



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2022

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Échoendoscopie œsophagienne pour cancer : comment améliorer
la communication des résultats au patient et au médecin traitant ?
Définition et structuration des informations requises,
représentation graphique et transmission dématérialisée.**

Présentée et soutenue publiquement le 24 mai 2022 à 14h00
au Pôle Formation
par **Rajaa SADKI**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Emmanuel CHAZARD

Assesseurs :

Monsieur le Docteur Matthieu CALAFIORE

Directeurs de thèse :

Monsieur le Professeur Emmanuel CHAZARD

Monsieur le Docteur Arthur LAURIOT DIT PREVOST

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Sigles

AD	Arcades dentaires
AC	<i>adenocarcinoma</i>
AD	Arcades dentaires
ADC	Adénocarcinome
AJCC	<i>American Joint Committee on Cancer</i>
BE	<i>Barrett's esophagus</i>
CE	Carcinome épidermoïde
CSP	Code de Santé Publique
DME	Dissection muqueuse endoscopique
EC	<i>Esophageal cancer</i>
EE	Échoendoscopie
EUS	<i>Endoscopic Ultrasound</i>
FNA	<i>Fine Needle Aspiration</i>
FNB	<i>Fine Needle Biopsy</i>
HAS	Haute Autorité de Santé
JOG	Jonction œsogastrique
JSON	<i>Java Script Object Notation</i>
PET-CT	<i>Positron Emission Tomography</i>
RCT	Radiochimiothérapie
RME	Résection muqueuse endoscopique
RTOG	<i>Radiation Therapy Oncology Group</i>
SCC	<i>Squamous cell carcinoma</i>
SFED	Société Française d'Endoscopie Digestive
SFR	Société Française de Radiologie
TNCD	Thésaurus National des Cancers Digestifs
TNM	Tumor Node Metastasis staging system
UICC	<i>Union for international Cancer Control</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
US	Ultrasons
YAML	<i>Yet Another Markup Language</i>

Sommaire

Avertissement.....	2
Sigles.....	3
Sommaire	4
Préambule	7
Introduction.....	8
1 L'œsophage	8
1.1 Anatomie	8
1.1.1 Description anatomique	8
1.1.2 Vascularisation :	10
1.1.3 Innervation :	14
1.2 Histologie.....	14
1.3 Physiologie	15
2 Cancer de l'œsophage	15
2.1 Épidémiologie.....	15
2.2 Type de CO et facteurs de risque	16
2.3 Pronostic	16
2.4 Diagnostic.....	17
2.4.1 clinique.....	17
2.4.2 Diagnostic paraclinique.....	17
2.5 Bilan d'extension	17
2.5.1 Évaluation de l'état général	17
2.5.2 Bilan d'extension locorégional	17
2.5.3 Bilan d'extension à distance :	18
2.5.4 Classification TNM et intérêt des examens paracliniques	18
2.6 Prise en charge thérapeutique	26
2.6.1 Évaluation de l'état général et prise en charge nutritionnelle	26
2.6.2 Stratégie thérapeutique	26
3 L'échoendoscopie :	27
3.1 Fondements physiques de l'EE.....	27
3.1.1 Matériel et usage	28
3.1.2 L'EE et œsophage	28
3.2 L'Echoendoscopie dans le bilan du cancer œsophagien	31
3.2.1 Indication de l'EE dans la prise en charge du CO	31
3.2.2 Intérêt, performance et limites de l'EE	32

3.2.3	Synthèse : Algorithme de prise en charge du cancer œsophagien	33
4	Information médicale	33
4.1	Définition et contenu de l'information médicale :	33
4.2	Cadre légal de l'information médicale	34
4.2.1	Relation malade-médecin	34
4.2.2	Relation entre professionnels de santé	34
4.3	Transmission de l'information médicale	34
4.3.1	Cadre de la relation médecin-patient	34
4.3.2	Cadre de la relation entre professionnels de santé	35
4.4	Information dans le compte rendu d'imagerie	36
4.4.1	Cadre légal du compte rendu d'imagerie	36
4.4.2	Qualité de l'information contenu dans le compte rendu	36
5	Objectif	36
	Article en Anglais	38
6	Introduction	38
6.1	Esophageal cancer	38
6.2	Medical information and imaging report	38
6.3	Objective of the study	39
7	Material and methods	39
7.1	Field definition	39
7.1.1	Literature review guidelines for reporting	39
7.1.2	Literature review frequently reported outcomes in scientific literature ...	40
7.1.3	Definition of relevant fields	41
7.1.4	Proposal of a structured form	41
7.1.5	2D mockup for patients	42
7.1.6	QR code	42
8	Results	42
8.1	Literature review guidelines for reporting	42
8.2	Literature review frequently reported outcomes in scientific literature	43
8.3	Definition of relevant fields	47
8.4	Proposal of a structured form	50
8.4.1	UML diagram	50
8.4.2	Json schema	51
8.4.3	Textual report	54
8.5	2D mockup for patients	56
8.6	QR code dematerialized export format	61
9	Discussion and conclusion	64

Discussion en Français	67
1 Comparaison aux données de la littérature.....	67
2 Forces et faiblesses de l'étude	68
3 Perspectives	68
Liste des tables.....	70
Liste des figures	71
Références	72
Annexe 1	78
Annexe 2	81
Annexe 3	82
Annexe 4	88
Annexe 5	89

Préambule

Le travail scientifique présenté dans cette thèse de médecine fait l'objet d'une publication d'article international en anglais. Il suit le plan suivant :

- Une introduction longue en français, qui poursuit deux objectifs : présenter le contexte médical avec une orientation principalement pédagogique, et présenter le contexte scientifique et l'objectif, comme le fait également l'introduction de l'article en anglais
- L'article en anglais, tel qu'il sera soumis à une revue scientifique internationale. Cet article suit le plan classique, dans le format imposé par le journal (introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion)
- Une discussion en français, qui reprend pour l'essentiel la discussion en anglais de l'article

Le document est structuré ainsi en application de la circulaire Toubon¹.

Les références présentées en fin de document, ainsi que les listes de figures et tables, résultent de la fusion des parties en anglais et en français. La numérotation est donc incrémentée dans l'ensemble du document, que les parties soient anglophones ou francophones.

¹ Circulaire du 19 mars 1996 concernant l'application de la loi no 94-665 du 4 août 1994 relative à l'emploi de la langue française. JORF n°68 du 20 mars 1996 page 4258. NOR: PRMX9601403C

Introduction

La présente thèse s'intéresse aux comptes rendus de l'échoendoscopie (EE) réalisée pour le bilan initial d'un cancer œsophagien.

Dans une première partie, nous présentons un rappel de l'anatomie et de la physiologie de l'œsophage, puis nous décrivons l'épidémiologie, la démarche diagnostique et thérapeutique actuellement validée dans la prise en charge du cancer œsophagien. Enfin, nous décrivons les particularités de cet examen, l'échoendoscopie digestive dans l'évaluation de cette pathologie.

1 L'œsophage

1.1 Anatomie

1.1.1 Description anatomique

L'œsophage est un segment du tube digestif reliant l'hypopharynx à l'estomac. C'est un conduit musculo-membraneux long de 25 cm. Afin de comparer les distances dans l'anatomie de l'œsophage, il est d'usage de mesurer la distance à partir des arcades dentaires (soit à partir des incisives). Cette mesure est utilisée en pratique courante lors des endoscopies, notamment pour situer les tumeurs œsophagiennes [1-3].

L'œsophage débute à 15 cm des arcades dentaires (AD), au niveau de la bouche de Killian (ou bouche œsophagienne), soit à + 15 cm des AD, et se termine au niveau du cardia, à + 40 cm des AD.

Classiquement, on distingue trois segments œsophagiens : cervical, thoracique et abdominal. Pour la classification des carcinomes, l'union internationale contre le cancer (UICC) distingue quatre segments de l'œsophage : l'œsophage cervical, l'œsophage thoracique supérieur, l'œsophage thoracique moyen et l'œsophage thoracique inférieur, tel que décrit dans la Figure 1.

- **L'œsophage cervical** : il s'étend de la bouche œsophagienne, en regard de la vertèbre C6 et du bord inférieur du cartilage cricoïde, jusqu'au bord supérieur du manubrium sternal (ou orifice thoracique supérieur) en regard de TH2 (de + 15 cm à + 20 cm des AD), il mesure en moyenne 5 à 6 cm.
- **L'œsophage thoracique supérieur** : il s'étend du manubrium sternal en regard de la vertèbre TH2 jusqu'au bord inférieur de la veine azygos (de + 20 cm à + 25cm des AD).
- **L'œsophage thoracique moyen** : il s'étend entre le bord inférieur de la veine azygos et les veines pulmonaires inférieures soit au niveau TH8 (de + 25 à +30 cm des AD).
- **L'œsophage thoracique inférieur** : il s'étend des veines pulmonaires inférieures au hiatus œsophagien (de + 30 à + 40 cm des AD). Il inclut

l'œsophage abdominal qui mesure 3 cm. Il se termine au niveau de la jonction œsogastrique (JOG) et du cardia en regard de TH10-TH11 [1,3-5].

La limite distale de la jonction œsogastrique a été définie à 2 cm du cardia (soit + 42 cm AD) dans la dernière révision de la classification *Tumor Node Metastases (TNM)* du cancer œsophagien, qui sera décrite ci-après [6].

Ces mesures peuvent varier d'un individu à l'autre, en fonction de la taille et de l'âge du sujet [6].

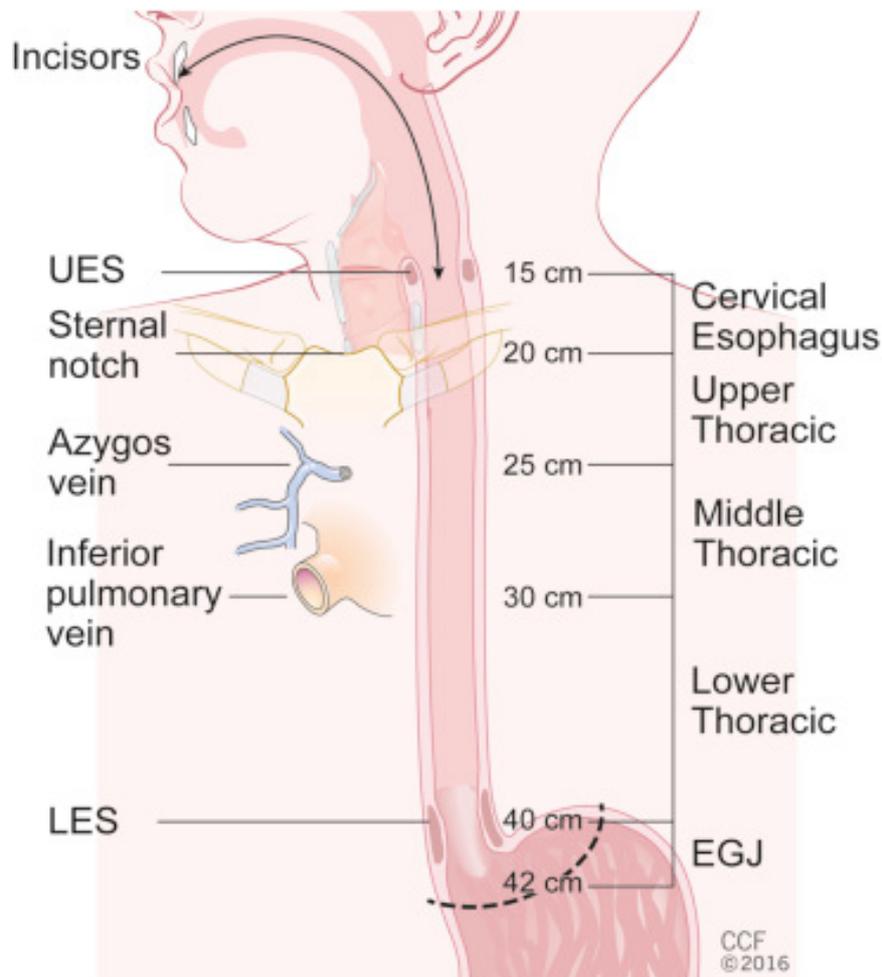


Figure 1 - illustration anatomique de l'œsophage, d'après[5],

L'œsophage traverse la partie inférieure du cou, le médiastin postérieur puis le diaphragme pour se terminer dans la cavité abdominale au niveau de la jonction œsogastrique. Il est en rapport avec la face antérieure des vertèbres cervicothoraciques et avec l'aorte thoracoabdominale [1].

Son trajet présente deux courbures, une courbure supérieure à concavité droite et une courbure inférieure à concavité gauche, délimitées par la crosse aortique. La crosse aortique chemine en avant de la trachée et de l'œsophage et se projette à + 22,5 cm des AD. Puis, l'aorte thoracique descendante vient longer l'œsophage sur le bord gauche d'avant en arrière. La bronche souche gauche chemine en avant de l'œsophage à + 27,5 cm des AD [2].

L'œsophage est un tube aplati, dont la lumière est en forme de fente qui devient plus arrondie au-dessus du diaphragme avec une forme étoilée . Ces plis disparaissent lors du passage du bol alimentaire [1].

La lumière de l'œsophage varie de 5 mm à 12 mm de large, il existe plusieurs points de constriction : au niveau de la bouche de Killian en regard du cartilage cricoïdien, puis au passage de l'arc aortique et de la bronche souche gauche et enfin à la traversée du diaphragme [2,3].

1.1.2 Vascularisation :

1.1.2.1 Artérielle

La vascularisation artérielle de l'œsophage dépend de branches issues de l'aorte. Cette vascularisation est étagée et se fait par de nombreuses artères de petit calibre qui constituent des réseaux capillaires pénétrant l'ensemble de la paroi œsophagienne et formant un réseau capillaire sous épithélial.

- Au niveau cervical : les artères œsophagiennes supérieures sont issues de l'artère thyroïdienne inférieure, qui est elle-même une branche de l'artère subclavière.
- Au niveau thoracique : les artères œsophagiennes sont courtes et longues et proviennent de l'aorte thoracique pour le segment supérieur, des artères bronchiques pour la partie moyenne et des artères intercostales à la partie inférieure.
- Au niveau abdominal : les artères œsophagiennes inférieures sont issues des artères diaphragmatiques inférieures qui sont des branches de l'aorte abdominale et de l'artère gastrique gauche naissante du tronc cœliaque [1,3,7,8].

1.1.2.2 Veineuse

La vascularisation veineuse de l'œsophage, illustrée dans la Figure 2, est composée d'un plexus veineux sous muqueux développé sur toute la hauteur de l'œsophage avec un contingent plus important au tiers inférieur. Le plexus veineux sous muqueux est relié à un plexus veineux péri-œsophagien. La vascularisation veineuse est largement similaire à la vascularisation artérielle [8].

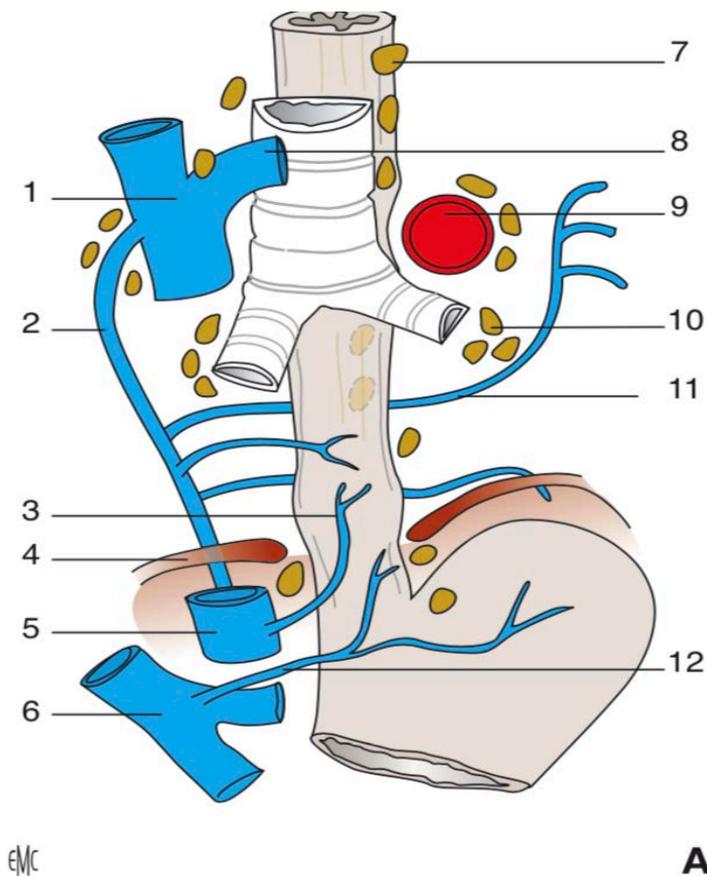


Figure 2 - vascularisation veineuse de l'œsophage, d'après [1]. 1. veine cave supérieure ; 2. veine azygos ; 3. anastomose portocave ; 4. diaphragme ; 5. veine cave inférieure ; 6. veine porte ; 7. nœuds lymphatiques récurrentiels gauches ; 8. veine brachiocéphalique gauche ; 9. crosse de l'aorte ; 10. nœuds lymphatiques du hile pulmonaire gauche ; 11. veine hémiazygos accessoire ; 12. veine gastrique gauche.

Au niveau cervical, le réseau veineux est drainé par les veines thyroïdiennes inférieures et la veine brachiocéphalique gauche. Au niveau thoracique, le réseau rejoint la veine azygos et les veines hémiazygos (accessoire et inférieure). Au niveau abdominal, le drainage veineux se fait par la veine phrénique inférieure et la veine gastrique gauche qui rejoint la veine porte en constituant une anastomose portocave [1,2,7,8].

1.1.2.3 Lymphatique

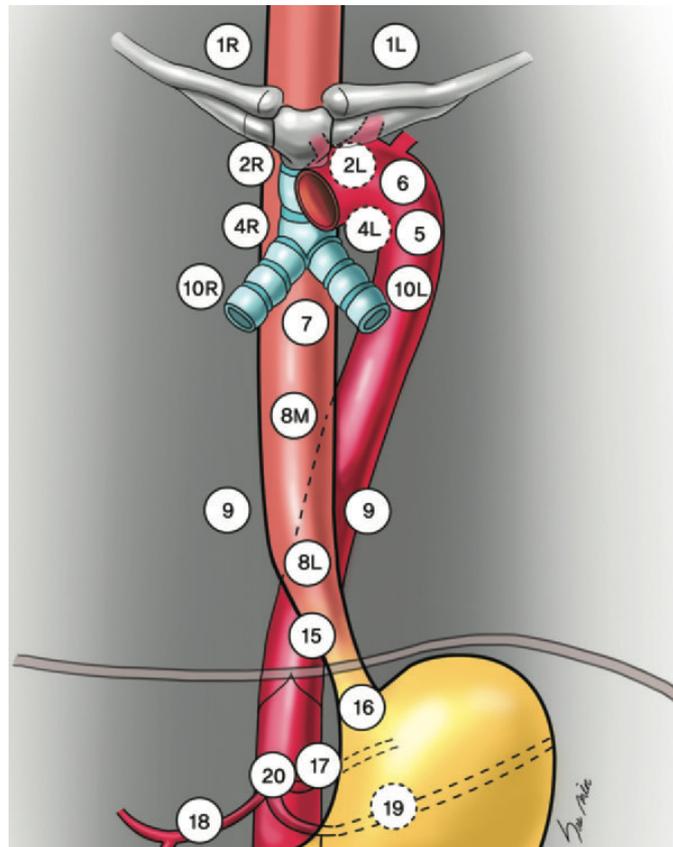


Figure 3 - Réseau lymphatique péri-œsophagien, d'après [9].

Le vascularisation lymphatique de la paroi œsophagienne est organisée en un réseau naissant au niveau de la sous muqueuse. Celui-ci forme un plexus qui occupe tous les plans de la paroi de l'œsophage et se termine à la surface de l'œsophage en se drainant dans les lymphonœuds para-œsophagiens. Le réseau sous muqueux, riche, est en continuité avec le réseau lymphatique du pharynx.

Ce drainage lymphatique, très développé, explique la lymphophilie des carcinomes œsophagiens, dont l'extension peut se faire à distance de la tumeur œsophagienne primitive [1,10].

Les aires lymphatiques de drainage sont étagées:

- Le segment cervical se draine vers les nœuds lymphatiques récurrentiels et jugulo-carotidiens.
- Le segment thoracique se draine vers les nœuds lymphatiques péri-œsophagien, les nœuds lymphatiques des hiles pulmonaires, les nœuds lymphatiques de la veine azygos et de la crosse de l'aorte.
- Le segment abdominal se draine dans les nœuds lymphatiques du cardia, de la région cœliaque, périgastrique, splénique et duodénale.

Les nœuds lymphatiques des différents segments sont en continuité les uns avec les autres [1,10].

En pratique courante, il est d'usage de se référer à la classification de la *Radiation Therapy Oncology Group* (RTOG) qui cartographie les aires ganglionnaires médiastinales en se basant sur les travaux de korst *et al.* et la classification d'Akyiama, tel qu'il est indiqué dans le Tableau 1 et la Figure 3. Les aires ganglionnaires médiastinales sont numérotées en chiffre et latéralisées (R pour droit et L pour gauche ou P pour postérieur) [6,10–12].

