALENTIN : Sous-traiter ou embaucher? une analyse empirique des comportements de substitution des entreprises de l'industrie en France entre 1894 & 2003. Document de travail 78, Centre d'étude de l'emploi, Dec 2006.
- Joseph B. PINE et James H. GILMORE : Welcome to the experience economy. *Harvard Business Review*, 76(4):97–105, 1998.

- Vincent POMPOUGNAC : Le commerce de proximité change de visage. Article dans *Franchise Magazine*, Mar 2009.
- Michael E. PORTER : *L'avantage concurrentiel. Comment devancer ses concurrents et maintenir son avance*. Stratégies et Management. Dunod, 2003.
- Prabodh POUROUCHOTTAMIN et Cristina DE LA FUENTE : Méthodologie de calcul du contenu énergétique des usages. Rapport technique, EDF R&D, 2010.
- Anne PRIGENT : Quand les patients vont à l'hôtel de l'hôpital. Article de *Le Figaro Santé*, 26 février 2012.
- Yves PUGET : L'évolution du hard-discount depuis 10 ans. Article dans *LSA*, Mar 2012.
- Georges PUJALS : Délocalisations et externalisations gagnent la finance européenne. *Revue d'Economie Financière*, 90(90):117–147, 2007.
- Mikko PUNAKIVI : *Comparing Alternative Home Delivery Models for E-grocery Business*. Thèse de doctorat, Helsinki University of Technology, 2003.
- Bertrand QUÉLIN : L'outsourcing : une approche par la théorie des coûts de transaction. *Réseaux*, 15(84):67–92, 1997.
- Lucas REIJNDERS et Martijn J. HOOGEVEEN : Energy effects associated with e-commerce : A case-study concerning online sales of personal computers in the netherlands. *Journal of Environmental Management*, 62(3):317 – 321, 2001.
- Jeremy RIFKIN : *L'âge de l'accès*. La découverte, Paris, 2000.
- Christophe RIZET, Michael BROWNE, Eric CORNELIS et Jacques LEONARDI : Emissions de gaz à effet de serre des chaînes logistiques. *Logistique & Management*, 18(2):73–83, 2010.
- Christophe RIZET et Basile KEÏTA : Chaînes logistiques et consommation d'énergie : cas du yaourt & du jean. Rapport technique, INRETS-ADEME., 2005.
- Jean-Marie ROBINE, Pierre MORMICHE et Emmanuelle CAMBOIS : L'évolution de l'espérance de vie sans incapacité à 65 ans. *Gérontologie & Société*, 71:64–84, 1994.
- Joseph ROMM, Arthur ROSENFELD et Susan HERRMAN : The Internet economy and global warming : A scenario of the impact of e-commerce on energy and the environment. Report, The Center for Energy and Climate Solutions, 1999.
- Bert ROSENBLOOM : Multi-channel strategy in business-to-business markets : Prospects and problems. *Industrial Marketing Management*, 36:4–9, 2007.

- Delphine ROY : Le travail domestique : 60 milliards d'heures en 2010. Insee Première 1423, Insee, Nov 2012.
- Christian RYDEN et Emma MORIN : Environmental assessment. Report wp6. version 1.1, Moses, 2005.
- Saeed SAMIEE : The internalization of services : Trends, obstacles and issues. *Journal of Service Marketing*, 13(4/5):319–336, 1999.
- Pier Paolo SAVIOTTI et J. Stanley METCALFE : A theoretical approach to the construction of technological output indicators. *Research Policy*, 13:141–151, 1984.
- Michel SAVY : Tic et territoire : le paradoxe de la localisation. *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, 33:129–146, 1998.
- Jean-Baptiste SAY : *Traité d'économie politique*. Calmann-Levy, Paris, 1972.
- Joachim SCHLEICH : Barriers to energy efficiency : a comparison across the german commercial and services sector. *Ecological Economics*, 68:2150–2159, 2009.
- SESSI : Tableau de bord des tic et du commerce électronique. Rapport technique, Ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi, 2008.
- G. Lynn SHOSTACK : Breaking free from product marketing. *Journal of Marketing*, 41(2):73–80, 1977.
- Hanne SIIKAVIRTA, Mikko PUNAKIVI, Mikko KÄRKKÄINEN et Lassi LINNANEN : Effects of e-commerce on greenhouse gas emissions. a case study of grocery home delivery in Finland. *Journal of Industrial Ecology*, 6(2):83–97, 2003.
- Hilary SILVER : Only so many hours in a day : Time constraints, labour pools and demand for consumer services. In Gary AKEHURST et J. GADREY, éditeurs : *The Economics of Services*. Franck Cass, 1987.
- JCL Simonde de SISMONDI : *Nouveaux principes d'économie politique ou De la richesse dans ses rapports avec la population*. Calmann-Levy, Paris, 1971.
- Adam SMITH : *The Wealth of Nations, Book 2*. Editions Penguin Books, Londres, 1970.
- Luc SOETE et Marcela MIOZZO : *Trade and Development in Services : A Technological Perspective*. Research memorandum. MERIT, 1989.
- Gwennael SOLARD : Le commerce de proximité. Insee Première 1292, Insee, 2010.
- Steve SORRELL, Eoin O'MALLAY, Joachim SCHLEICH et Sue SCOTT : *The Economics of Energy Efficiency*. Edward Elgar, 2004.