Tableau 1 - Classification des aires ganglionnaires médiastinales selon la RTOG , d'après [11]

Numérotation	Aire ganglionnaire
1 R/L	Aire ganglionnaire du médiastin supérieur ou supra claviculaire droite et gauche
2 R/L	Aire ganglionnaire paratrachéale haute droite et gauche
3 P	Aire ganglionnaire médiastinale postérieur ou rétrotrachéal
4 R/L	Aire ganglionnaire trachéobronchique droite et gauche ou paratrachéale inférieure droite et gauche
5 L	Aire ganglionnaire sous aortique (dans la fenêtre aortico-pulmonaire)
6	Aire ganglionnaire médiastinale antérieure
7	Aire ganglionnaire sous carénaire
8	Aire ganglionnaire para-œsophagienne supérieur (U) Moyenne (M) et Inférieure (Lo)
9 RL	Aire ganglionnaire du ligament pulmonaire (située la réflexion des plèvres pariétale et viscérales) droite et gauche
10 R/L	Aire ganglionnaire trachéobronchique droite et gauche
15	Diaphragmatiques
16	Paracardiaux
17	Artère gastrique gauche
18	Artère hépatique commune
19	Spléniques
20	Cœliaque

La 8e classification *Tumor Node Metastases* (TNM) des cancers œsophagiens de l'AJCC, reprend également cette cartographie en distinguant les aires ganglionnaires médiastinales qui sont régionales de l'œsophage de celles qui sont pulmonaires et donc exclues. Elle précise que les aires suivantes sont à prendre en compte pour la classification des tumeurs œsophagiennes : 1R/L, 2R/L 4R/L, 7, 8U/M/Lo, 9R/L, 15, 16, 17, 18, 19, 20 . Au niveau cervical, les aires périœsophageales sont les aires VI et VII [5].

1.1.3 Innervation :

L'innervation de l'œsophage a trois composantes : centrale, parasympathique et sympathique. Au sein de la paroi œsophagienne, les fibres nerveuses constituent de riches plexus sympathiques et parasympathiques au sein des couches musculaires. On distingue le plexus myentérique de Auerbach dans la musculature à fonction motrice et le plexus de Meissner dans la sous muqueuse, à fonction sensitive [3].

L'innervation centrale contrôle la motricité volontaire par le biais du centre bulbaire de la déglutition. Les fibres motrices centrales empruntent le nerf vague (Xe paire crânienne ou nerf pneumogastrique), puis les nerfs laryngés récurrents droit et gauche issus des nerfs vagues. Elles innervent les muscles striés de l'œsophage et le muscle cricopharyngien.

L'innervation parasympathique dépend des nerfs vagues. Le nerf vague droit donne naissance à des branches nerveuses constituant un maillage œsophagien dorsal qui rejoint le plexus solaire. Le nerf vague gauche forme des branches à l'origine d'un maillage œsophagien ventral, qui rejoint le nerf hépatovésiculaire dans la pars condensata du petit omentum.

Ces fibres parasympathiques innervent les muscles lisses des deux tiers inférieurs de la paroi œsophagienne. Il y chemine également des fibres sécrétrices à destination des glandes œsophagiennes et des fibres sensorielles.

Les fibres sympathiques rejoignent la chaîne sympathique latéro-vertébrale connectée aux centres médullaires situés entre TH2 à TH7. Il existe une composante nociceptive et sensorielle au sein de ces fibres [1,3].

1.2 Histologie

L'épaisseur moyenne de la paroi œsophagienne est de 3 millimètres. La paroi est composée de quatre couches concentriques, avec de la lumière vers l'extérieur :

- **La muqueuse**, très plissée, composée de:
 - o un **épithélium** épidermoïde stratifié, non kératinisé en continuité avec la muqueuse de l'oropharynx
 - o la **lamina propria**, sous l'épithélium composée de tissu conjonctif aréolaire
 - o la **muscularis mucosae** composée de fibres musculaires lisses longitudinales, plus épaisse au niveau de l'œsophage distal
- **La sous-muqueuse**, intermédiaire, est un tissu conjonctif lâche riche en vaisseaux, et fibres élastiques et en glandes séromuqueuses sécrétant un mucus riche en mucopolysaccharides
- **La musculature (*muscularis propria*)** est plus épaisse, elle est formée d'une couche circulaire interne et d'une couche longitudinale externe
- **L'adventice**, en superficie, est un tissu conjonctif constitué par le tissu de connexion du médiastin [1,3].

En échographie (EE), ces différentes couches sont distinguables par leur degré d'échogénicité [3,9].

1.3 Physiologie

La déglutition, qui se définit par la propulsion des aliments de la cavité buccale vers l'estomac, comprend trois temps : le temps buccal, le temps pharyngolaryngé et le temps œsophagien.

Le premier temps est volontaire et de contrôle cortical, tandis que les temps pharyngolaryngé et œsophagien sont de déclenchement réflexe par les afférences sensibles du pharynx (le nerf laryngé supérieur et le nerf glossopharyngien) lors du passage du bol sur la zone réflexogène de Wassilief (zone située au niveau de la base de la langue, du voile du palais et du pharynx).

L'arc réflexe est généré par le centre de la déglutition, localisé au niveau du tronc cérébral, qui induit le péristaltisme du corps de l'œsophage et l'ouverture des deux sphincters : le sphincter supérieur pharyngo œsophagien et le sphincter inférieur œsogastrique [1].

Le sphincter supérieur de l'œsophage est formé par la coordination du muscle cricopharyngien, du muscle constricteur inférieur du pharynx et de la partie proximale de l'œsophage cervical.

Le péristaltisme œsophagien est complexe, il est sous contrôle de l'innervation vagale qui agit sur le muscle strié et indirectement sur le muscle lisse par l'intermédiaire du plexus myentérique. L'onde péristaltique est formée par la coopération des fibres musculaires lisses circulaires internes et longitudinales externes et permet l'avancée du bol alimentaire.

Le sphincter inférieur de l'œsophage est formé par un épaissement de la couche musculieuse circulaire lisse de la paroi œsophagienne localisée à la jonction œsogastrique.

Une relaxation anormalement prolongée du sphincter inférieur de l'œsophage peut se produire lors de la distension gastrique sous cardiale, en dehors de la déglutition et de l'éructation. Celle-ci est activée par la stimulation des branches ventrales du nerf vague sous diaphragmatique provenant de l'estomac. Ce mécanisme expliquerait la survenue d'un reflux gastro-œsophagien pathologique et ainsi d'une métaplasie de la jonction œsogastrique [1].

2 Cancer de l'oesophage

2.1 Épidémiologie

Le cancer de l'œsophage (CO) est une pathologie grave dont l'incidence est estimée à 5 445 nouveaux cas en France en 2018, avec une large prédominance masculine (78% chez l'homme soit un sex-ratio de 4,5).

A l'échelle mondiale, le CO siège à la septième place des cancers en termes d'incidence, avec 604 000 nouveaux cas en 2020 selon l'étude GLOBOCAN [13-16].

Le CO est diagnostiqué majoritairement entre 50 et 84 ans (86% des patients diagnostiqués sont dans cette tranche d'âge). L'âge médian au diagnostic, en 2018, est de 70 ans chez la femme et de 67 ans chez l'homme [13,17].

2.2 Type de CO et facteurs de risque

Le CO se différencie par le type histologique. Il en existe deux types histologiques prédominants: le cancer épidermoïde et l'adénocarcinome.

- Le **carcinome épidermoïde de l'œsophage (CE)** touche la partie supérieure de l'œsophage (en général le 1/3 supérieur ou le 1/3 moyen). Il est favorisé, comme les cancers de la cavité orale, par la consommation alcoolo-tabagique, notamment dans les pays développés, ainsi que par la consommation répétée de boissons ou aliments chauds [4,18-20].
- **L'adénocarcinome de l'œsophage (ADC)** touche la partie inférieure de l'œsophage et la jonction œsogastrique. Il est lié à une métaplasie glandulaire imputable au reflux gastro-œsophagien (RGO). Cette métaplasie glandulaire, dite œsophage de Barrett, est initialement asymptomatique et silencieuse, sa prévalence chez l'adulte varie de 2 à 10 % selon la population étudiée. Les facteurs de risque sont l'excès alimentaire, les calories d'origine animale, la sédentarité et l'excès de poids qui favorise le RGO, l'apnée du sommeil, l'œsophage de Barrett, l'infection chronique à Helicobacter Pylori et également le tabac [4,18,20,21].

Le carcinome épidermoïde est la forme la plus fréquente de CO (environ 2/3 des cas) mais, depuis près de quarante ans, son incidence tend à diminuer dans les pays occidentaux contrairement à l'adénocarcinome qui est minoritaire mais dont l'incidence est croissante. Cette variation est imputable à l'évolution des modes de vie; la consommation alcoolo-tabagique tend à diminuer tandis que l'obésité et la sédentarité augmentent, notamment chez les femmes [13,16,18].

Les autres types de CO, sont peu fréquents : tels que les sarcomes, les lymphomes. et les mélanomes [20].

2.3 Pronostic

Le CO est une pathologie grave, le pronostic est sombre avec, pour exemple, un taux de survie à 5 ans de moins de 20 % et à 10 ans de 12%, aux États-Unis. Parallèlement, la survie conditionnelle (en cas de survie à la première année) est de 30 % à 5 ans. A l'échelle mondiale, il siège à la sixième place des cancers en termes de mortalité en 2020, c'est par ailleurs la cinquième cause de décès par cancer chez l'homme et la huitième chez la femme [9,14,15].

En France, le taux de survie à 5 ans est de 13,9%. Il est souvent diagnostiqué tardivement, les symptômes apparaissent généralement à un stade déjà avancé. Le pronostic dépend du stade au moment du diagnostic [14,15].

Pour les cancers œsogastriques, le pronostic est aggravé en cas de présence de plus de 50% de cellules indépendantes en bague à chaton [4,13,14,22].

2.4 Diagnostic

2.4.1 clinique

Le CO peut se révéler, à un stade avancé, par une dysphagie progressive et persistante, une odynophagie, une altération de l'état général, un reflux, un hoquet et une haleine fétide liée à la stase alimentaire [17,23].

Plus rarement, il peut se manifester par des épigastralgies, des douleurs thoraciques rétrosternales, des manifestations broncho-pulmonaires telles que des fausses routes causées par une fistule, une dysphonie, une adénopathie cervicale, un épanchement pleural ou péricardique, une anémie ou une hémorragie digestive [17,23].

Le CO peut également rester asymptomatique et être découvert de fortuitement lors du suivi d'une autre pathologie ; par exemple lors de la surveillance d'un cancer des voies aérodigestives supérieures, lors du bilan d'une cirrhose alcoolique. Cette évolution initialement silencieuse explique la sévérité du pronostic, les tumeurs étant souvent découvertes à des stades avancés [17,23].

2.4.2 Diagnostic paraclinique

Le diagnostic repose sur l'endoscopie œsogastrique avec biopsies multiples et le diagnostic anatomopathologique qui confirme le type histologique sur la biopsie ou la pièce chirurgicale. La coloration au Lugol et ou la coloration virtuelle permettent la détection de la tumeur lors de l'endoscopie [4,17].

2.5 Bilan d'extension

Selon le Thésaurus National des Cancers Digestifs (TNCD), le bilan d'extension doit être réalisé immédiatement en moins d'un mois, pour favoriser une prise en charge thérapeutique précoce. Le bilan d'extension permet de préciser l'avancement de la tumeur localement et à distance [4].

2.5.1 Évaluation de l'état général

Il repose sur un examen clinique complet, une évaluation du score OMS ou ASA, une évaluation nutritionnelle clinique et biologique, une évaluation du pourcentage de perte de poids, un bilan respiratoire et cardiovasculaire, une évaluation de la fonction hépatique et rénale.

En préopératoire, il peut être proposé une consultation d'aide au sevrage alcoolotabagique [4].

2.5.2 Bilan d'extension locorégional

Selon le TNCD, il repose sur :

- **Un examen clinique complet** avec évaluation des aires ganglionnaires cervicales et sus-claviculaires.
- **Le scanner thoraco-abdomino-pelvien spiralé** est l'imagerie de référence pour l'évaluation régionale. Il permet de déterminer la résecabilité chirurgicale,

en mettant en évidence les éventuels contacts de la tumeur avec les voies respiratoires et les principaux vaisseaux.

- **L'échoendoscopie (EE)** est recommandée, lorsque le scanner et le TEP scan ont confirmé l'absence d'extension à distance. Des ponction-biopsies des ganglions lymphatiques d'allures suspectes peuvent être réalisées dans le même temps.

- **Un examen ORL** et une laryngoscopie trachéo-bronchique.

Dans le cadre des cancers épidermoïdes et des adénocarcinomes du tiers supérieur ou moyen de l'œsophage, il est recommandé de réaliser une fibroscopie trachéo-bronchique, un examen ORL avec laryngoscopie indirecte à la recherche d'une tumeur synchrone [4,24].

Des études plus récentes, indiquent que les procédures endoscopiques peu invasives, telles que la **résection muqueuse endoscopique** (RME ou mucosectomie) et la **dissection sous muqueuse endoscopique** (DME), sont nécessaires pour confirmer histologiquement les résultats de l'EE pour les **tumeurs superficielles** [6].

2.5.3 Bilan d'extension à distance :

Selon le TNCD, il s'appuie sur :

- **Le scanner thoraco-abdomino-pelvien**, qui est indiqué dans la recherche de métastases à distance.
- **La TEP-scanner au FDG**, car cet examen est indiqué après la réalisation du scanner chez les patients candidats à un traitement curatif. Il a un intérêt pour le ciblage précis avant la radiothérapie, pour l'indication à la chimiothérapie avant chirurgie, pour la recherche de lésions secondaires suspectées au scanner. [4,24].

Le bilan d'extension repose donc sur une combinaison d'examens complémentaires, tels que **l'endoscopie œsogastrique, le scanner thoraco-abdomino-pelvien , l'EE, le TEP-scanner à la FDG, la RME ou la DME** [6].

2.5.4 Classification TNM et intérêt des examens paracliniques

La 8^e édition de la classification TNM de l'*American Joint Committee on Cancer* (AJCC) et de l'UICC (de 2017), décrite dans le Tableau 2, est basée sur le rapport de la *Worldwide Esophageal Cancer Collaboration* (WECC) et inclut des critères anatomiques et non anatomiques.

Les critères anatomiques sont :

- **la catégorie T** (*primary tumor*) qui décrit l'envahissement par la tumeur primitive,
- **la catégorie N** (*nodes*) qui décrit l'extension locale aux ganglions lymphatiques,
- **la catégorie M** (*metastasis*) qui indique la présence de métastases à distances.

Les critères non anatomiques sont :

- Le **type histologique**,
- Le **grade histologique**,
- La **localisation** de la tumeur.

Cette 8^e édition distingue la classification clinique (cTNM), la classification anatomopathologique (pTNM) et la classification post-thérapeutique (ypTNM) [9].

La classification cTNM regroupe les informations recueillies par imagerie et par ponction biopsie ou aspiration, la classification pTNM est basée sur l'étude anatomopathologique des pièces de résection chirurgicale [5,6,9].`

On distinguait dans l'édition précédente la classification Ct-TNM, selon les résultats du scanner, la classification usTNM selon les données échographiques [9]. On détaille, ici, la classification clinique cTNM.

Concernant la localisation de la tumeur, cette classification divise l'œsophage en 3 secteurs anatomiques (supérieur, moyen et inférieur) en incluant la jonction œsogastrique (JOG) dans l'œsophage inférieur et en considérant la limite inférieure de la JOG à + 2 cm du cardia (voir Figure 1). Ainsi, les tumeurs dont l'épicentre est au-delà de cette limite, sont considérées comme étant gastriques [25].

Tableau 2 - classification TNM du cancer œsophagien et de la jonction œsogastrique 8^e édition, d'après [25]

Category	Criteria
T category	
TX	<i>Tumor cannot be assessed</i>
T0	<i>No evidence of primary tumor</i>
Tis	<i>High-grade dysplasia, defined as malignant cells confined by the basement membrane, Tumor in situ</i>
T1	<i>Tumor invades the lamina propria, muscularis mucosae, or submucosa</i>
T1a	<i>Tumor invades the lamina propria or muscularis mucosae</i>
T1b	<i>Tumor invades the submucosa</i>
T2	<i>Tumor invades the muscularis propria</i>
T3	<i>Tumor invades adventitia</i>
T4	<i>Tumor invades adjacent structures</i>
T4a	<i>Tumor invades the pleura, pericardium, azygos vein, diaphragm, or peritoneum</i>
T4b	<i>Tumor invades other adjacent structures, such as aorta, vertebral body, or trachea</i>
N category	
NX	<i>Regional lymph nodes cannot be assessed</i>
N0	<i>No regional lymph node metastasis</i>
N1	<i>Metastasis in 1–2 regional lymph nodes</i>
N2	<i>Metastasis in 3–6 regional lymph nodes</i>
N3	<i>Metastasis in 7 or more regional lymph nodes</i>
M category	
M0	<i>No distant metastasis</i>
M1	<i>Distant metastasis</i>
Adenocarcinoma G Category	
GX	<i>Differentiation cannot be assessed</i>
G1	<i>Well differentiated. >95% of tumor is composed of well-formed glands</i>
G2	<i>Moderately differentiated. 50% to 95% of tumor shows gland formation</i>
G3†	<i>Poorly differentiated. Tumors composed of nest and sheets of cells with <50% of tumor demonstrating glandular formation</i>
Squamous cell carcinoma G category	
GX	<i>Differentiation cannot be assessed</i>
G1	<i>Well-differentiated. Prominent keratinization with pearl formation and a minor component of non keratinizing basal-like cells. Tumor cells are arranged in sheets, and mitotic counts are low</i>
G2	<i>Moderately differentiated. Variable histologic features, ranging from parakeratotic to poorly keratinizing lesions. Generally, pearl formation is absent</i>
G3	<i>Poorly differentiated. Consists predominantly of basal-like cells forming large and small nests with frequent central necrosis. The nests consist of sheets or pavement-like arrangements of tumor cells, and occasionally are punctuated by small numbers of parakeratotic or keratinizing cells</i>
Squamous cell carcinoma L category	
LX	<i>Location unknown</i>
Upper	<i>Cervical esophagus to lower border of azygos vein</i>
Middle	<i>Lower border of azygos vein to lower border of inferior pulmonary vein</i>
Lower	<i>Lower border of inferior pulmonary vein to stomach, including esophagogastric junction</i>

2.5.4.1 T : Envahissement Tumoral

La catégorie T est déterminante pour évaluer la résecabilité chirurgicale de la tumeur primitive. Les tumeurs classées Tis (*tumeurs in situ*) correspondent à des dysplasies de haut grade limitées à l'épithélium. Les tumeurs sont classées de T1 à T4 en fonction du degré d'envahissement de la paroi œsophagienne et des structures adjacentes, tel que décrit dans le Tableau 2 et la Figure 4.

- Les **tumeurs superficielles** sont donc classées Tis ou T1a et T1b. La distinction entre les catégories T1a et T1b est cruciale car l'atteinte de la sous muqueuse pour les tumeurs T1b s'associe à un risque d'envahissement ganglionnaire, voir Tableau 3 [3,6,9,26].
- Les **Tumeurs classées T2** s'étendent à l'ensemble de la sous-muqueuse et envahissent la *muscularis propria*. Les résultats de l'EE pour la classification précise des tumeurs T1a, T1b et T2 sans envahissement ganglionnaire, doivent être confirmés par anatomopathologie à la suite d'une RME ou d'une DME. Une surestimation en EE de l'envahissement pariétale risquerait de faire recourir au patient un traitement chirurgical invasif inapproprié [6,25,27].
- Les **tumeurs classées T3** occupent l'ensemble de la paroi et commencent à envahir la graisse péri-œsophagienne, l'adventice. Elles sont précisément distinguées en EE [6].
- Les **tumeurs classées T4**, envahissent les structures adjacentes et sont distinguées en fonction de leur résecabilité. Le scanner est l'examen le plus précis pour déterminer le degré d'envahissement des structures adjacentes .
 - o Les tumeurs T4a sont résecables et envahissent les structures adjacentes telles que la plèvre, le péricarde, le diaphragme.
 - o Les Tumeurs T4b ne sont pas résecables car elles envahissent des structures nobles telles que les vaisseaux (aorte, vaisseaux carotidiens, veine azygos), la trachée, la bronche principale gauche, les corps vertébraux [6,28,29].

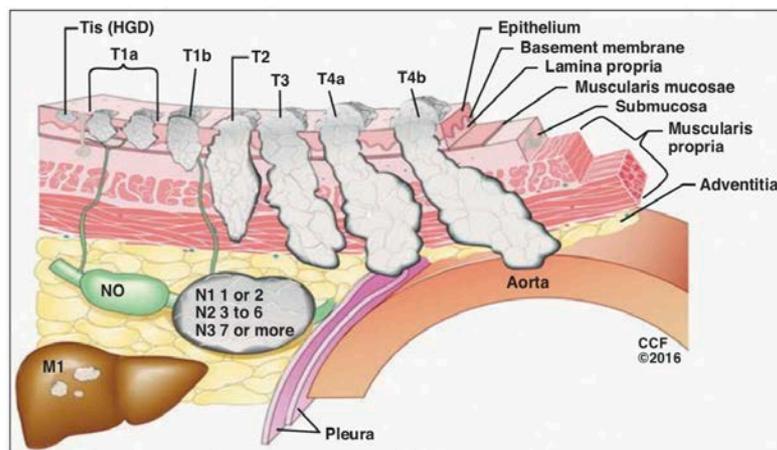


Figure 4 - Illustration de l'envahissement tumoral selon la 8^e classification TNM des cancers de l'œsophage et de la jonction œsogastrique de l'AJCC/UICC, d'après [6,30]

La **classification japonaise (de Paris)** détaille le degré d'envahissement pariétal des cancers œsophagiens superficiels en tenant compte du risque d'envahissement ganglionnaire associé.

Cette classification décrit une subdivision en 3 parties de la muqueuse (m1, m2, m3) et une subdivision en 3 parties de la sous-muqueuse (sm1, sm2 et sm3), comme l'illustre la Figure 5 ci-dessous. Cette iconographie indique la correspondance avec la classification T, ainsi m1 correspond à T1a-EP (épithélium) ; m2 à T1a-LPM (*lamina propria mucosae*) ; m3 à T1a-MM (*muscularis mucosae*) ; sm1 à T1b-sm1 (tiers supérieur de la sous muqueuse) ; sm2 à T1b-sm2 (tiers moyen de la sous muqueuse); sm3 à T1b-sm3 (tiers inférieur ou externe de la sous muqueuse) [31,32].

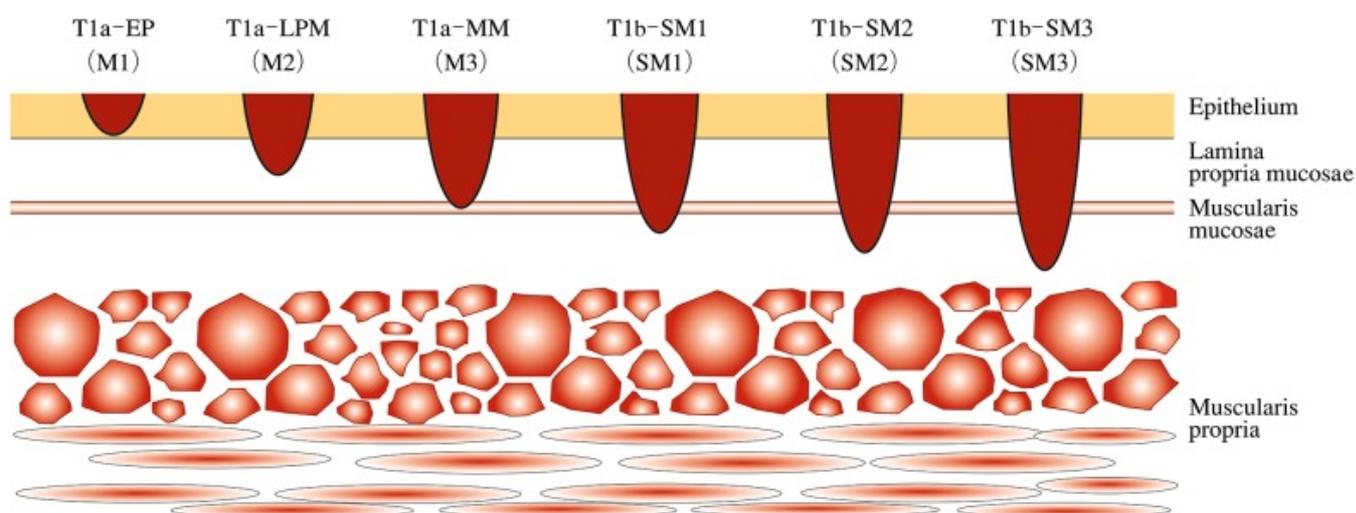


Figure 5 - Sous-classification du cancer œsophagien superficiel, d'après la classification japonaise (11e édition) [31]

Le Tableau 3 montre le pourcentage d'invasion ganglionnaire des tumeurs superficielles. Les tumeurs m1 et m2 ont un risque d'envahissement ganglionnaire négligeable. Ce risque croît à partir du stade m3 et l'atteinte de la *muscularis mucosae* et est important pour les stades sm1, sm2 et sm3 (ou T1b) [32].

Tableau 3 - Risque d'invasion ganglionnaire des tumeurs superficielles, d'après [32]

stade	m1	m2	m3	sm1	sm2	sm3
pourcentage d'invasion ganglionnaire	0%	0%	0 à 4%	0 à 53%	19 à 36%	40 à 67%

2.5.4.2 N : Envahissement ganglionnaire

La catégorie N, décrit l'invasion lymphatique locorégionale en comptabilisant le nombre de ganglions locorégionaux atteints, voir Tableau 2.

La tumeur est classée N0, en l'absence d'extension ganglionnaire ; N1 en cas de 1 à 2 ganglions locaux métastatiques ; N2 en cas de 3 à 6 ganglions locaux métastatiques; N3 en cas d'au moins 7 ganglions locaux métastatiques.

Les aires ganglionnaires définies comme étant locorégionales sont situées dans l'adventice ou le tissu péri-œsophagien et comprennent les aires ganglionnaires cervicales basses, thoraciques et abdominales supérieures jusqu'aux ganglions coeliaques [4,33].

La classification des aires ganglionnaires médiastinales a été décrite précédemment dans le Tableau 1 et illustrée par la Figure 3.

La classification N est le facteur pronostique le plus important dans le CO, le nombre de ganglions métastatiques est prédictif de la survie [6,9,34].

Le vaste réseau lymphatique sous muqueux de l'œsophage favorise la formation de métastases ganglionnaires régionales précoces et l'envahissement ganglionnaire à distance de la tumeur [1,6,9].

Au scanner, on considère comme métastatique les ganglions lymphatiques avec un petit axe >1 cm en thoracique et en abdominal, et > 5mm en supraclaviculaire . Cependant, les petits ganglions avec des métastases microscopiques ne peuvent être différenciés des ganglions non métastatiques. Les ganglions plus volumineux peuvent être confondus avec des ganglions inflammatoires. Le critère de taille ganglionnaire n'est pas suffisant pour dépister les ganglions métastatiques [6,9].

Le TEP-scan montre une meilleure performance que le scanner pour la détection des ganglions métastatiques, notamment pour les ganglions de taille normale. Les limites du TEP-scan sont la difficulté à différencier avec précision la tumeur primaire des ganglions péri-tumoraux, on parle de «*halo-effect*», sa sensibilité est faible. Sa forte spécificité pour la détection des ganglions métastatiques permet néanmoins de confirmer leur absence. Le TEP-scan permet de détecter les ganglions métastatiques à distance, hors du champ d'étude de l'EE [9,24,25].

L'EE montre une meilleure précision que le scanner et le TEP-scan pour l'identification des ganglions métastatiques régionaux [9,25,29].

En complément de l'EE, **l'AJCC recommande la cyto-ponction ganglionnaire écho-guidée** (*Fine Needle Aspiration ou EUS-FNA en anglais*) car elle en accroît la précision, en apportant une preuve cytologique de l'envahissement ganglionnaire locorégional. En France, le TNCD recommande également la **biopsie écho-guidée des adénopathies suspectes**. Les résultats cytologiques de la ponction ganglionnaire entrent en compte dans la classification clinique, cN [4,6,9,25].

2.5.4.3 M : Envahissement Métastatique

La catégorie M correspond à la description de l'envahissement métastatique à distance de l'œsophage, qui résulte d'une prolifération par voie hématogène, par voie directe ou par voie lymphatique. C'est un facteur déterminant pour l'indication d'opérabilité et l'indication d'un traitement néo-adjuvant. Les métastases à distance sont rapportées chez 20 à 30% des patients lors du diagnostic initial de CO et peuvent être présentes à des stades précoces. Les localisations les plus fréquentes des métastases du CO sont décrites dans le Tableau 4 [9,15].

Tableau 4 - Localisation des métastases au diagnostic du cancer œsophagien classé M1, selon [9].

Localisations	Pourcentage au diagnostic du CO métastatique
Métastases hépatiques	35%
Métastases pulmonaires	20%
Métastases osseuses	9%
Métastases des glandes surrénales	5%
Métastases péritonéale, métastases cérébrales	Rarement

La probabilité d'envahissement métastatique est plus importante pour les carcinomes épidermoïdes que pour les adénocarcinomes au stade sous muqueux (classés T1b) [6].

L'incidence des cancers primitifs multiples concomitants, reste faible, mais a graduellement augmenté au cours des dernières années. L'existence de tumeurs synchrones des voies ORL est plus fréquente pour les carcinomes épidermoïdes œsophagiens, en raison de facteurs de risques communs tels que la consommation alcool-tabagisme [6].

Dans la 8e classification TNM de l'AJCC, la catégorie M permet de décrire deux statuts :

- **M0**, en l'absence de métastases à distance,
- **M1**, en présence de métastases à distance [9].

Le scanner thoraco-abdomino-pelvien est l'examen de première intention pour la détection des métastases à distance, lors du bilan initial. Le scanner détecte les métastases hépatiques, pulmonaires, et surrénales [6,24].

Le FDG-TEP scanner est recommandé en addition au scanner dans le bilan initial, car il précise et améliore la détection des métastases à distance. Il permet de confirmer les résultats du scanner et permet de détecter d'autres sites: os, foie, cerveau, tissu sous-cutané, glande thyroïde, pancréas, muscle squelettique.

L'IRM peut également être proposée en cas de résultats ambigus au scanner et au TEP-scan.

Le recours au TEP-scan et au scanner permet également de détecter les tumeurs synchrones de l'œsophage ou touchant d'autres organes. [4,9,17,24]

Les nodules pulmonaires de petite taille et suspects nécessitent s'ils sont isolés, une confirmation cytologique par biopsie [6,24].

L'EE a un intérêt très limité dans la recherche de métastases à distance car son champ de vision est limité à la paroi œsophagienne et son pourtour [9].

L'EE peut, tout de même, détecter des signes indirects de métastases (tels que l'épanchement pleural, les lésions hépatiques suspectes, l'épanchement liquidien intra-abdominal).

2.5.4.4 *Stade clinique (cTNM)*

La classification clinique TNM de la tumeur, selon la 8^e classification TNM de l'AJCC, décrite dans le Tableau 2, précédemment, est essentielle à la prise de décision thérapeutique. Les groupes de stades, décrits ci-dessous dans le Tableau 5, sont des groupes pronostiques basés sur un ensemble de données [25].

Comme vu précédemment, la survie aux stades précoces et intermédiaires des carcinomes épidermoïdes est moins bonne que celles des adénocarcinomes de l'œsophage, ce qui impose une stadification différente en fonction du type histologique [35].

Tableau 5 - Stade clinique cTNM de la 8e classification TNM de l'AJCC, d'après [30]

cStage group	cT	cN	cM
carcinome épidermoïde			
0	Tis	N0	M0
I	T1	N0-1	M0
II	T2	N0-1	M0
	T3	N0	M0
III	T3	N1	M0
	T1-3	N2	M0
IVA	T4	N0-2	M0
IVB	T1-4	N3	M0
	T1-4	N0-3	M1
adénocarcinome			
0	Tis	N0	M0
I	T1	N0	M0
IIA	T1	N1	M0
IIB	T2	N0	M0
III	T2	N1	M0
	T3-4a	N0-1	M0
	T1-4a	N2	M0
IVA	T4b	N0-2	M0
	T1-4	N3	M0
IVB	T1-4	N0-3	M1

2.6 Prise en charge thérapeutique

Le traitement repose sur la nutrition, la chirurgie et la radiochimiothérapie. Il s'adapte au stade de la tumeur.

2.6.1 Évaluation de l'état général et prise en charge nutritionnelle

L'évaluation de l'état général repose sur le score OMS. La prise en charge nutritionnelle est fondamentale et doit être précoce, elle repose sur les compléments nutritionnels, la prothèse œsophagienne, la gastrostomie ou jéjunostomie selon l'état nutritionnel du patient [4].

2.6.2 Stratégie thérapeutique

2.6.2.1 *Forme précoce superficielle: T1a*

Pour les néoplasies superficielles, telles que les carcinomes épidermoïdes intra-muqueux, et les dysplasies de haut grade, classés T1a, le traitement de référence est un **traitement endoscopique par mucosectomie**, moins invasif que l'œsophagectomie.

On pratique une **résection muqueuse endoscopique** (RME) pour les lésions <10mm ou une **dissection muqueuse endoscopique** (DME) pour les lésions >10mm. L'analyse anatomopathologique de la pièce confirmera ou infirmera la classification échoendoscopique. [4,17].

2.6.2.2 *Forme localisée: stade 1 et 2*

Pour les stades localement localisés, de stade 1 à 2 classés T1-T2 N+ ou T3 N0 le traitement de référence est **le traitement chirurgical**.

- Le recours à une chimiothérapie néo-adjuvante avant chirurgie est discuté en cas d'envahissement ganglionnaire, N+.
- Lorsque la tumeur n'est pas opérable, une radiochimiothérapie exclusive est proposée.
- Lorsque la résection chirurgicale est incomplète une chimiothérapie post opératoire est proposée.

Une chimiothérapie péri-opératoire est recommandée pour les tumeurs du bas œsophage et de la jonction œsogastrique, notamment au stade 3 [4].

2.6.2.3 *Forme localement avancée: stade 3*

Pour les carcinomes épidermoïdes de stade 3, soit T3N1 ou T4N0-N1, le traitement de référence est la **radiochimiothérapie exclusive ou néo-adjuvante suivie d'une chirurgie si nécessaire**.

Pour les adénocarcinomes de stade 3, le traitement recommandé est **la chirurgie à la suite d'un traitement néo-adjuvant** (soit une chimiothérapie ou une radiochimiothérapie) [4].

2.6.2.4 Forme métastatique : stade 4

Une **chimiothérapie palliative** peut être proposée si l'état général du patient le permet, avec une médiane de survie de 8 à 12 mois .

La prise en charge palliative repose sur les soins de confort et le traitement de la dysphagie pour laquelle un traitement endoscopique palliatif est proposé par mise en place d'une endoprothèse ou d'une technique de destruction tumorale (photodestruction laser, électrocoagulation , curiethérapie) [4,17].

2.6.2.5 synthèse des stratégies thérapeutiques

Le Tableau 6 résume les stratégies thérapeutiques de choix selon le stade de la tumeur.

Tableau 6 - Stratégie thérapeutique selon le stade, d'après [4,17]]
R: traitement de référence, O: autre traitement possible

	superficiel T1aN0M0	stade 1 et 2	stade 3	Métastatique
mucosectomie	R			
chirurgie seule	O	R		
CT + chirurgie		O	O (adénocarcinome)	
RT-CT + chirurgie			R (épidermoïde) O (adénocarcinome)	
RT-CT exclusive			O	
CT seule				R
traitement palliatif				O

3 L'échoendoscopie :

3.1 Fondements physiques de l'EE

L'échoendoscopie (EE), est un examen qui permet l'acquisition d'image de la paroi gastro-intestinale et des structures périphériques, en introduisant une sonde d'échographie miniature dans les voies digestives. Cette technique d'imagerie, initiée dans les années 1970, a été développée à partir des années 1990.

3.1.1 Matériel et usage

Actuellement, trois types de technologies peuvent être utilisées pour le bilan du cancer de l'œsophage : l'échoendoscope à sonde linéaire, l'échoendoscope à sonde radiale et les minisondes à hautes fréquences.

Les échoendoscopes sont composés d'un transducteur ultrasonore miniature placé au bout d'un endoscope qui permet l'acquisition d'images de vidéo-endoscopie. Le transducteur a une fréquence variable, ce qui permet d'ajuster l'image en termes de précision et de profondeur de champ. Les nouveaux appareils ont également une fonction doppler. Les sondes peuvent être entourées d'un ballonnet qui se remplit d'eau permettant d'améliorer le contact avec la paroi digestive et donc la qualité d'image [12,32].

- **Les échoendoscopes à sonde radiale** permettent la réalisation d'images avec une vue circumférentielle de 270 à 360° (voir Figure 6). Elles sont utilisées en EE diagnostique. Les images radiales sont utiles pour l'évaluation des anomalies de la paroi, notamment pour la classification T.
- **Les échoendoscopes à sonde linéaire** apportent une image linéaire parallèle à l'axe de la sonde et permettent de guider une aiguille de ponction, elles sont utilisées pour les ponctions ganglionnaires ou les gestes thérapeutiques complexes.

Les échoendoscopes, à sonde radiale et linéaire, utilisent des fréquences standards allant de 7,5 Mhz à 12 MHz.

- **Les minisondes à hautes fréquences** (allant de 20 à 30 Mhz) permettent de différencier les couches de la paroi digestive avec une meilleure résolution, notamment pour les couches superficielles. Cette résolution est moins bonne lorsque la distance à la minisonde augmente, ainsi elles ont une profondeur de champ moins importante que les sondes classiques. Les minisondes sont donc moins performantes pour l'évaluation de l'envahissement lymphatique locorégional (classification N). Elles sont assez fines pour être introduites dans le canal opératoire d'un endoscope classique [12,23].

3.1.2 L'EE et œsophage

3.1.2.1 Visualisation de la paroi œsophagienne

La visualisation de la paroi digestive est plus ou moins précise selon la fréquence de l'EE. Une fréquence plus élevée permet d'améliorer la distinction des différentes couches de la paroi.

La paroi œsophagienne apparaît classiquement sous forme de 5 à 7 couches superposées. L'utilisation d'une minisonde avec une fréquence de plus de 20 Mhz permet de voir jusqu'à 9 couches au sein de la paroi œsophagienne en distinguant les subdivisions de la muqueuse. La distinction des différentes couches de la paroi œsophagienne est illustrée dans la Figure 6.

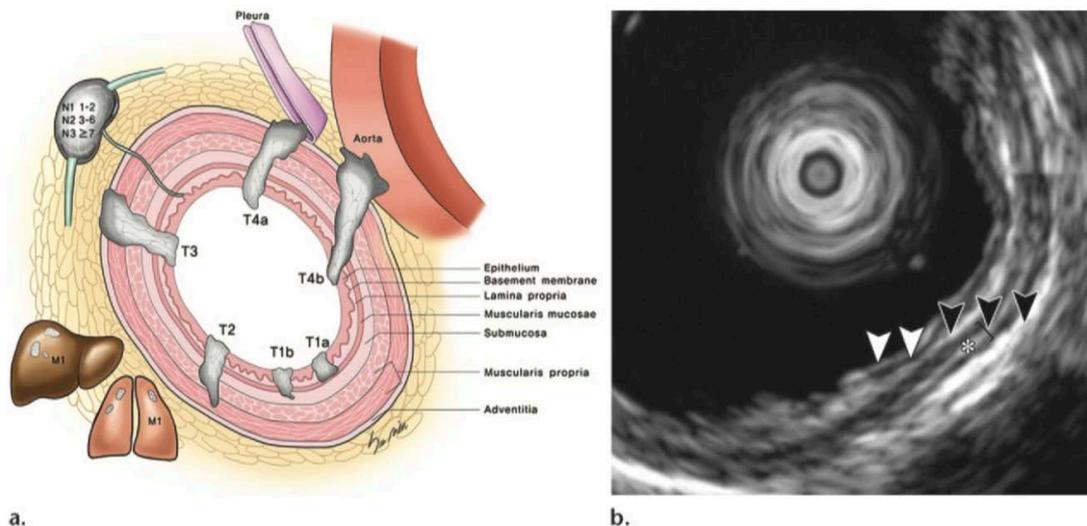


Figure 6 - Les couches de la paroi œsophagienne . a- dessin schématisant la classification TNM . b- visualisation de la paroi en EE œsophagienne radiale, d'après [9].

Tel que décrit dans le Tableau 7, l'EE standard, à une fréquence de 7,5 MHz, permet de distinguer cinq couches au sein de la paroi œsophagienne.

- **La première couche** correspond à l'interface entre le ballonnet de la sonde et la muqueuse et apparaît hyperéchogène.
- **La seconde couche** correspond à la *lamina propria* et à la musculaire muqueuse et apparaît hypoéchogène.
- **La troisième couche** correspond à la sous muqueuse et apparaît hyperéchogène.
- **La quatrième couche** correspond à la *muscularis propria* et est hypoéchogène.
- **La cinquième couche** est hyperéchogène et correspond à l'interface entre l'adventice et les tissus périphériques.

L'EE standard est l'examen utilisé en pratique courante.

Une fréquence de 12 MHz permet de décrire sept couches pariétales avec une échogénicité différente. Les fréquences supérieures à 20 MHz permettent de visualiser la paroi en neuf couches avec la description de la *lamina propria* et de la musculaire muqueuse (*muscularis mucosae*). La visibilité de la *muscularis mucosae* a été considérée comme intéressante, ceci car son franchissement entraîne un risque d'envahissement ganglionnaire pour les cancers superficiels [9,12,23], comme vu précédemment dans la Figure 5 et le Tableau 3. En pratique clinique, les tumeurs superficielles sont dorénavant explorées par anatomopathologie et non par EE à haute fréquence.