- Walter R. STAHEL : From products to services : Selling performance instead of goods. Report 27, Institute for Prospective Technological Studies (ITPS), 1998.
- Thomas M. STANBACK : *Understanding the Service Sector. Employment, Productivity, Location*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1979.
- Nicolas STEHR : Theories of the information age. In John R. BRYSON et Peter W. DANIELS, éditeurs : *The Handbook of Service Industries*, pages 19–33. Edward Elgar, Cambridge, 2007.
- Sangwon SUH : Are services better for climate change. *Environmental Science and Technology*, 40(21):6555–6560, 2006.
- Daniel Z. SUI et David W. REJESKI : Environmental impacts of the emerging digital economy : The e-for-environment e-commerce? *Environmental Management*, 29:155–163, 2002.
- Alain TOURDJMAN *et al.* : Services à la personne : mode de vie, mode d’emploi. Observatoire de la Caisse d’Épargne, Caisse d’Épargne, 2006.
- Arnold TUKKER et Ursula TISCHNER, éditeurs. *New Business for Old Europe*. Greenleaf Publishing, 2006.
- Fred VAN RAAIJ et Theo VERHALLEN : A behavioral model of residential energy use. *Journal of Economic Psychology*, 3:39–63, 1983.
- Bernadette VEYSSET : *Dépendance et vieillissement*. L’Harmattan, 1989.
- Gordon WALKER et David WEBER : A transaction cost approach to make-or-buy decisions. *Administrative Science Quarterly*, 29(3):66–87, 1984.
- Richard A WALKER : Is there a service economy? the changing capitalist division of labor. *Science and Society*, 69(1):42–83, 1985.
- Barney WARF : Telecommunications and the globalization of financial services. *The Professional Geographer*, 41(3):257–271, 1989.
- Eric WILLIAMS et Takashi TAGAMI : Energy use in sales and distribution via e-commerce and conventional retail. a case study of the japanese book sector. *Journal of Industrial Ecology*, 6(2):99–114, 2003.
- Oliver E. WILLIAMSON : Comparative economic organization : The analysis of discrete structural alternatives. *Administrative Science Quarterly*, 36(2):269–296, Jun. 1991.
- Charlie WILSON et Hadi DOWLATABADI : Models of decision making and residential energy use. *The Annual Review of Environment and Ressources*, 32:169–203, 2007.

Paul WINDRUM et Manuel GARCIA-GONI : A neo-schumpeterian model of health services innovation. *Research Policy*, 37:649–672, 2008.

Hannu YRJÖLÄ : Physical distribution considerations for electronic grocery shopping. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(10):746–761, 2001.

Philippe ZARIFIAN : Histoire et enjeux du service durable. In Edith HEURGON et Josée LANDRIEU, éditeurs : *L'économie des services pour un développement durable : nouvelles richesses, nouvelles solidarités*. L'harmattan, 2007.

ZIPCAR : Zipcar customer survey shows car-sharing leads to car shedding. Rapport technique, 2005. Accessed march 9, 2012.