Tableau 7 - Stratification échographique de la paroi œsophagienne en fonction de la fréquence de la sonde de EE et de son échogénéicité (gris clair: hyperéchogénéicité, gris foncé: hypoéchogénéicité), d'après [12,32]

Paroi en 5 couches (7,5MHz : standard)		Paroi en 7 couches (12MHz)		Paroi en 9 couches (20 à 30 Mhz: haute fréquence)	
Interface		Interface		Interface	
Muqueuse		Muqueuse		Epithélium	
				Chorion (<i>lamina propria</i>)	
				Musculaire Muqueuse	
Sous- muqueuse		Sous- muqueuse		Sous muqueuse	
Musculeuse		Musculeuse CI		Musculeuse CI	
		Interface		Interface	
		Musculeuse LE		Musculeuse LE	
adventice		Adventice		Adventice	

3.1.2.2 Visualisation des ganglions pathologiques locorégionaux

L'EE a pour mission de détecter les adénopathies suspectes au voisinage de la paroi œsophagienne.

L'EE permet d'évaluer la taille, ainsi que la forme, les bordures, l'échogénéicité et les caractéristiques échographiques internes du ganglion [32].

Les situations à risque d'erreur en EE dans la détection des ganglions métastatiques sont les suivantes :

- la présence de micrométastases au sein d'un ganglion d'aspect bénin (faux négatifs)
- la description d'un ganglion inflammatoire bénin comme étant métastatique (faux positifs).

Pour les CO, la cytoponction des ganglions suspects peut se faire au niveau médiastinal et au niveau abdominal pour les ganglions longeant l'artère gastrique gauche et l'axe cœliaque. Il est recommandé de ne pas ponctionner les ganglions péricarionaux car l'aiguille de ponction risque de traverser la tumeur et le prélèvement pourrait être faussement positif [9,36].

L'EE œsophagienne peut détecter les aires ganglionnaires du médiastin postérieur et inférieur suivantes : aire retro trachéale (3P), aire sous aortique (5), aire sous carénaire (7), aire parœsophagienne supérieure, moyenne et inférieure (8U,M,L) et l'aire du ligament pulmonaire (9) (décrites précédemment, dans la Figure 3 et le Tableau 1).

Par ailleurs, l'abord des aires sous diaphragmatiques pericœsogastriques est également possible : aire gastrique gauche (17), artère hépatique commune (18), splénique (19), cœliaque (20) [37,38].

L'abord des aires paratrachéales 2 et 4 est plus limité. L'interposition de l'air dans la trachée empêche l'abord des aires ganglionnaires prétrachéales et hilaires. Aussi, l'abord des aires 1 (médiastin supérieur) et 2 (paratrachéale supérieur), 4 (paratrachéale inférieur), 7 (sous carénaire antérieure), 10, 11 et 12 peut se faire par EE endobronchique [12].

3.2 L'Echoendoscopie dans le bilan du cancer œsophagien

En échoendoscopie, le cancer œsophagien se présente par un épaissement irrégulier hypoéchogène au sein de la couche muqueuse de la paroi œsophagienne, et/ou par la fusion de la couche muqueuse avec des couches plus profondes dans les cancers invasifs plus avancés [39].

3.2.1 Indication de l'EE dans la prise en charge du CO

Selon le TNCD, l'EE est indiquée dans :

- Le bilan d'extension initial de la tumeur œsophagienne en première intention, en complément du scanner, du TEP-scan, de la fibroscopie trachéo-bronchique. L'EE permet de déterminer la résécabilité de la tumeur et de détecter un envahissement ganglionnaire locorégional (soit les classifications T et N).
Elle est indiquée immédiatement après le TEP-scan, lorsque celui-ci ne montre pas de métastases à distance et que le patient ne présente pas de comorbidités contre-indiquant la chirurgie [4,24,32].
- Pour les CO superficiels, après l'exploration endoscopique avec coloration spécifique (au Lugol pour le CE et à l'Indigo pour les ADC), l'EE standard est indiquée pour déterminer l'envahissement ganglionnaire. L'EE haute fréquence (20MHz) peut permettre de déterminer le degré d'envahissement de la paroi et l'atteinte de la *muscularis mucosae*, mais avec un risque d'erreur. Les résultats de l'EE doivent être confirmés anatomopathologiquement par la résection endoscopique des tumeurs superficielles.

Il existe des limites à son indication :

- Elle ne peut être effectuée en cas de sténose œsophagienne infranchissable.
- Elle n'a pas d'intérêt lorsque la tumeur est d'emblée métastatique.
- Le champ de pénétration est limité, les ganglions situés à plus de 2cm de la lumière œsophagienne ne peuvent être visualisés [4,24].

Les cytoponctions sous EE sont justifiées dans les cas suivants :

- La recherche d'une extension ganglionnaire dans les cancers superficiels T1 et T2, pour déterminer si le traitement par chimiothérapie néoadjuvante est nécessaire [32].
- Pour les cancers T2, l'extension ganglionnaire est confirmée en cas de visualisation d'au moins 3 ganglions suspects en EE. En cas de diagnostic difficile, la cytoponction peut aider à classifier la tumeur plus précisément.

- En cas de présence d'adénopathie cervicale ou coéliqua associée à une tumeur localisée dans un autre secteur œsophagien, ce qui modifierait la stratégie de prise en charge [12].

3.2.2 Intérêt, performance et limites de l'EE

3.2.2.1 performance de l'EE

L'échoendoscopie est l'examen d'imagerie le plus performant pour déterminer l'envahissement pariétal (classification T) et pour détecter l'envahissement ganglionnaire locorégional (classification N) [32].

Premièrement, pour la classification T, les études ont montré que la précision de L'EE pour la classification T dépasse les 90 %, celle-ci est corrélée au stade de la maladie. La précision est accrue avec l'utilisation des minisondes à haute fréquence (20 MHz) [40,41].

Une méta-analyse, de Puli et al., basée sur 49 articles a montré une bonne sensibilité de l'EE pour la classification T. La sensibilité est meilleure pour les stades plus avancés, de 81% pour le stade T1 à 92% pour le stade T4, ainsi qu'une très haute spécificité (99%) [40].

Comme précisé précédemment, les dernières études montrent que les résultats de l'EE ne sont pas suffisamment précis pour les stades superficiels, ils doivent être confirmés histologiquement, lors d'une RME ou DME. Après laquelle soit la classification pathologique est adéquate et la RME/DME est suffisante, soit elle est inadéquate et une chirurgie complémentaire est justifiée [32].

Secondairement, pour la classification N, l'EE a une sensibilité de 80% et une spécificité de 70%. La cytoponction ganglionnaire échoendoscopique augmente cette précision avec une très bonne sensibilité et spécificité pour la classification N (respectivement 92 et 93%) [5,9,40].

Enfin, l'EE a une valeur limitée pour la recherche de métastases à distance. Elle peut avoir un intérêt pour détecter l'invasion des organes en contact direct avec la paroi œsophagienne et digestive. La découverte d'un épanchement abdominal en EE fait suspecter la présence de métastases intrapéritonéales [42].

3.2.2.2 limites de l'EE

L'EE présente quelques limites :

- L'EE est une technique qui est opérateur-dépendant.
- L'évaluation de certaines tumeurs T4 peut être limitée si les bordures externes de la tumeur sont en dehors du champ d'évaluation de cet examen.
- La présence d'un œdème péri-tumoral surestime la taille de la tumeur en EE et peut interférer sur la classification T.
- L'EE ne peut être réalisée en cas de sténose œsophagienne [9,32,43,44].

3.2.3 Synthèse : Algorithme de prise en charge du cancer œsophagien

Pour conclure, la Figure 7 schématise le bilan d'extension initial indiqué dans le cancer œsophagien et l'intérêt de l'EE et de la cytoponction ganglionnaire échoguidée en fonction du stade tumoral.

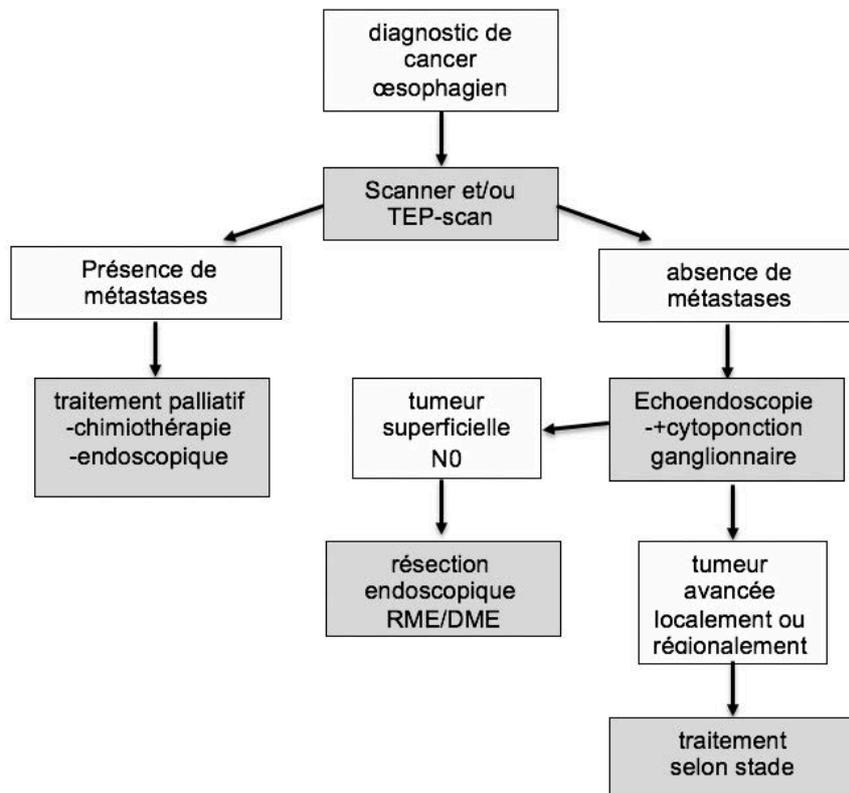


Figure 7 - Algorithme de classification initiale du cancer œsophagien, basé sur celui proposé par Davee et Lee [45]

4 Information médicale

4.1 Définition et contenu de l'information médicale :

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), l'information délivrée par le professionnel de santé correspond à l'ensemble des informations inhérentes à l'état de santé de la personne. De plus, elle vise à prendre en compte les dimensions psychologiques, sociales et culturelles de la personne.

Cette information correspond à l'ensemble des données relatives à la maladie et à son évolution attendue, aux investigations médicales, aux actes proposés, aux objectifs, aux risques et inconvénients associés à chacune de ces interventions, aux modalités de suivi de la maladie et du traitement, au retentissement sur la qualité de vie. Elle désigne donc l'ensemble des données permettant au patient de faire un choix éclairé.

L'information médicale désigne toutes les informations collectées au sujet du patient dans le cadre de ses soins et des processus préparatoires et postérieurs aux soins [46].

4.2 Cadre légal de l'information médicale

4.2.1 Relation malade-médecin

La loi du 4 mars 2002 reconnaît, à toute personne, le droit d'être informée au sujet de son état de santé. L'article L.1111-2 du code de santé publique (CSP) stipule que : « *Toute personne a le droit d'être informée sur son état de santé* ». Ce droit est le même quel que soit le mode d'exercice du professionnel qui délivre l'information, et a pour but de permettre au patient d'accepter ou de refuser les actes qui lui sont proposés avec discernement. Ce droit est un maillon essentiel dans la relation de confiance entre le professionnel de santé et le patient [47].

4.2.2 Relation entre professionnels de santé

La transmission d'informations médicales entre les professionnels de santé est régie par le CSP. La législation permet aux professionnels de se transmettre des informations relatives à l'état de santé du patient, uniquement si ces professionnels participent à la prise en charge. L'article L1110 du CSP énonce: « *ils peuvent partager les informations concernant une même personne qui sont strictement nécessaires à la coordination ou à la continuité des soins ou à son suivi médico-social et social* » [48,49].

La transmission d'informations aux professionnels de santé ne participant pas à la prise en charge du patient nécessite le consentement du patient.

La transmission d'information entre médecins participant à la prise en charge est une obligation, l'article R.4127-64 du CSP énonce que : « *lorsque les médecins collaborent à l'examen ou au traitement d'un malade, ils doivent se tenir mutuellement informés* ». Le but étant d'assurer la continuité des soins qui est un devoir du médecin, comme énoncé dans l'article R.4127-47 du CSP : « *Quelles que soient les circonstances, la continuité des soins doit être assurée* » [49,50].

L'information partagée n'est pas exhaustive, elle doit être pertinente et se limiter aux éléments nécessaires à la coordination des soins. Le patient doit être informé de ces échanges et ne pas s'y être opposé, son accord écrit n'est pas nécessaire dans ce cas présent [48,49].

4.3 Transmission de l'information médicale

4.3.1 Cadre de la relation médecin-patient

4.3.1.1 Critères de qualité de l'information médicale transmise au patient

La délivrance de l'information médicale, qu'elle soit orale ou écrite, se doit d'être :

- Claire, synthétique et adaptée à la personne.
- Accompagnée de choix alternatifs, si possible.

- Présentée avec les bénéfices attendus, les risques fréquents, graves et prévisibles et les inconvénients éventuels [46].

Le professionnel de santé doit s'assurer que l'information est comprise et propose au patient de répondre à ses questions et lui permet d'exprimer sa volonté. L'information peut se transmettre par différents biais. Elle se transmet à l'oral, et peut s'accompagner de documents écrits, qui permettent de compléter l'information et sont un support que le patient peut consulter ultérieurement [46].

4.3.1.2 L'information dans la relation malade-médecin

L'information transmise est primordiale dans la relation avec le patient. Elle permet au patient d'accepter ou non les actes médicaux proposés de manière éclairée, qu'ils soient diagnostiques, thérapeutiques ou préventifs. La qualité de cette information favorise une relation de confiance réciproque et un dialogue entre le médecin et le patient.

Certains travaux ont montré que l'amélioration de la qualité de l'information transmise par le médecin permet au patient d'avoir une plus grande compréhension de la maladie et une meilleure adhésion aux soins ce qui favorise l'observance thérapeutique [46,51,52].

Concernant les comptes rendus d'imagerie, l'étude de Marina I.c et al., a montré que le langage médical complexe et spécifique est souvent mal compris par le patient, d'autant plus lorsque leur connaissance du vocabulaire médical est faible. Cela entraîne un risque de mauvaise interprétation associé à un risque de perte d'adhésion du patient aux conséquences néfastes (sortie du parcours de soin, inobservance, etc.) [51,53].

4.3.2 Cadre de la relation entre professionnels de santé

Conformément au code de santé publique, il est du devoir du médecin de transmettre les informations et les documents nécessaires à la continuité des soins, aux autres professionnels intervenants dans la prise en charge. Cette information doit être suffisamment complète, claire et compréhensible. La transmission d'information entre professionnels de santé grâce aux nouvelles technologies informatiques tend à se moderniser (le dossier médical partagé, la télémédecine, les messageries cryptées, ...) [49].

Le système de soins place le médecin généraliste en tant que coordinateur du parcours de soin. La promotion du lien ville-hôpital rend la transmission d'information au médecin généraliste primordiale et obligatoire.

Une enquête évaluant le lien ville-hôpital a montré que les médecins généralistes recevaient une quantité importante d'information (notamment les comptes rendus d'hospitalisation), mais qu'ils n'étaient pas entièrement satisfaits de la qualité de cette information qu'ils jugeaient en partie incomplète. Certains documents, comme les résultats d'imagerie et les tracés d'électrocardiogramme ne leur étaient pas communiqués et conservés par l'Hôpital. Par ailleurs, le temps de transmission de l'information au médecin de ville était jugé trop long [54].

4.4 Information dans le compte rendu d'imagerie

4.4.1 Cadre légal du compte rendu d'imagerie

Le compte rendu d'imagerie médicale décrit les différentes étapes de l'examen radiologique tel que l'indication, la technique de réalisation, le résultat et la conclusion médicale de l'examen. Il doit être clair et sans ambiguïté, il est obligatoire et fait partie intégrante de l'acte d'imagerie.

Le CSP (art R-111) précise que le médecin réalisant l'examen a l'obligation de transcrire un compte rendu, qu'il doit assurer cette transmission au médecin traitant et au médecin prescripteur. Le compte rendu d'imagerie doit être inclus dans le dossier médical du patient en cas d'hospitalisation et doit être remis au patient en ville.

Le médecin réalisant l'examen peut également informer le patient à sa demande, cette information doit être claire, loyale et appropriée, en concertation avec le médecin prescripteur, comme le définit le code de déontologie médicale [55].

4.4.2 Qualité de l'information contenu dans le compte rendu

Il n'existe pas de cadre réglementaire concernant le contenu du compte rendu d'imagerie, hormis les données d'identification (du patient et du médecin). Les sociétés savantes ont émis des recommandations sur les données devant y figurer, selon l'avis d'experts, comme celles de la Société Française de Radiologie, qui indique que le compte rendu doit comporter :

- Les données d'identification du patient et du médecin
- L'indication de l'examen et les informations médicales
- La technique utilisée
- Le résultat, décrivant l'image
- Une synthèse et une conclusion, comportant une réponse à la question posée [55].

Concernant l'échoendoscopie œsophagienne, la société française d'endoscopie (SFED) a émis un exemple type de compte rendu d'échoendoscopie du cancer œsophagien, basé sur un avis d'expert datant de 2011 et construit sur l'ancienne classification TNM. Par ailleurs, il n'existe pas encore de standardisation dans l'élaboration d'un compte rendu pour cet examen dans cette pathologie [56].

5 Objectif

L'EE est un examen primordial et recommandé dans le bilan initial et la classification locorégionale des cancers œsophagiens. L'EE a un rôle crucial dans l'évaluation de l'envahissement tumoral pariétal et de l'extension ganglionnaire locorégionale. Il n'existe pas de standardisation dans l'élaboration d'un compte rendu type de cet examen pour cette pathologie. Hors, l'utilité de l'EE repose sur la complétude de son compte rendu.

Nous souhaitons dans ce travail, déterminer une liste de caractéristiques qui résument le résultat d'interprétation d'une EE dans le bilan d'extension initial d'un cancer œsophagien.

Les objectifs stratégiques de ce travail sont d'améliorer la coordination des soins entre les médecins qui participent à la prise en charge du patient présentant un cancer œsophagien, et d'améliorer la communication didactique des résultats d'examen au patient.

Afin de contribuer à cet objectif, les buts opérationnels de ce travail sont :

- de définir le contenu standardisé de l'examen
- de proposer une solution d'interopérabilité pour transmettre le compte-rendu de cet examen à un médecin équipé d'un logiciel adapté
- de proposer, sur cette même base, une méthode de génération d'iconographie schématique à destination du patient [57,58].

Article en Anglais

6 Introduction

6.1 Esophageal cancer

Esophageal cancer (EC) is a severe condition with a worldwide incidence rate of 604,000 new cases in 2020. EC is the seventh most common cancer in terms of incidence rate worldwide and the sixth cancer in overall mortality. EC is mostly diagnosed between 50 and 84 years old, and is more common in men, with a sex ratio of 4.5). The two prevalent histologic subtypes, which are squamous cell carcinoma (SCC) and adenocarcinoma (AC), have different risk factors. The major risk factors for SCC are alcohol, cigarette smoking (even more in western countries), and hot beverage and food consumption. Excess body weight, gastroesophageal reflux disease and Barrett's esophagus (BE) are the main risk factors related to AC. In the last four decades, the incidence of SCC is decreasing while the incidence of AC is increasing, due to the rising incidence of obesity, especially in western countries [14,16,16,23].

The low survival rate of this cancer is due to late diagnosis and early metastatic invasion. Actually, endoscopic resection is proposed to more patients considered at an early stage for curative treatment.

The French practice guidelines for Gastrointestinal cancers (of the *thesaurus national des cancers digestifs*) recommends endoscopic ultrasound (EUS) must be carried out to evaluate T and N stage after that CT-scan and PET-CT exclude metastatic invasion. Cytologic evaluation by EUS-Fine needle biopsy or aspiration (FNB/FNA) is recommended to evaluate lymph node involvement with more accuracy. Also, EUS is an important examination to stage locally and regionally esophageal cancer and guide the choice of treatment. The pooled sensitivity of EUS for T staging is 81%-92% and the specificity is about 94%-97% [4, 15,40,41,59].

6.2 Medical information and imaging report

Medical information is a fundamental right for the patient and a crucial link in the physician-patient relationship. It aims to empower patients and enable them to make informed choices about their health. The quality of this information promotes patients' trust in their physicians. Some studies have shown that the quality of information increases patients' understanding and interest in their condition and improves compliance [52,57,60,61].

Imaging results are medical information transmitted between the operator physician, the prescribing physician and the patient. The format commonly used is free text. The improvement of reports is an important point of interest for the current research in the field of medical information and medical imaging. It is concerned with quality, standardization, format, language, content and completeness, quick report generation, and mode of delivery of results to patients [53,57,62].

The improvement of the patients understanding of the result can be done with the help of a graphical display designed for this purpose [57,63].

6.3 Objective of the study

In this work, we aim to determine a list of items that summarize the interpretation result of an EUS in the initial staging of esophageal cancer.

The strategic objectives of this work are to improve the coordination of care between physicians involved in the management of the esophageal cancer and patient, and to improve the didactic communication of the examination results to the patient.

To contribute to this goal, we applied a reproducible methodology to construct standardized imaging report, in the field of endoscopic ultrasound for esophageal cancer, in 5 points :

- Field definition: literature-based and expert-validated definition of relevant fields, to define the standardized content of the examination
- Data model: semantic and syntactic standardization of data collection in the report,
- Textual report: proposal of a model to automatically generate a textual report.
- 2D visualization: proposal of a mapping for the automated production of a schematic illustration for patients
- QR Code: definition of a physical interoperability standard on paper based on a quick response code (QR Code), to propose a solution to transmit the report of this examination to a doctor equipped with an adapted software [57,58].

7 Material and methods

7.1 Field definition

The relevant fields were determined by the results of a bibliographic review on guidelines, a bibliographic review on scientific papers and a consensus among experts.

7.1.1 Literature review guidelines for reporting

We conducted an initial bibliographic review to find guidelines on general imaging report, and for imaging report of EUS in esophageal cancer. We used different search engines : Google, Google scholar, MEDLINE (on <http://pubmed.gov>) and "*Haute Autorité de Santé,(HAS)*" website (on <https://www.has-sante.fr>). We determined the keywords in French : "*compte-rendu, résultat,, échoendoscopie, cancer de l'œsophage, recommandations*" for french search engine; in English : "imaging report, results, endoscopic ultrasound, esophageal cancer, guidelines" for the MEDLINE database.

We included, in a secondary way, the guidelines quoted in scientific articles from our second bibliographic review described below.

7.1.2 Literature review frequently reported outcomes in scientific literature

We performed a second bibliographic search, using the MEDLINE database (on <http://pubmed.gov>) to screen scientific papers on EUS for esophageal cancer. We selected studies that described, according to their objectives, the important fields characterized by EUS for management of esophageal cancer.

For this purpose, we selected a list of keywords (Table 8) to build a search query on Pubmed (Figure 8), including all keywords of interest to select the most appropriate papers. We have also used the Hetop tool (on <https://www.hetop.eu>) to find synonyms of key words.

Table 8 - List of Keywords

Imaging type	Disease	Subject of the articles
endosonography	esophageal carcinoma	imaging report
endoson	esophagus cancer	reports
ultrasonic endoscopy	esophageal tumors	report
echo-endoscopy	esophageal adenocarcinoma	endoscopic ultrasound imaging
echo endoscopy	malignant lesions in the	diagnostic
echo endoscopies	esophagus	staging
endoscopy digestive system	esophageal carcinomas	imaging diagnostic
endoscopic ultrasonography	squamous cell carcinoma	
endoscopic ultrasound	esophageal cancer	
EUS	esophagogastric carcinoma	
	esophageal squamous cell carcinoma	
	tumors of the esophagogastric junction	
	adenocarcinoma of the esophagogastric junction	
	adenocarcinomas of the esophagogastric junction	
	esophageal neoplasm	

```

(("endosonography"[Title/Abstract]) OR ("endoson"[Title/Abstract]) OR ("ultrasonic
endoscopy"[Title/Abstract]) OR ("echo-endoscopy"[Title/Abstract]) OR ("echo
endoscopy"[Title/Abstract]) OR ("echo endoscopies"[Title/Abstract]) OR ("endoscopy digestive
system"[Title/Abstract]) OR ("ENDOSCOPIC ULTRASONOGRAPHY"[Title/Abstract]) OR ("endoscopic
ultrasound"[Title/Abstract]) OR ("EUS"[Title/Abstract]) ) AND (("esophageal
carcinoma"[Title/Abstract]) OR ("esophagus cancer"[Title/Abstract]) OR ("esophageal
tumors"[Title/Abstract]) OR ("esophageal adenocarcinoma"[Title/Abstract]) OR ("malignant lesions
in the esophagus"[Title/Abstract]) OR ("esophageal carcinomas"[Title/Abstract]) OR ("squamous
cell carcinoma"[Title/Abstract]) OR ("esophageal cancer"[Title/Abstract]) OR ("esophagogastric
carcinoma"[Title/Abstract]) OR ("esophageal squamous cell carcinoma"[Title/Abstract]) OR
("tumors of the esophagogastric junction"[Title/Abstract]) OR ("adenocarcinoma of the
esophagogastric junction"[Title/Abstract]) OR ("adenocarcinomas of the esophagogastric
junction"[Title/Abstract]) OR ("esophageal neoplasm"[Title/Abstract]) ) AND (("imaging
report"[Title/Abstract]) OR ("reports"[Title/Abstract]) OR ("report "[Title/Abstract]) OR
("endoscopic ultrasound imaging"[Title/Abstract]) OR ("diagnostic"[Title/Abstract]) OR
("staging"[Title/Abstract]) OR ("imaging diagnostic"[Title/Abstract]))

```

Figure 8 - Search equation on pubmed.gov

We also reviewed the list of articles on title and abstract to identify pertinent articles.

After analyzing the selected articles, we extracted the important data for the EUS report and placed them in a Microsoft excel spreadsheet to classify them as follows :

- study description : title and authors, type of study, year
- disease type : type of EC (AC or SCC), location of tumor, stage
- population description
- relevant data in outcomes, in inclusion and exclusion criteria and other relevant information for the EUS report.

7.1.3 Definition of relevant fields

After reviewing the guidelines, the selected articles, and sample EUS reports, we defined a list of items to report. We submitted this list to the expertise of 3 independent experts for a blinded review of this list of data, a gastroenterologist of our University Hospital, a General Practitioner, and a physician member of our medical informatics department. As a result, we reached consensus on the list of relevant fields for the EUS report in esophageal cancer assessment.

7.1.4 Proposal of a structured form

We translated the list of fields into a data model. And, we patterned it with an UML diagram, as an overview. Then, we described a JSON Schema to specify for each variable the definition, the type of variable, and possible values.

The YAML format was used as output format, and an example of the result was generated using this syntax. It has the advantages of being character sparing and easy to read.

Finally, we used the web source e-CRF tool Goupile, in order to produce an easier-to-use form for any esophageal EUS performed for esophageal cancer that could produce the structured data defined above [57].

7.1.5 2D mockup for patients

We designed a printable 2D graphical display to represent the different paraclinical presentations of esophageal cancer. We mapped some of the previously selected items to the elements of the graphic representation.

We generated several examples of 2D models illustrating the main presentations of esophageal cancer. We proposed these models to three independent experts (a gastroenterologist of our University Hospital, a General Practitioner and a physician member of our medical informatics department), in order to benefit from their feedback. We were able to successively improve the models according to their evaluation. Hereafter, we will only present the final models.

7.1.6 QR code

We used a python QR Code generator to convert the YAML data serialization file into QR Code. QR Code can store a maximum of 4296 alphanumeric characters for a version 40 (177x177 modules), with a redundancy factor between 7% and 30%, and can contain up to 2953 bytes. We have tested the data retrieval from our QR Code using different models of smartphones [57,58].

8 Results

8.1 Literature review guidelines for reporting

More generally, *SFR (french society of radiology)* recommends that imaging reports should be organized in 5 parts:

1. identification of patient and radiologist,
2. indication of the examination
3. radiological protocol,
4. results
5. medical conclusion.

The *HAS (French health authority)* reports the same elements and specifies that the report must be signed and validated by the practitioner.

More specifically, in the context of EUS, the French guidelines of the *TNCD* for the management of esophageal cancers highlights the following criteria:

- tumor location (cervical, upper, middle or lower thoracic); presence of esophageal stenosis; tumor size; degree of parietal invasion (T stage);
- lymphatic invasion (N stage);
- presence of metastases.

The American guidelines of the *STS (society of thoracic surgeons)* outlines 8 quality criteria that EUS report must contain:

- T-stage; Tumor thickness;
- Nodal size; Nodal echogenicity; Nodal shape; Nodal location; N-stage
- Nodal FNA; [4,9].

The *SFED* published a sample of EUS report on esophageal cancer in 2011, which states that the following items should be specified:

- location and distance of the tumor from the incisors ; orientation and quadrant of the tumor ; tumor size (thickness and length) ; parietal involvement (T-stage and Japanese classification for superficial stages) ; description of synchronous tumors ; contact of the tumor with the mediastinal structures ;
- size, shape and echogenicity of the suspicious lymph nodes ; node territory; number of suspicious lymph nodes (N-stage) ;
- presence of intraperitoneal effusion ; presence of metastases;
- performance of lymph node echo-guided puncture [56].

8.2 Literature review frequently reported outcomes in scientific literature

We present the results frequently found in the 22 selected scientific articles in the Table 9.

The most frequently found criteria were tumor type (22 of 22 articles, 100%) and tumor characteristics such as tumor size (11 articles, 50%), T-stage (95%) and the Japanese classification (32%), tumor location (41%).

Secondly, lymph node characteristics are also frequently described such as the EUS criteria for metastatic lymph nodes (55%), the number of suspicious lymph nodes and N-stage (73%), the performance of lymph node FNA/FNB (41%).

Finally, the presence of tumor stenosis (23%) and the examination protocol data are often cited (64%) with in particular: the type of probe (41%), the EUS frequency (36%) and the number of viewable parietal layers (5%) and the needle size (5%) .

More particularly, the studies specify the tumor measurements of interest: depth, length and width. One study reports the external contacts of the tumor and its proximity to anatomic landmarks.

Also, frequently reported descriptive ultrasound features of nodes are size, echogenicity, shape and borders.

The EUS criteria cited to distinguish metastatic nodes in esophageal cancer are these four characteristics: size > or equal to 10 mm in small axis, rounded shape, regular contours and hypoechoic content [6,32,64].

Furthermore, the lymph nodes territories detectable in esophageal EUS are the following:

- mediastinal nodes area of the esophageal perimeter, which are : upper paratracheal nodes 2L/2R, lower paratracheal nodes 4L/4R, subaortic nodes 5L, subcarinal nodes 7, thoracic paraesophageal lymph nodes 8U/8M/8Lo, Pulmonary ligament nodes 9 R/L.
- subdiaphragmatic nodes areas: left gastric (17), common hepatic artery (18), splenic artery (19), coeliac (20) [37].

Study : year and type	population	tumor type	tumor size	tumor location	superficial tumor japanese stage	T stage (TNM)	malignant characteristics of lymph nodes	lymph nodes location	N stage (TNM)	Lymph Nodes FNA/FNB	EUS protocol	tumor stenosis	other fields
barbetta 2018 [65] retrospective study	patient with esophageal cancer undergoing surgery	present	present	lacking	lacking	present	present	present	present	present	lacking	present	tumor thickness,
Chang 2011 [66] prospective study	patient with advanced esophageal squamous cell carcinoma	present	present	lacking	lacking	present	lacking	lacking	lacking	lacking	present	lacking	tumor depth, length, width, frequency, probe type
Brugge 1997 [67] prospective study	patient with esophageal squamous cell carcinoma of histological diagnosis	present	present	lacking	present	present	lacking	lacking	lacking	lacking	present	lacking	characteristics of outer border of the mass
Esaki 2006 [68] prospective study	patient with superficial esophageal squamous cell carcinoma	present	present	lacking	present	present	lacking	lacking	lacking	lacking	present	lacking	
Hatta 2012 [69] prospective monocentric study	patient with superficial esophageal squamous cell carcinoma diagnosed by endoscopic biopsy	present	lacking	present	present	lacking	lacking	lacking	lacking	lacking	present	lacking	
Ishihara 2017[70] meta-analysis	patient with esophageal SCC based on endoscopic biopsy and endoscopic examination	present	present	lacking	present	present	lacking	lacking	lacking	lacking	lacking	lacking	metastatic status
Lightdale 2005 [44] review		present	lacking	lacking	lacking	present	present	lacking	present	lacking	present	present	frequency and number of layers visualized
Luo 2016 [71] meta-analysis	patient with esophageal SCC	present	lacking	lacking	lacking	present	lacking	lacking	present	lacking	present	lacking	frequency , probe type
Luo 2016[28] review		present	lacking	lacking	lacking	present	lacking	lacking	present	present	lacking	lacking	
Jeongmin Choi 2010 [41] retrospective monocentric study	patient with resectable esophageal cancer	present	lacking	present	lacking	present	present	present	present	lacking	present	present	frequency, probe type, celiac nodes
Thosani 2012 [72] review	patient with superficial esophageal cancer	present	lacking	lacking	present	present	present	lacking	lacking	lacking	present	lacking	

Pouw 2010 [73] retrospective study	patient with early esophageal cancer	present	present	present	present	present	lacking	present	present	present	present	lacking	
Pfau 2007 [74] retrospective monocentric study	patient with esophageal cancer or gastroesophageal cancer	present	present	present	lacking	present	present	present	present	present	present	lacking	
Tekola 2014 [75] retrospective monocentric study	patient diagnosed cT2N0M0 by EUS	present	lacking	lacking	lacking	present	lacking	lacking	present	present	present	lacking	fine needle type and size
Meister 2012 [39] retrospective multicentric study	patient with esophageal cancer who underwent miniprobe EUS before any treatment	present	lacking	present	lacking	present	present	lacking	present	lacking	present	lacking	
Bulsiewicz 2012 [64] retrospective monocentric study	patient with barrett's esophagus and confirmed high-grade dysplasia or intramucosal carcinoma	present	present	lacking	lacking	present	present	lacking	present	present	present	lacking	nodes size,
Valero 2017 [76] review		present	lacking	lacking	lacking	present	present	lacking	present	present	lacking	present	
Qumseya 2017 [77] review	patient with Barret esophagus and superficial adenocarcinoma	present	lacking	present	present	present	present	lacking	present	present	present	present	Barrett's esophagus flat or nodular
Jayaprakasam 2020 [6] review		present	lacking	present	lacking	present	present	lacking	present	lacking	lacking	lacking	layers invasion, suspect lymph node are large, rounded and hypoechoic, metastases
Shridhar 2018 [27] retrospective multicentric study	patient with clinical T2N0 esophageal cancer	present	present	present	lacking	present	lacking	lacking	present	lacking	lacking	lacking	tumor length
Rice 2017 [25] review		present	present	present	lacking	present	present	present	present	present	lacking	lacking	ascites
Hucl 2018 [32] review		lacking	present	lacking	lacking	present	present	lacking	present	lacking	lacking	lacking	tumor circumferential extent, relation to anatomic landmarks
total (percentage)		95%	50%	41%	32%	95%	55%	23%	73%	41%	64%	23%	

Table 9 - Commonly reported outcomes, in scientific papers

8.3 Definition of relevant fields

We therefore conducted a literature review on guidelines (8.1) and scientific papers (Table 9) and analyzed samples of esophageal cancer reports. And , we selected a list of fields. We submitted this list to an expert validation, which allowed us to conclude to a complete list of relevant fields, detailed in the Table 10.

The resulting data were organized by category as follows:

- General data
 - o patient and physician identification
 - o protocol and condition of the examination
- Specific data
 - o data related to the indication of the examination
 - o description of the pathological abnormalities of the organ
 - o detailed description of any tumor
 - o detailed description of any suspected lymph nodes
 - o conclusion

We initially extracted 64 fields from the literature and sample reports. Expert validation allowed us to delete items that were not relevant to clinical practice while adding others, resulting in **a list of 59 relevant items**. We deleted 14 items and added 9.

Among the items removed, some protocol information was deemed unnecessary (such as probe frequency). The use of a miniprobe was not routinely performed. Regarding tumor measurements, only tumor length and distance to incisors were considered useful in practice.

On the other hand, we were asked to enrich the data concerning endoscopy, because EUS is performed immediately after an endoscopic control. The description of the endoscopic data in a short sentence was not considered sufficient. Therefore, we added the following data to our initial list: description of the Prague C&M classification in case of BE, description of the Siewert classification in case of GEJ adenocarcinoma, morphological appearance of the tumor. We have detailed the Prague C&M classification and the Siewert classification in the appendix.

And, the endoscopy expert indicated that the evaluation of lymph node cytology is performed by FNB in our university hospital. FNB is more recent than FNA and considered more efficient by anatomopathologists.

Table 10 - Relevant fields

Entity	Attribute	Type	Cardinality	Graphical Use
Exam	<i>Patient identification</i>			
	Patient identifier	String		No
	Patient first name	String		No
	Patient last name	String		No
	Patient birth	Date		No
	Patient gender	Categorical		No
	<i>Protocol description</i>			
	Institution	String		No
	Operator physician	String		No
	Prescribing physician	String		No
	Anesthesiologist	String		No
	Exam date time	Date		No
	Device model	String		No
	<i>Exam condition</i>			
	Probe Type	Categorical		No
	Patient position	Categorical		No
	Anesthesia protocol	Categorical		No
	CO2 insufflation	Categorical		No
	<i>Exam indication</i>			
	Clinical history	String		No
	Exam indication	Categorical		No
	<i>Esophageal abnormality</i>			
	Tumor number	integer		Yes
	Lymph node number	integer		Yes
	Nodal N-stage	Categorical		No
	Barrett's esophagus (BE)	Categorical		No
	BE Prague classification C	Categorical		No
	BE Prague classification M	Categorical		No
	Pleural effusion	Categorical		No
	Intraperitoneal effusion	Categorical		No
	Hepatic metastases signs	Categorical		No
	FNB Linear EUS	Categorical		No
	FNB Needle model	String		No
	FNB Needle size (Gauge)	Categorical		No
	Lymph node FNB number	integer		No
Comment on esophageal	string		No	

<i>Conclusion</i>			
Conclusion	String		No
Guidance	String		No
Conclusion Validation	Boolean		No
<i>Tumor results</i>			<i>1 Result: $0 \leq n$</i>
Tumor location	Categorical		Yes
Upper distance from the incisors (cm)	Integer		No
Lower distance from the incisors (cm)	Integer		No
Tumor length (mm)	Integer		No
Tumor morphological aspect	Categorical		No
Circumferential location	Categorical		Yes
Cardinal orientation	Categorical		Yes
Esophageal tumor stenosis	Categorical		Yes
GEJ siewert classification	Categorical		No
Tumoral endoscopic biopsy	Categorical		No
Tumor endoscopy comment	String		No
Parietal tumor extension	Categorical		No
Tumor T-stage	Categorical		Yes
tumor external anatomic contact	Categorical		No
tumor EUS comment	String		No
<i>Lymph node results</i>			<i>1 Result: $0 \leq n$</i>
Lymph node territory	Categorical		Yes
Comment on lymph node location	String		No
Lymph node size	Integer		No
Lymph node echogenicity	Categorical		No
Lymph node contours	Categorical		No
Lymph node shape	Categorical		No
Node metastatic aspect	Categorical		No
Lymph node comment	String		No
Node FNB evaluation	Categorical		No
FNB comment	String		No

8.4 Proposal of a structured form

8.4.1 UML diagram

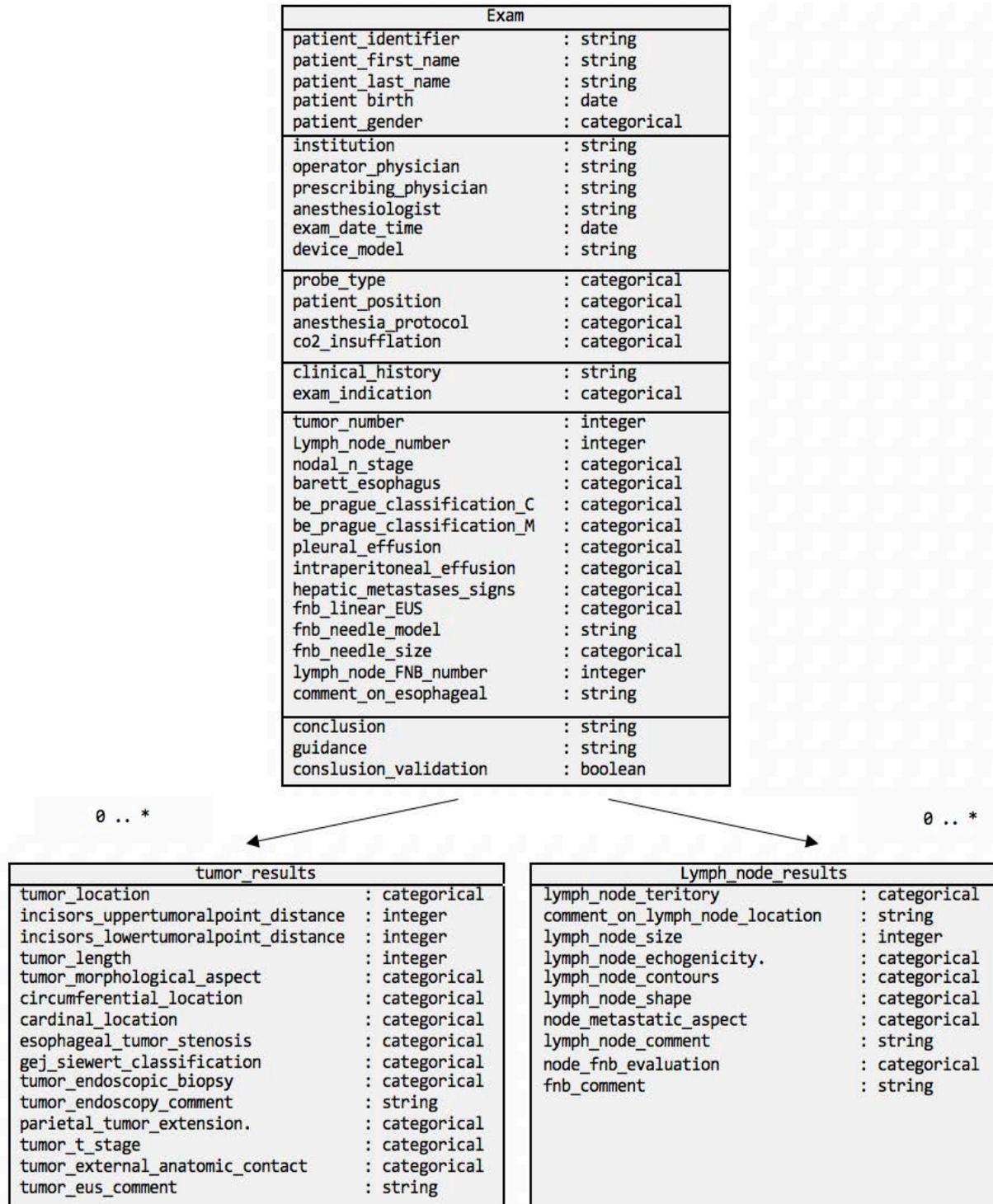


Figure 9 - UML Diagram

We translated our list of relevant fields into a data model, we mapped it in an UML diagram on Figure 9. We retained 59 relevant fields after validation by experts. We have categorized them in 3 different tables with their own cardinality. The first one contains general information, the second one concerns tumors and the third one is about lymph nodes.