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Les services du XVIIème au XIXème siècle	11
Tableau 1.2	La tripartition de l'économie	13
Tableau 1.3	Quelques typologies des services	18
Tableau 2.1	La nomenclature du CEREN	34
Tableau 2.2	Evolution des consommations d'énergie finale par branche sur la période 1986-2007, en France, à climat normal	41
Tableau 2.3	Evolution des surfaces chauffées par branche, sur la période 1986-2010, en France	42
Tableau 2.4	L'enquête nationale transports et déplacements (ENTD) de 2007-2008	45
Tableau 2.5	Motifs de déplacement associés aux activités de services	47
Tableau 2.6	Croisement entre la catégorie socioprofessionnelle et le secteur d'activité	47
Tableau 2.7	Hypothèses de multimodalité	49
Tableau 2.8	Consommation d'énergie des différents modes de transport	50
Tableau 2.10	Estimation des consommations d'énergie pour les déplacements liés aux activités de services, en 2007, par mode de transport	53
Tableau 2.11	Estimation des consommations d'énergie des déplacements liés aux activités de services en 2007, par motif de déplacement	53
Tableau 3.1	Comparaison des consommations d'énergie pour les services réalisés dans la sphère domestique et la sphère marchande	80
Tableau 3.2	Exemple de services ayant adopté une stratégie de simplification	89
Tableau 3.3	Comparaison des consommations d'énergie entre un supermarché traditionnel et un hard-discounter	92
Tableau 3.4	Comparaison des consommations d'énergie entre un hôtel classique et un hôtel proposant une large diversité de services	95
Tableau 3.5	Sources de consommation d'énergie pour les services de soins de longue durée, à domicile ou dans un établissement spécialisé	100
Tableau 3.6	Comparaison des consommations d'énergie entre la vente traditionnelle et la vente à distance	105

Tableau 4.1	La variété des trajectoires d'innovation dans les services	117
Tableau 4.2	Une grille d'analyse de la prestation de service architectural	117
Tableau 4.3	Les effets des TIC sur l'environnement	118
Tableau 5.1	Hypothèses d'évolution du besoin de chauffage	189
Tableau 5.2	Hypothèses d'évolution des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire	189
Tableau 5.3	Hypothèses d'évolution du taux de pénétration de la climatisation (% de la surface chauffée)	190
Tableau 5.4	Hypothèses d'évolution des besoins et des rendements pour les autres usages	190
Tableau 5.5	Hypothèses d'évolution des systèmes d'éclairage	191
Tableau 5.6	Hypothèses d'évolution de l'activité hospitalière, à l'horizon 2035 .	194
Tableau 5.7	Hypothèses d'évolution des surfaces par patient, entre 2010 et 2035	194
Tableau 6.1	Poids des rayons dans un supermarché ou un hypermarché moyen	229
Tableau 6.2	Les offres des principaux groupes du commerce de détail alimentaire	235
Tableau 6.3	Densité d'hypermarchés par habitant dans quelques pays européens	236
Tableau 6.4	Hypothèses quant à la situation initiale du commerce de détail alimentaire	244
Tableau 6.5	Hypothèses d'évolution du besoin de froid commercial	248
Tableau 6.6	Hypothèses d'évolution des systèmes de production de froid	248
Tableau 6.7	Hypothèses d'évolution du besoin de chauffage	249
Tableau 6.8	Hypothèses d'évolution des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire	250
Tableau 6.9	Hypothèses d'évolution des systèmes d'éclairage	250
Tableau 6.10	Hypothèses d'évolution des besoins et des rendements pour les autres usages	251
Tableau 6.11	Hypothèses relatives à l'activité du commerce de détail alimentaire en 2035, pour les trois scénarios	252
Tableau 6.12	Hypothèses traduisant la <i>mise à niveau</i> des petits commerces . . .	253