8.4.2 Json schema

We used our UML diagram to construct a JSON database schema. We ordered the different values for each data from our diagram to build a structured report. Figure 10 shows only the first lines, it is detailed in appendix.

```
{
  "$schema": "https://json-schema.org/draft/2019-09/schema#",
  "title": "endoscopic ultrasound report for esophageal cancer",
  "type": "object",
  "required": ["patient_first_name", "patient_last_name", "patient_birth",
"conclusion_validation"],
  "properties": {
    "patient_identifier": {
      "type": "string",
      "description": "patient unique identifier",
      "minLen": 13,
      "maxLen": 13,
      "pattern": "^[0-9aAbB]{13}$"
    },
    "patient_first_name": {
      "type": "string",
      "description": "patient's first name"
    },
    "patient_last_name": {
      "type": "string",
      "description": "patient's last name"
    },
    "patient_birth": {
      "type": "string",
      "description": "date of birth, format yyyy-mm-dd",
      "format": "date"
    },
    "patient_gender": {
      "type": "string",
      "description": "patient's gender",
      "enum": ["male", "female", "NA"]
    },
    "institution": {
      "type": "string",
      "description": "institution where endoscopic ultrasound is performed",
      "default": "chu of Lille"
    },
    "operator_physician": {
      "type": "string",
      "description": "name of physician who performed endoscopic ultrasound exam"
    },
    "prescribing_physician": {
      "type": "string",
      "description": "name of physician who prescribed endoscopic ultrasound exam"
    },
    "anesthesiologist": {
      "type": "string",
      "description": "Name of Anesthesiologist"
    },
    "exam_date_time": {
      "type": "string",
      "description": "date and time of exam, format yyyy-mm-ddThh:mm:ss",
      "format": "date-time"
    }
  }
  ...
}
```

Figure 10 - Json schema extract

Based on our JSON schema, we designed a fictive EUS esophageal cancer report, and created the respected YAML file, on Figure 11.

These files are also available online on :

https://github.com/arthurldp/medical_imaging_report.

```

%YAML 1.2
---
Exam:
  schema: medical_imaging_report/eus_esophageal_cancer/ICIPEMIR_esophageal_cancer.schema.json
  patient_identifier: id21079218088
  patient_first_name: Pierre
  patient_last_name: Durand
  patient_birth: 1968-01-01
  patient_gender: male
  institution: CHU Lille
  operator_physician: Dr A
  prescribing_physician: Dr B
  anesthesiologist: Dr C
  exam_date_time: 2022-03-03T14:14:00
  device_model: PENTAX Medical J10 Series
  probe_type: "radial"
  patient_position: "left lateral recumbent"
  anesthesia_protocol: "general anesthesia"
  co2_insufflation: "yes"
  clinical_history: discovery of an esophageal tumor of the lower third esophagus in context of
dysphagia and anorexia
  exam_indication: "initial staging"
  tumor_number: 1
  lymph_node_number: 8
  nodal_n_stage: "usN3"
  barrett_esophagus: "Yes"
  barrett_esophagus_prague_classification_circumferential_extent_C: "C5"
  barrett_esophagus_prague_classification_maximal_extent_M: "M7"
  pleural_effusion: "absence"
  intraperitoneal_effusion: "absence"
  hepatic_metastases_signs: "No"
  fnb_linear_eus: "Yes"
  fnb_needle_model: "acquire"
  fnb_needle_size: "22G"
  lymph_node_fnb_number: 3
  comment_on_esophageal: presence of a hiatal hernia
  tumor_results:
    tumor_id: tr1
    tumor_location: "esophagogastric junction"
    tumoral_upper_point_incisors_distance: 39
    tumoral_lower_point_incisors_distance: 43
    tumor_length: 4
    tumor_morphological_aspect: "flat lesion"
    circumferential_location: "circumferential"
    cardinal_orientation: "circumferential"
    esophageal_tumor_stenosis: "no stenosis"
    gej_siewert_classification: "siewert type 2"
    tumor_endoscopic_biopsy: "2 endoscopic biopsies"
    tumor_endoscopy_comment: NA
    parietal_tumor_extension: "muscularis propria"
    staging_t_stage: "usT2"
    tumor_external_anatomic_contact: "NA"
    tumor_eus_comment: NA
  lymph_node_results:
    lymph_node_id: [ln1, ln2, ln3, ln4, ln5, ln6, ln7, ln8]
    lymph_node_territory: [20,20,20,20,17,17,17,5]
    comment_on_lymph_node_location: 4 LN in celiac area, 4 LN in left gastric area and one LN behind
left atrium
    lymph_node_size: [10,10,10,11,10,12,10,11]
    lymph_node_echogenicity: [hypoechoic, hypoechoic, hypoechoic, hypoechoic, hypoechoic, hypoechoic,
hypoechoic, hypoechoic]
    lymph_node_contours: [regular,regular,regular,regular,regular,regular,regular,regular]
    lymph_node_shape: [rounded,rounded,rounded,rounded,rounded,rounded,rounded,rounded]
    node_metastatic_aspect: [m, m, m, m, m, m, m, m]
    lymph_node_comment: NA
    node_fnb_evaluation: ["yes","no","no","no","yes","no","no","yes"]
    fnb_comment: FNB of 3 lymph nodes located in different territories
  conclusion: adenocarcinoma of lower third of esophagus and gastroesophageal junction
  guidance: NA
  conclusion_validation: false

```

Figure 11 - YAML report

8.4.3 Textual report

Then, we could provide a template designed to be completed from the YAML data, and automatically generate a text report.

Figure 12 shows an example of a report generated from a pseudo-code based on this template.

```

                                                                 {institution}
Patient :
Mr/Mrs {patient_last_name}. {patient_first_name}
Patient gender : {patient_gender}
Date of birth: {patient_birth}
Identifier : {patient_identifier}
Date of exam : {exam_date_time}

Endoscopist : {operator_physician}
Prescribing physician : {Prescribing_physician}
Anesthesiologist : {Anesthesiologist}
Date of exam : {exam_date_time}

Indication : {clinical_history}, {exam_indication},

Protocol :
model :{device_model}, {probe_type},
{anesthesia_protocol}, Co2 insufflation :{Co2_insufflation},
FNB: {fnb_needle_model} , {fnb_needle_size}

Results:

{if tumor_number = "0"}
    No tumor presence.
{else}
    presence of {tumor_presence} tumor(s)

{if lymph node presence = "0"}
    No lymph nodes detected.
{else}
    Presence of {lymph_node_presence} lymph nodes , N Stage is evaluated at {
nodal_n_stage }

{if barrett_esophagus = "No"}
    No barrett's esophagus aspect.
{else}
    presence of barrett's esophagus, and Prague classification is evaluated at
    {barrett_esophagus_prague_classification_circumferential_extent_C} and
    {barrett_esophagus_prague_classification_maximal_extent_M}
...
{comment_on_esophageal}

{foreach tumor_results as t}
    tumor [t]:
        The tumor is located in {Tumor_location}, and at
        {tumoral_upper_point_incisors_distance} cm from the incisors for the
        upper tumoral point and at {tumoral_lower_point_incisors_distance} cm
        from the lower tumoral point . Tumor is measured at {tumor_length} cm.
        Tumor is {tumor_morphological_aspect}.

        {if [t] circumferential location = circumferential}
```

```

    Tumor is circumferential
  {else}
    Tumor is located in {circumferential_location} and
    {cardinal_orientation}

    Tumor involved {parietal_tumor_extension} and T stage is evaluated
    {tumor_T_stage}
  {if [t] tumor_T_stage = ["usT4"]}
    The T4 tumor presents a {tumor_external_anatomic_contact} invasion.

  {if [t] tumor_location = ["lower thoracic esophagus"],["esophagogastric
  junction"]}
    Siewert classification is evaluated at {gej_siewert_classification}

    Tumor biopsy : "tumoral_endoscopic_biopsy"

  {if [t] esophageal_tumor_stenosis = ["No"]}
    No tumoral stenosis
  {else}
    The Tumor causes a [{"incomplete stenosis"} or ["tumoral stenosis not
    crossable"]] of esophagus.

  {tumor_endoscopy_comment},
  {tumor_eus_comment}.

{foreach lymph_node_results as l}
  lymph node [l]:
    The lymph node is located in {lymph_node_territory} ,
    {comment_on_lymph_node_location} . The lymph node presents a
    {node_metastatic_aspect} . Lymph node measuring {lymph_node_size} mm in
    short axis, is {Lymph_node_echogenicity}, the contours are
    {Lymph_node_contours}, the shape are {Lymph_node_shape}.
    {lymph node comment}

  {if [l] Node_fnb_evaluation = No}
    No FNB evaluation
  {else}
    The lymph node is evaluated by FNB, {fnb_comment}.

Conclusion:
{"Conclusion"},
{foreach tumor_results as t}
  tumor staged {"tumor_t_stage"} and located in {tumor_location},

{"N_stage"}, {"Lymph_node_fnb_number"}
{"guidance"}
Conclusion_validation

{Physician}

```

Figure 12 - Textual report

8.5 2D mockup for patients

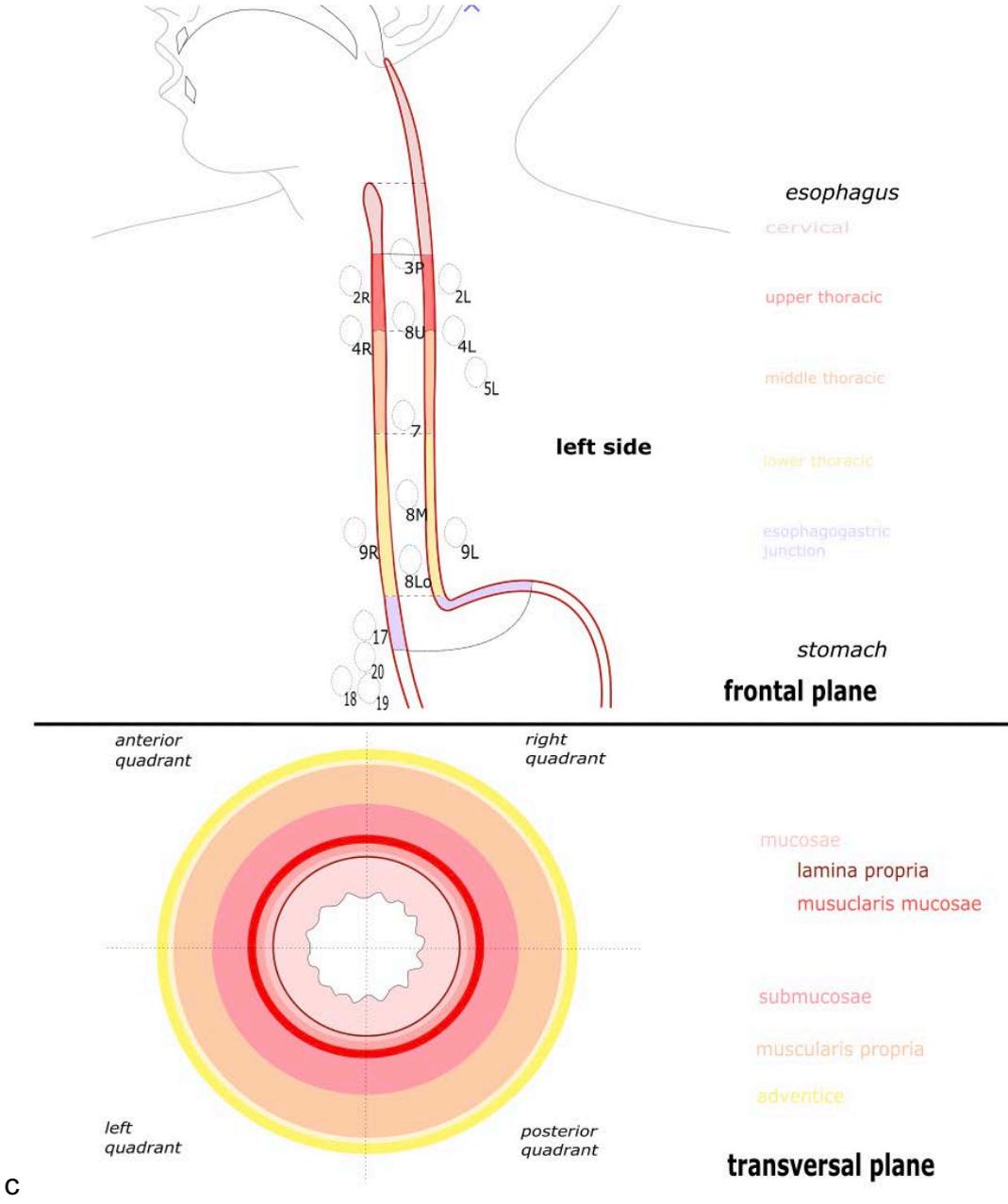


Figure 13 - 2D mockup of normal esophageal EUS

We designed a 2D iconography (Figure 13) depicting a normal esophagus and the mediastinal and abdominal lymph nodes territories. We inserted only node territories accessible in the esophageal EUS. Esophagus sections are differentiated by a color-coding. The lymph node stations are identified by their number according to the lymph node map classification for esophageal cancer.

We added a cross section picture of the esophagus to schematize an image of the EUS, split into four quadrants, in order to schematize the orientation, the circumferential invasion and the depth of the tumor on it.

We can edit this 2D model to show the main abnormalities detected by EUS notified in the report.

The first example, on Figure 14, displays a T2 staged tumor located in the lower third of the esophagus, with perilesional nodes invasion, in celiac nodes territory, in left gastric nodes territory and splenic nodes territory and an another node located behind the left atrium. The tumor is circumferential.

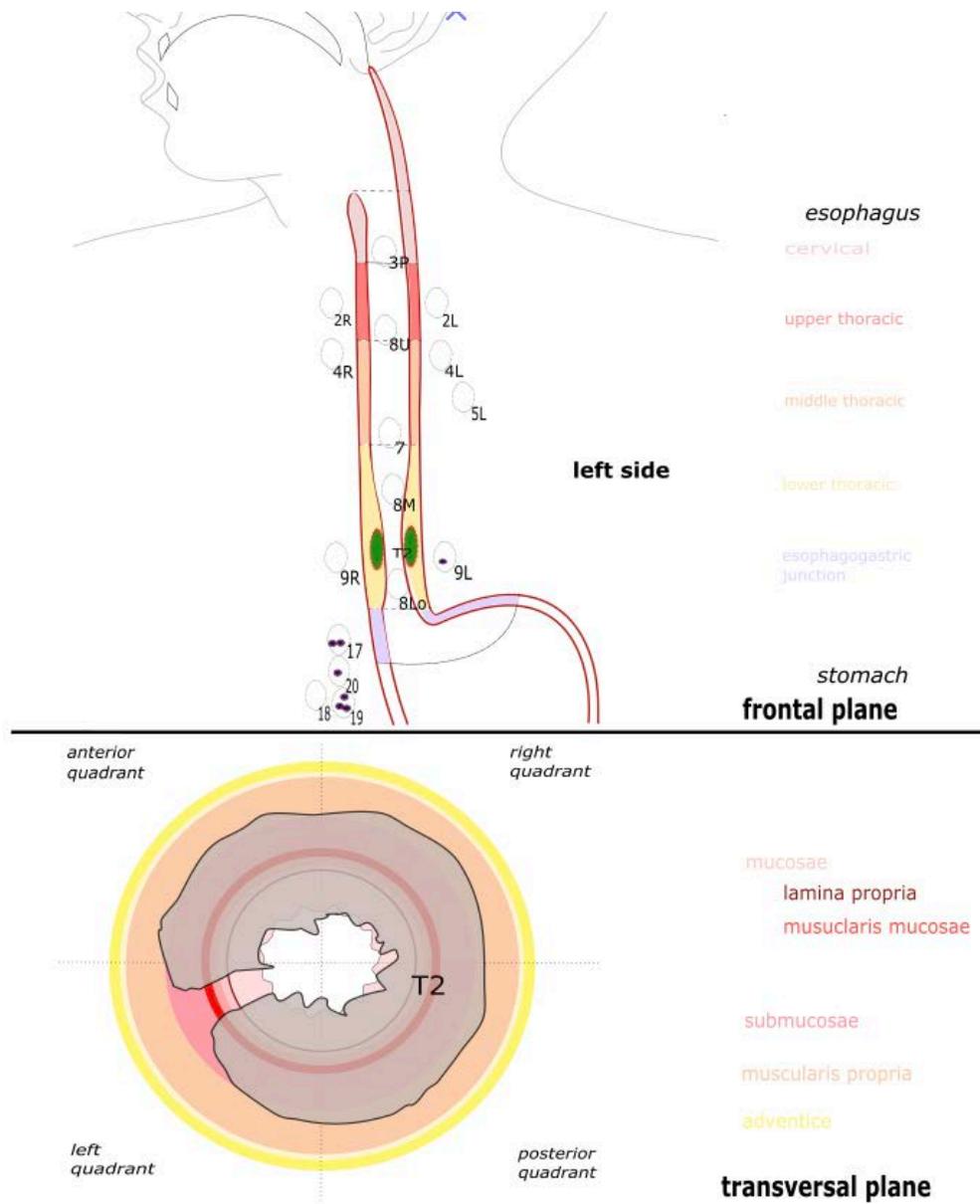


Figure 14 - T2 tumor of lower esophagus with regional lymph node

This second example, on Figure 15, illustrates a superficial tumor of the upper thoracic esophagus, classified T1, with no regional lymph node involvement. The tumor is located in the anterior quadrant.

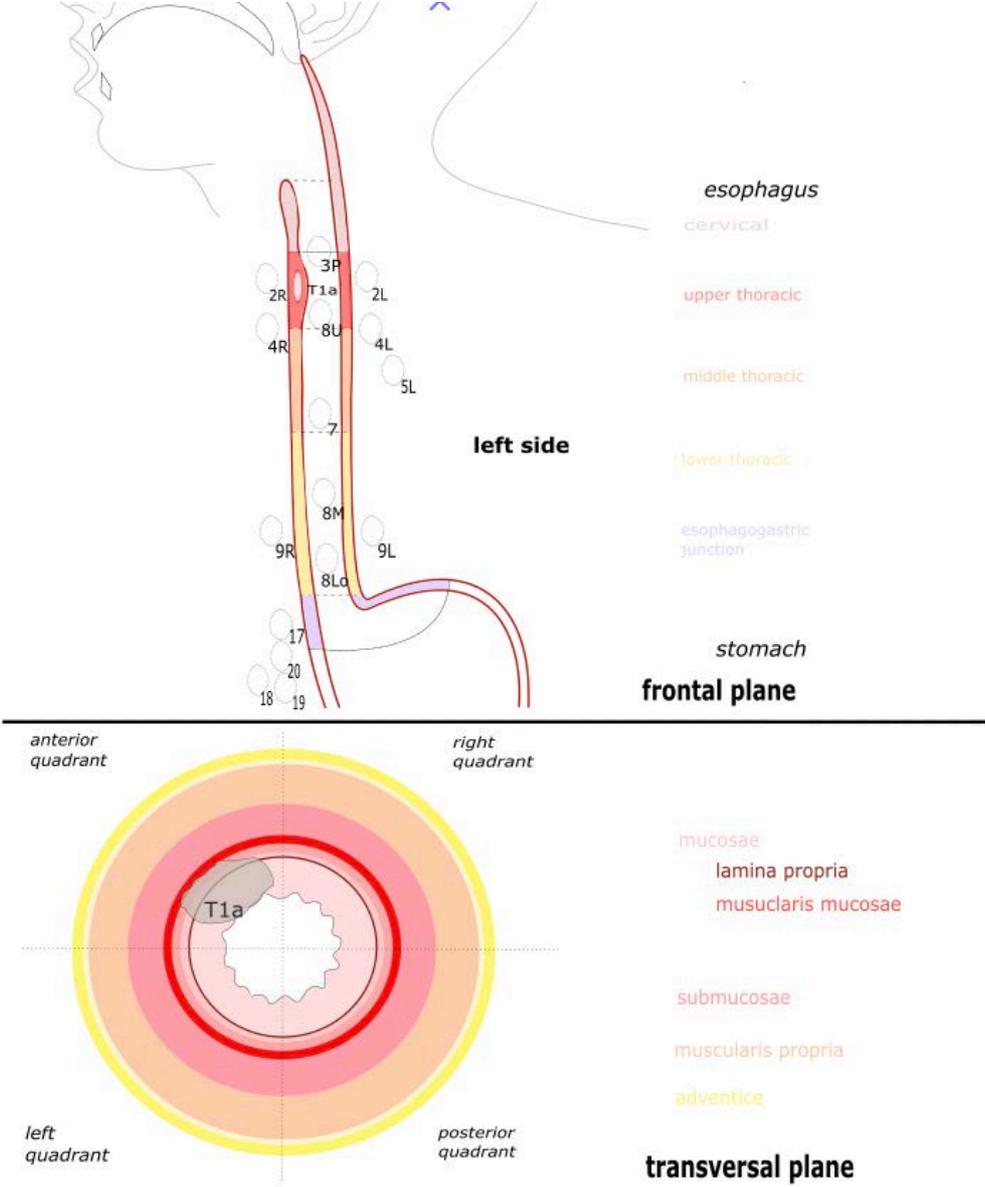


Figure 15 - Superficial tumor of upper thoracic esophagus

The third example, on Figure 16, represents a tumor stenosis affecting the middle thoracic esophagus which blocks progress of endoscopy and EUS. T-stage cannot be assessed.