Liste des figures

Figure 1	Comparaison entre le niveau de tertiarisation d'une économie et les consommations d'énergie par habitant, pour les principaux agrégats de pays	2
Figure 2	Articulation des chapitres de la thèse	4
Figure 1.1	Le triangle des services	15
Figure 1.2	Les trois types de logique de service	17
Figure 1.3	Mécanisme général de formation de la demande d'énergie	27
Figure 1.4	Les consommations d'énergie directes et indirectes d'un service	28
Figure 2.1	Structure sectorielle de la consommation d'énergie finale en 2009	38
Figure 2.2	Intensité énergétique de la valeur ajoutée, par secteur (Mtep/MdEuros2005) en 2009	38
Figure 2.3	Structure des usages de l'énergie finale dans le secteur tertiaire, en 2010, en France, à climat normal	39
Figure 2.4	Consommation d'énergie finale par branche, en 2010 en France	40
Figure 2.5	Consommation unitaire d'énergie par branche, en 2010 en France	40
Figure 2.6	Usages de l'énergie finale par branche, en 2010, en France	42
Figure 2.7	Informations recueillies auprès des répondants	45
Figure 2.8	Estimation de l'énergie incorporée des branches du secteur tertiaire en 2009	64
Figure 2.9	Réallocation des consommations d'énergie par secteur, en fonction de la demande finale, en 2009	66
Figure 3.1	Services de soins reçus par les bénéficiaires de l'APA, en 2010	98
Figure 4.1	La représentation générale des biens et services selon Gallouj et Weinstein	122
Figure 4.2	La représentation générale des biens et services incluant les techniques des clients	123
Figure 4.3	Une représentation du service adaptée à la question de la consommation énergétique	126
Figure 4.4	La représentation d'un service de mise en présence physique (M_p) : un déplacement en bus	128

Figure 4.5	La représentation d'un service de mise en présence virtuelle (M_p) : une communication par téléphone	128
Figure 4.6	La représentation en termes de caractéristiques d'un service de mise en condition	129
Figure 4.7	Relations entre les différentes dimensions des services et leur de- mande d'énergie	130
Figure 4.8	Exemple d'innovation modifiant la répartition des consommations d'énergie entre les parties prenantes au service	136
Figure 5.1	Les consommations d'énergie finale des différentes branches du sec- teur tertiaire, en 2007	149
Figure 5.2	Les consommations d'énergie unitaires (en kWh/m ²) des différentes branches du secteur tertiaire en 2007	149
Figure 5.3	La répartition des consommations d'énergie finale par usage, dans les hôpitaux et les cliniques, en 2007	150
Figure 5.4	La répartition moyenne des consommations d'énergie finale par usage dans les établissements de santé français	151
Figure 5.5	La répartition moyenne du budget d'un hôpital français	154
Figure 5.6	Evolution de la part de la chirurgie ambulatoire dans le total des actes de chirurgie	164
Figure 5.7	Evolution du nombre de patients traités en HAD	167
Figure 5.8	Reconstitution du parc hospitalier (en % de la surface hospitalière)	182
Figure 5.9	Consommations d'énergie par segment et par usage	182
Figure 5.10	Les résultats obtenus, selon les différents scénarios, à l'horizon 2035	197
Figure 5.11	La répartition des surfaces entre les différents types d'établissements	199
Figure 6.1	Consommations d'énergie unitaires dans le commerce (par m ² de surface chauffée)	212
Figure 6.2	Répartition des consommations par usage, dans le commerce ali- mentaire de détail	213
Figure 6.3	Répartition des consommations d'énergie par usage, dans divers formats de magasins	213
Figure 6.4	Nombre de <i>drives</i> en France, début 2012	225
Figure 6.5	Gains permis par différents scénarios de développement du e-commerce en km/semaine	233
Figure 6.6	Schéma logistique traditionnel et non optimal	238
Figure 6.7	Exemple de logistique mutualisée : les Centres de Consolidation et de Collaboration (CCC)	239
Figure 6.8	Exemple de logistique mutualisée : les Entrepôts Mutualisés de Consolidation Aval (EMCA)	239

Figure 6.9 Répartition des consommations d'énergie par usage, selon les formats de magasin, en 2010	245
Figure 6.10 Consommations unitaires des différents formats de magasin, en 2010	245
Figure 6.11 Répartition des consommations d'énergie par formats de magasin, en 2010	245
Figure 6.12 Les résultats obtenus, selon les différents scénarios, à l'horizon 2035	254