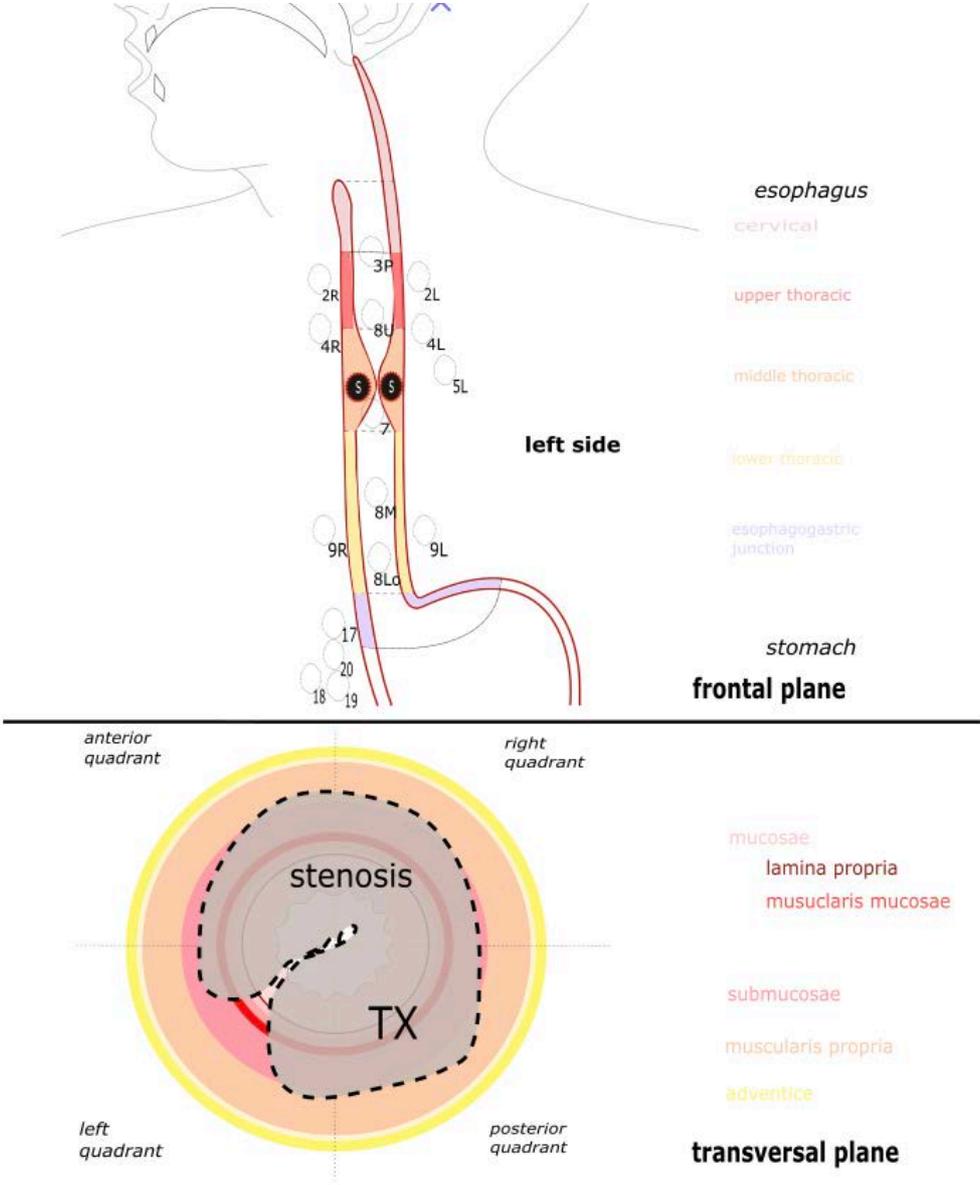


Figure 16 - Tumoral stenosis of middle third of esophagus

We translated the main fields into corresponding illustrations in our 2D graphical display as described in Table 11, to obtain a picture schematizing abnormalities detected by the EUS.

Table 11 -Variable fields and corresponding representation on the 2D mock up

Field	Drawing parameters	type of modification
tumor		
tumor_location	Esophageal section of tumor	change section of esophageal concerned (a)
tumor_depth	Size of tumoral involvement	Insertion of a figure, which size increase (b)
t_stage	T stage	Insertion of a correspondent figure (c1) in frontal plane and figure (c2) in transversal plane
esophageal_tumoral_stenosis	tumor stenosis	insertion of a figure (d) in transversal plane
esophageal_stenosis_location	location of stenosis	insertion of a corresponding figure (e) in frontal plane
circumferential_location	location circumferential and circumferential tumor	-insertion of a figure (f) if tumor is circumferential -change coordinates (g) of corresponding figure (c2) if a quadrant is selected
lymph node		
lymp_node	Insertion of lymph node element (h)	
lymph_node_location	Lymph node territory	Change coordinates (g)

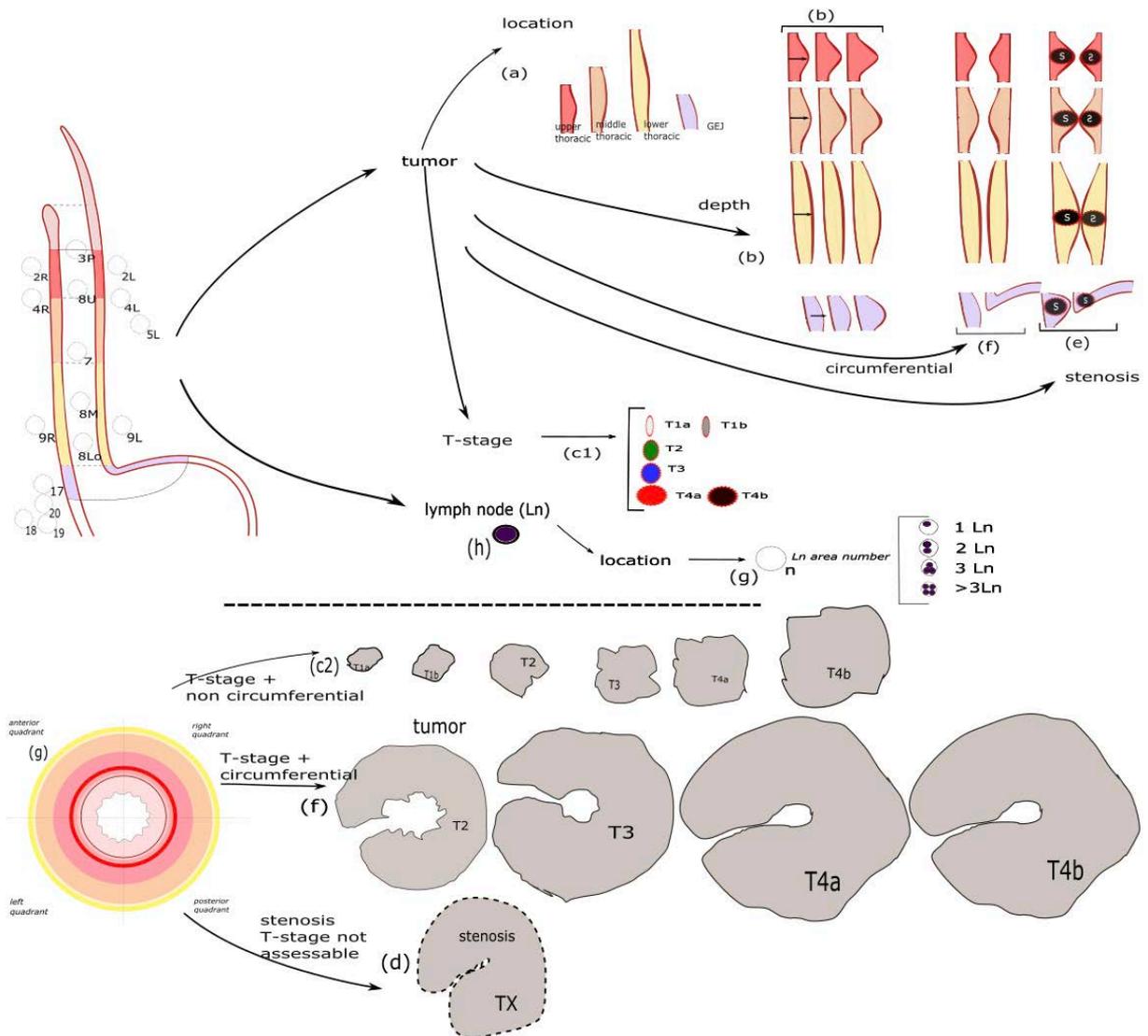


Figure 17 - View of picture parameters

To conclude, in Figure 17, we show the illustrated parameters corresponding to the main data of the exam. Nodes with metastatic characteristics are represented in their respective lymph node territories according to the lymph node maps for esophageal cancer [5].

Tumor is illustrated by its degree of invasion (according to T-stage of 8^o edition of TNM) and by its location. We have also schematized the tumor stenosis and the circumferential character of the tumor in a cross sectional plane.

After expert opinion, we will group the parameters of stages T1a and T1b into a single stage T1 and stages T4a and T4b into stage T4. These stages are poorly differentiated by the EUS.

8.6 QR code dematerialized export format

The YAML file of a fictive EUS report was encoded in a QR Code (Figure 18) . This QR code, in figure containing 2836 characters text file, with a 7% error correction level.

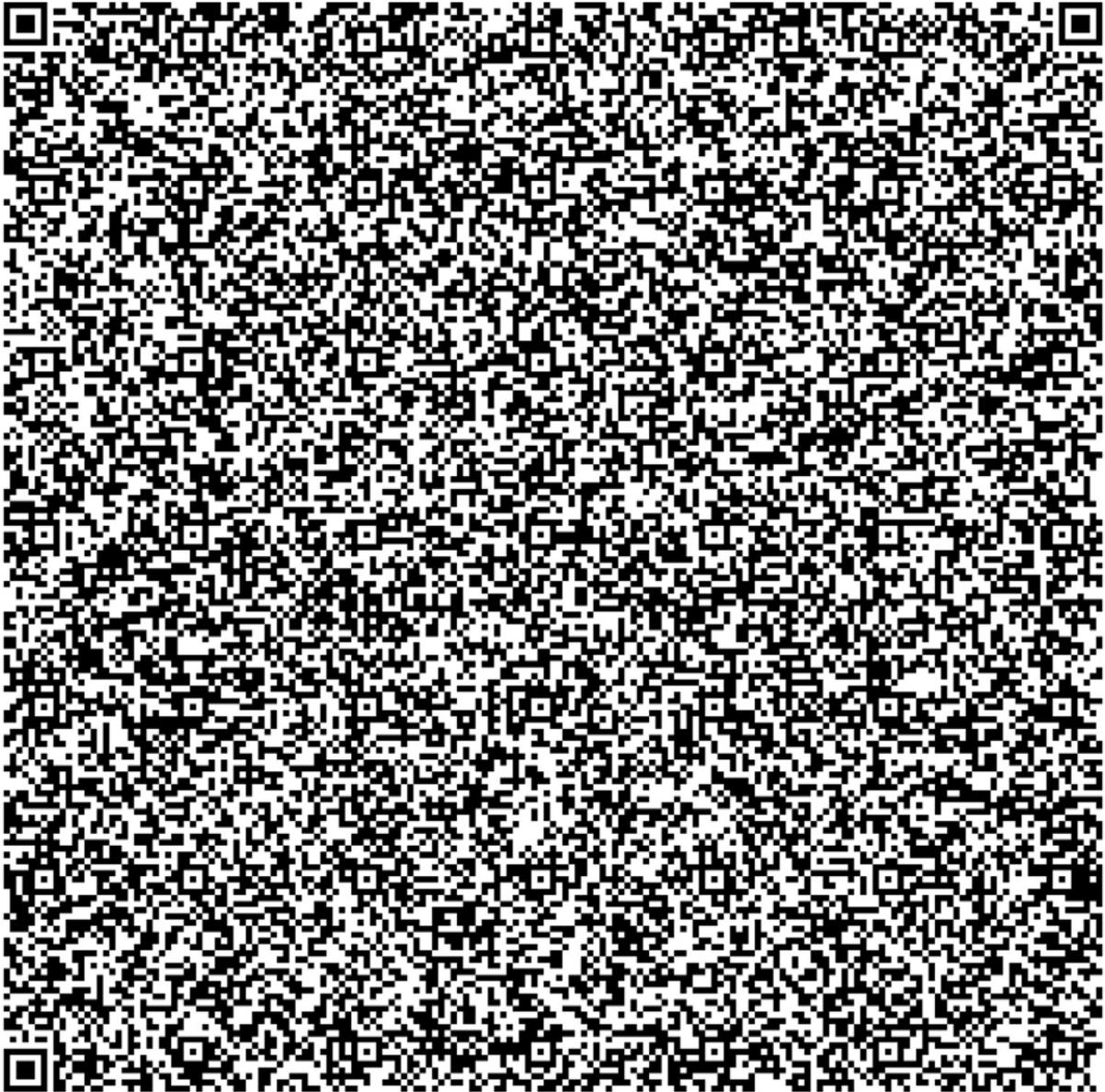


Figure 18 - QR code (large format) facilitating the transmission of the examination data

We conducted a test with 5 different models of smartphones. Data recovery was successful in 10 out of 10 tests.

We created a small QR code with an URL link to the JSON schema, which should also appear in the generated exam report (Figure 19).



Figure 19 - QR code (small format) containing the corresponding JSON schema, for the study of the data

9 Discussion and conclusion

In order to improve the communication of medical information between professionals, our study applies a reproducible method, to define mandatory items of echo-endoscopy reports for the initial evaluation of esophageal cancers.

Firstly, our bibliographic review allowed us to extract a list of significant characteristics for the initial assessment of the loco-regional expansion of esophageal cancers. It refers in particular to adenocarcinoma and squamous cell carcinoma, whether at an initial or advanced stage. We believe this literature-based approach is objective.

Secondly, we submitted our list of items to 3 experts in order to criticize the listed items, and confront our literature driven approach to daily practice. Most of our items were consistent with the SFED guidelines from 2011 [56]. Our bibliographic research highlights that SFED Guidelines are the only echo-endoscopy report template available in this indication. Moreover, they are built on an out-of-date TNM classification.

Papers reported that the graphical representation could facilitate the transmission of information and improve the understanding of the patient. Indeed, the patient's understanding is essential. It favors his adherence to care and is a crucial link in the patient-physician relationship. Thus, in our opinion, this graphic representation is designed to serve as an explanatory support during the communication of information from the physician to the patient and should not replace oral communication [57,58].

The use of the QR code for the transmission of structured data embedded within the paper report facilitates the transmission of data between professionals and might improve interoperability between health care institutions and ambulatory medicine. Mao et al. already studied data transmission through QR Codes, and proposed a method of data transfer using a sequence of QR codes on a video format rather than a paper format [78]. Karteek et al. proposed storing the interpretation of radiographs in a QR code on the radiograph envelope with the goal of an easy access while eliminating the paper report [79].

The transmission of health data through a QR code has now become widespread with the COVID 19 pandemic and was used daily with the vaccine pass. Today, the QR code is perceived as an alternative that can allow a better transmission of medical information. It is beginning to be studied in different health fields, like therapeutic education.

The review of the literature reveals a lack of consensus for the data to be included in the esophageal echo-endoscopy report. The interest of this work is to list the relevant echo-endoscopic criteria to be reported for the evaluation and staging of esophageal cancer.

Indeed, echo-endoscopy is necessary to evaluate tumor and lymph node invasion of non-metastatic esophageal cancer. Echo-endoscopy shows the best performance for

the tissue and cytological evaluation of lymph nodes. We therefore constructed an exhaustive report containing all the information of interest.

Our report was evaluated by 3 experts only, a gastroenterologist endoscopist of our University Hospital, a general practitioner, and a physician member of our medical informatics department. This evaluation allowed us to save time and allow a greater contribution to our review of the literature.

On the other hand, this may have led to a selection bias, related to the usual practices of the physicians. However, the experts' opinion was still in agreement with the data from the literature.

To minimize this risk, we indicated that our reporting model can be secondarily adapted to the needs of the practitioners and to their own expertise. It may also be adapted to the literature data evolution, particularly in the event of future changes in the classification of esophageal cancers.

An additional iconography automatically adjusted to the exam report would save time. Moreover, it would contribute to a standardization of practices. The iconography aims at simplifying the main findings, more precisely the tumor and lymph node invasion, and cannot translate all the subtle findings of the examination.

Patient understanding of the iconography has not been evaluated, but is still in the conceptual phase.

The QR code can only contain a limited number of alphanumeric characters. So, its use for data transmission must be kept into consideration. Therefore, the feasibility of its use remains to be evaluated in clinical practice. Moreover, to translate longer reports, it might be possible to use several QR codes.

In terms of security, the data in the QR-code cannot be modified without changing its presentation. The most important risk is that it can be stolen and lead the user to a malicious website [57,58].

The perspectives related to the development of an iconography, automatically generated, schematizing the main results of the report (according to certain variables) is still at the conceptual phase. This graphic representation will be developed secondarily by a developer and will require automatic modification for the benefit of patients.

Also, the generalization of the use of QR code in the healthcare field, testifies to the interest of digitizing the access to information. Integrating a digital access to medical data facilitates their transmissions, their access, the saving of time as well as the connection to medical software.

To conclude, our work aims to produce a template that will be entered by the operator performing the echo-endoscopy for the assessment of an esophageal cancer, and will automatically produce a printable report containing:

- the comprehensive, standardized and structured results,
- a QR code (large format) facilitating the transmission of the examination data,
- a QR code (small format) containing the corresponding JSON schema, for the study of the data,
- an automatically generated iconography for the patient.

Figure 20 summarizes our project.

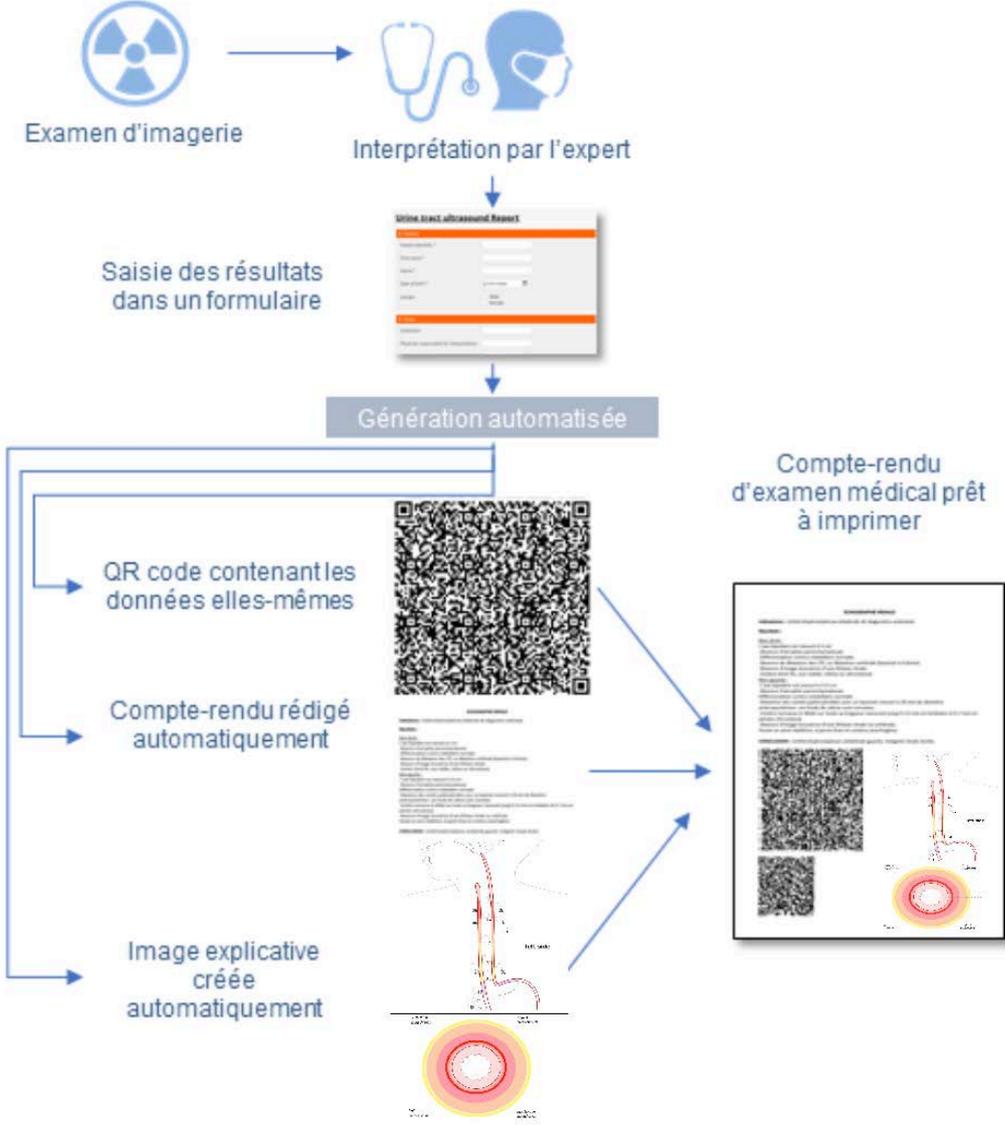


Figure 20 - Project modeling

Discussion en Français

1 Comparaison aux données de la littérature

Dans le but d'améliorer la communication de l'information médicale entre les professionnels de santé, notre étude établit une méthode reproductible de génération de comptes rendus d'imagerie standardisés. Ce présent travail s'intéresse à l'examen d'échoendoscopie digestive, plus spécifiquement dans l'évaluation des cancers œsophagiens.

Dans un premier temps, notre revue de la littérature nous a permis d'extraire une liste de caractéristiques significatives, pour le bilan d'extension locorégionale des cancers œsophagiens. Elle traite notamment de l'adénocarcinome et du cancer épidermoïde, qu'ils soient à un stade initial ou avancé. Nous estimons que cette méthode basée sur la littérature est extrêmement fiable.

Secondairement, nous avons soumis nos données à 3 experts afin d'établir les critères valides et utilisables en pratique clinique. Enfin, nous retrouvons un grand nombre de caractéristiques communes avec les recommandations de la SFED datant de 2011 [56]. Notre recherche bibliographique souligne que le modèle de compte rendu proposé par la SFED est le seul disponible pour l'échoendoscopie du cancer œsophagien. Ce modèle est par ailleurs construit sur une ancienne classification TNM.

Certaines études soulignent que la représentation graphique facilite la transmission d'information et améliore la compréhension du patient. En effet, la compréhension du patient est primordiale. Elle favorise son adhésion aux soins et est un pilier dans la relation de confiance avec le médecin. Ainsi, à notre sens, cette représentation graphique a pour but de servir de support explicatif lors de la transmission orale d'information du médecin au patient et ne doit pas s'y substituer [57].

L'usage du QR Code pour la transmission dématérialisée du compte rendu permet de faciliter la communication des informations entre les professionnels et l'interopérabilité entre les établissements de soins et la médecine de ville. L'étude de Mao et al., en 2019, proposait une méthode de transfert de données en ayant recours à une suite de QR codes sur un format vidéo [78]. Kartreek et al. ont proposé de stocker l'interprétation des radiographies dans un QR code apposé sur l'enveloppe de la radiographie. Ceci, avec le but d'en faciliter l'accès tout en supprimant le compte rendu papier [79].

La transmission de données de santé par le biais d'un QR code s'est dorénavant répandue avec la crise sanitaire de la COVID-19 et la généralisation du passe vaccinal. Aujourd'hui, le QR Code est perçu comme une alternative qui permet une meilleure transmission de l'information médicale. Il commence à être étudié dans différents domaines de la santé, notamment comme outil de transmission d'information dans l'éducation thérapeutique.

2 Forces et faiblesses de l'étude

La revue de la littérature dévoile un manque de consensus dans la mise en lumière des données à mettre en évidence dans le compte rendu d'échoendoscopie œsophagienne. L'intérêt de ce travail est de répertorier, sur la base d'une analyse bibliographique, les critères échoendoscopiques importants dans le classement locorégional du cancer œsophagien.

Nous avons donc construit un compte rendu exhaustif contenant l'ensemble des informations d'intérêt.

Les données ont été évaluées par seulement 3 experts, en l'occurrence un médecin généraliste, un gastro-entérologue spécialisé en endoscopie issu de notre centre hospitalo-universitaire et un praticien membre de notre centre d'étude en informatique médicale. Cette évaluation, par un nombre réduit d'experts, nous a permis de bénéficier d'un gain de temps dans l'élaboration de ce compte rendu, ainsi qu'un apport plus conséquent de notre revue de la littérature.

En contrepartie, cela a pu entraîner un biais de sélection, relatif aux pratiques habituelles du praticien. L'avis des experts était majoritairement concordant avec les données issues de la littérature.

Face à ce possible biais, nous rappelons que notre modèle de compte rendu pourra progressivement être adapté aux besoins des praticiens, ainsi qu'à leur propre expertise. Il pourra également se moduler aux données de la littérature notamment en cas de future évolution de la classification des cancers œsophagiens.

L'ajout d'une iconographie automatiquement générée dans notre compte rendu favoriserait une standardisation et une uniformisation des pratiques et apporterait un gain de temps au praticien. L'iconographie a pour but de simplifier les principaux résultats, plus précisément l'envahissement tumoral et l'envahissement ganglionnaire et ne peut traduire l'ensemble des subtilités de l'examen.

La compréhension de l'iconographie par les patients n'a pas encore été évaluée, mais elle ne reste encore qu'à la phase de concept.

Le QR code ne peut contenir qu'un nombre de caractères alphanumériques limité, ainsi son utilisation pour la transmission de données doit en tenir compte. Pour cela, la faisabilité de son utilisation reste à évaluer en pratique clinique. De plus, pour traduire des comptes rendus plus long, il reste possible d'utiliser plusieurs QR codes. En termes de sécurité, les données du QR-code ne peuvent être modifiées sans un changement de sa présentation. Le principal risque est qu'il peut être subtilisé et conduire l'utilisateur vers un site web malveillant [79].

3 Perspectives

Les perspectives liées au développement d'une iconographie, générée automatiquement, schématisant les principaux résultats de l'examen (selon certaines variables) est encore au stade conceptuel. Cette représentation graphique sera développée secondairement par un informaticien et nécessitera une évaluation de son intérêt auprès des patients.

Aussi, la généralisation de l'utilisation du QR code dans le domaine de la santé, témoigne de l'intérêt de digitaliser l'accès à l'information. Intégrer un accès aux données médicales par le numérique facilite leurs transmissions, leur accès, le gain de temps ainsi que l'interconnexion des logiciels médicaux.

Pour conclure, notre travail a pour but de produire un formulaire qui sera saisi par l'opérateur réalisant l'échoendoscopie pour le bilan d'un cancer œsophagien, et produira automatiquement un compte rendu imprimable contenant:

- les résultats exhaustifs, standardisés et structurés,
- un QR code (grand format) facilitant la transmission des données de l'examen,
- un QR code (petit format) contenant le schéma JSON correspondant, pour l'étude des données,
- une iconographie générée automatiquement destinée au patient.

La Figure 21, ci-dessous synthétise notre projet.

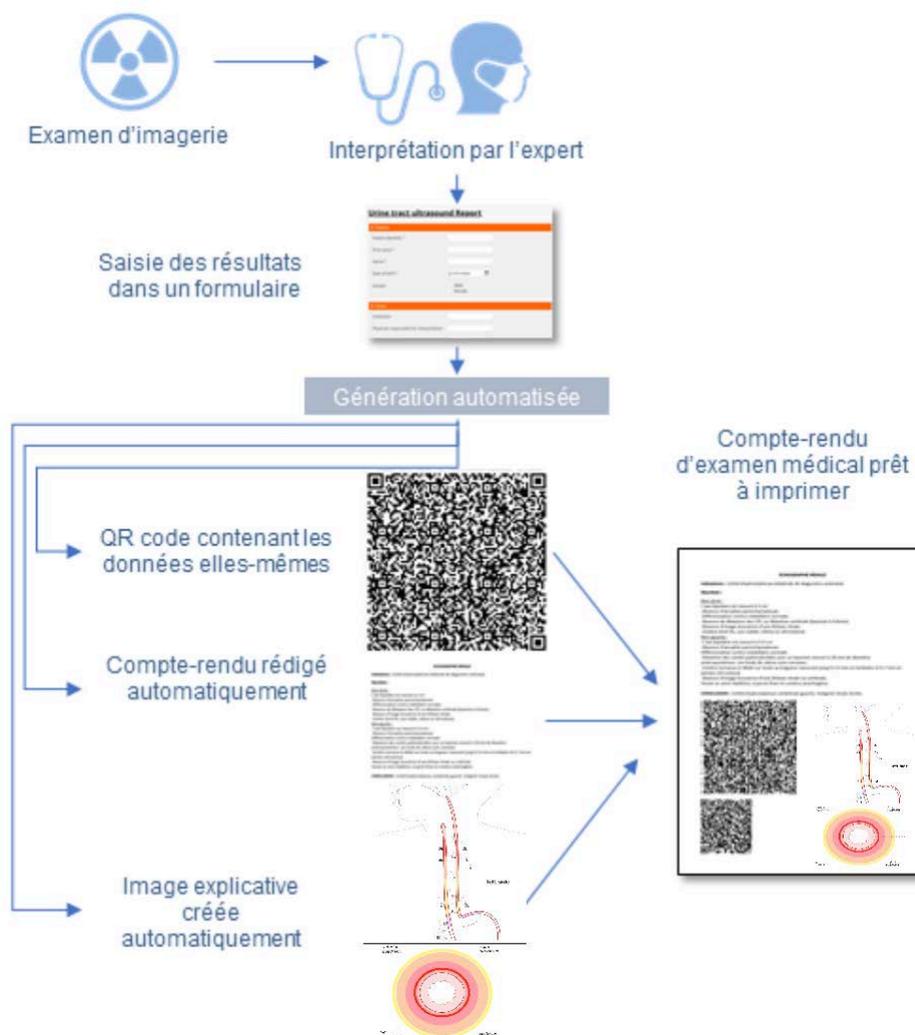


Figure 21 - Modélisation du projet

Liste des tables

Tableau 1 - Classification des aires ganglionnaires médiastinales selon la RTOG , d'après [11].....	13
Tableau 2 - classification TNM du cancer œsophagien et de la jonction œsogastrique 8° édition, d'après [25].....	20
Tableau 3 - Risque d'invasion ganglionnaire des tumeurs superficielles, d'après [32]	22
Tableau 4 - Localisation des métastases au diagnostic du cancer œsophagien classé M1, selon [9].	24
Tableau 5 - Stade clinique cTNM de la 8e classification TNM de l'AJCC, d'après [30]	25
Tableau 6 - Stratégie thérapeutique selon le stade, d'après [4,17]] R: traitement de référence, O: autre traitement possible	27
Tableau 7 - Stratification échographique de la paroi œsophagienne en fonction de la fréquence de la sonde de EE et de son échogénicité (gris clair: hyperéchogénicité, gris foncé: hypoéchogénicité), d'après [12,32]	30
Table 8 - List of Keywords	40
Table 9 - Commonly reported outcomes, in scientific papers.....	46
Table 10 - Relevant fields.....	48
Table 11 -Variable fields and corresponding representation on the 2D mock up.....	60

Liste des figures

Figure 1 - illustration anatomique de l'œsophage, d'après[5],.....	9
Figure 2 - vascularisation veineuse de l'œsophage, d'après [1]. 1. veine cave supérieure ; 2. veine azygos ; 3. anastomose portocave ; 4. diaphragme ; 5. veine cave inférieure ; 6. veine porte ; 7. nœuds lymphatiques récurrentiels gauches ; 8. veine brachiocéphalique gauche ; 9. crosse de l'aorte ; 10. nœuds lymphatiques du hile pulmonaire gauche ; 11. veine hémiazygos accessoire ; 12. veine gastrique gauche.	11
Figure 3 - Réseau lymphatique péri-œsophagien, d'après [9].	12
Figure 4 - Illustration de l'envahissement tumoral selon la 8° classification TNM des cancers de l'œsophage et de la jonction œsogastrique de l'AJCC/UICC, d'après [6,30]	21
Figure 5 - Sous-classification du cancer œsophagien superficiel, d'après la classification japonaise (11e édition) [31].....	22
Figure 6 - Les couches de la paroi œsophagienne . a- dessin schématisant la classification TNM . b- visualisation de la paroi en EE œsophagienne radiale, d'après [9].....	29
Figure 7 - Algorithme de classification initiale du cancer œsophagien, basé sur celui proposé par Davee et Lee [45]	33
Figure 8 - Search equation on pubmed.gov	41
Figure 9 - UML Diagram	50
Figure 10 - Json schema extract	51
Figure 11 - YAML report	53
Figure 12 - Textual report	55
Figure 13 - 2D mockup of normal esophageal EUS	56
Figure 14 - T2 tumor of lower esophagus with regional lymph node	57
Figure 15 - Superficial tumor of upper thoracic esophagus	58
Figure 16 - Tumoral stenosis of middle third of esophagus.....	59
Figure 17 - View of picture parameters	61
Figure 18 - QR code (large format) facilitating the transmission of the examination data	62
Figure 19 - QR code (small format) containing the corresponding JSON schema, for the study of the data	63
Figure 20 - Project modeling	66
Figure 21 - Modélisation du projet	69

Références

- [1] Prades J-M, Asanau A. Anatomie et physiologie de l'oesophage. Wwwem-Premiumcomdatatraitesor20-56081 2011.
- [2] Skandalakis JE, Ellis H. EMBRYOLOGIC AND ANATOMIC BASIS OF ESOPHAGEAL SURGERY. *Surg Clin North Am* 2000;80:85–155. [https://doi.org/10.1016/S0039-6109\(05\)70399-6](https://doi.org/10.1016/S0039-6109(05)70399-6).
- [3] C Gronnier. Anatomie chirurgicale de l'oesophage. EMC -Tech Chirurgicale-Appar Dig n.d.;14:12.
- [4] G. Lledo, C. Mariette, J.-L. Raoul, L. Dahan, B. Landi, T. Conroy, G. Piessen, D. Tougeron, G. Créhange, V. Lepillez, P. Artru, A. Drouillard, J.-F. Bosset. Thesaurus National de Cancérologie Digestive - cancer de l'oesophage 2016:30.
- [5] Rice TW, Ishwaran H, Ferguson MK, Blackstone EH, Goldstraw P. Cancer of the Esophagus and Esophagogastric Junction: An Eighth Edition Staging Primer. *J Thorac Oncol* 2017;12:36–42. <https://doi.org/10.1016/j.jtho.2016.10.016>.
- [6] Jayaprakasam VS, Yeh R, Ku GY, Petkovska I, Fuqua JL, Gollub M, et al. Role of Imaging in Esophageal Cancer Management in 2020: Update for Radiologists. *Am J Roentgenol* 2020;215:1072–84. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.22791>.
- [7] Geboes K, Geboes KP, Maleux G. Vascular anatomy of the gastrointestinal tract. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2001;15:1–14. <https://doi.org/10.1053/bega.2000.0152>.
- [8] Mahadevan V. Anatomy of the oesophagus. *Surg Oxf* 2020;38:677–82. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2020.08.004>.
- [9] Hong SJ, Kim TJ, Nam KB, Lee IS, Yang HC, Cho S, et al. New TNM Staging System for Esophageal Cancer: What Chest Radiologists Need to Know. *RadioGraphics* 2014;34:1722–40. <https://doi.org/10.1148/rg.346130079>.
- [10] Aubert E, Servois V. [Lymph nodes of esophagus cancer: radiological approach]. *Cancer Radiother J Soc Francaise Radiother Oncol* 2014;18:553–8. <https://doi.org/10.1016/j.canrad.2014.06.019>.
- [11] Créhange G, Quivrin M, Vulquin N, Serre A-A, Maingon P. Chimioradiothérapie des cancers de l'oesophage : quelles aires ganglionnaires faut-il irradier ? *Cancer/Radiothérapie* 2014;18:577–82. <https://doi.org/10.1016/j.canrad.2014.07.150>.
- [12] palazzo laurent, Barthet M, Boustièrre C, Giovannini M, Napoléon B, Roseau G, et al. echo-endoscopie digestive. springer; 2012.
- [13] Gautier Defosse, Sandra Le Guyader-Peyrou, Zoé Uhry, Pascale Grosclaude, Marc Colonna, Emmanuelle Dantony, et al. Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018 Étude à partir des registres des cancers du réseau Francim n.d.
- [14] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2018;68:394–424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>.
- [15] Franklin J, Jankowski J. Recent advances in understanding and preventing oesophageal cancer. *F1000Research* 2020;9:276. <https://doi.org/10.12688/f1000research.21971.1>.
- [16] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin* 2021;71:209–49. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>.

- [17] ALD n° 30 - Cancer de l'œsophage. Haute Aut Santé n.d. https://www.has-sante.fr/jcms/c_1105133/fr/ald-n-30-cancer-de-l-oesophage (accessed February 17, 2020).
- [18] Chen Y, Tong Y, Yang C, Gan Y, Sun H, Bi H, et al. Consumption of hot beverages and foods and the risk of esophageal cancer: a meta-analysis of observational studies. *BMC Cancer* 2015;15:449. <https://doi.org/10.1186/s12885-015-1185-1>.
- [19] Freedman ND, Murray LJ, Kamangar F, Abnet CC, Cook MB, Nyrén O, et al. Alcohol intake and risk of esophageal adenocarcinoma: a pooled analysis from the BEACON Consortium. *Gut* 2011;60:1029–37. <https://doi.org/10.1136/gut.2010.233866>.
- [20] DaVee T, Ajani JA, Lee JH. Is endoscopic ultrasound examination necessary in the management of esophageal cancer? *World J Gastroenterol* 2017;23:751–62. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i5.751>.
- [21] Kohli DR, Schubert ML, Zfass AM, Shah TU. Performance characteristics of optical coherence tomography in assessment of Barrett's esophagus and esophageal cancer: systematic review. *Dis Esophagus Off J Int Soc Dis Esophagus* 2017;30:1–8. <https://doi.org/10.1093/dote/dox049>.
- [22] Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, Dyba T, Randi G, Bettio M, et al. Cancer incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries and 25 major cancers in 2018. *Eur J Cancer* 2018;103:356–87. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2018.07.005>.
- [23] Hucl T. Role of endosonography prior to endoscopic treatment of esophageal cancer. *Minerva Chir* 2018;73:410–6. <https://doi.org/10.23736/S0026-4733.18.07809-4>.
- [24] Krasna MJ. Radiographic and endosonographic staging in esophageal cancer. *Thorac Surg Clin* 2013;23:453–60. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2013.07.002>.
- [25] Rice TW, Patil DT, Blackstone EH. 8th edition AJCC/UICC staging of cancers of the esophagus and esophagogastric junction: application to clinical practice. *Ann Cardiothorac Surg* 2017;6:119–30. <https://doi.org/10.21037/acs.2017.03.14>.
- [26] Cho JW. The Role of Endosonography in the Staging of Gastrointestinal Cancers. *Clin Endosc* 2015;48:297–301. <https://doi.org/10.5946/ce.2015.48.4.297>.
- [27] Shridhar R, Huston J, Meredith KL. Accuracy of endoscopic ultrasound staging for T2N0 esophageal cancer: a National Cancer Database analysis. *J Gastrointest Oncol* 2018;9.
- [28] Luo L-N, He L-J, Gao X-Y, Huang X-X, Shan H-B, Luo G-Y, et al. Evaluation of preoperative staging for esophageal squamous cell carcinoma. *World J Gastroenterol* 2016;22:6683–9. <https://doi.org/10.3748/wjg.v22.i29.6683>.
- [29] Kim TJ, Kim HY, Lee KW, Kim MS. Multimodality Assessment of Esophageal Cancer: Preoperative Staging and Monitoring of Response to Therapy. *RadioGraphics* 2009;29:403–21. <https://doi.org/10.1148/rg.292085106>.
- [30] Amin MB, Edge S, Greene F, Byrd DR, Brookland RK, Washington MK, et al., editors. *AJCC Cancer Staging Manual*. 8th ed. Springer International Publishing; 2017.
- [31] Japanese Classification of Esophageal Cancer, 11th Edition: part I. *Esophagus* 2017;14:1–36. <https://doi.org/10.1007/s10388-016-0551-7>.
- [32] Hucl T. Role of endosonography prior to endoscopic treatment of esophageal cancer. *Minerva Chir* 2018;73:410–6. <https://doi.org/10.23736/S0026-4733.18.07809-4>.
- [33] The 8th Edition of the AJCC-TNM Classification: New Contributions to the Staging of Esophagogastric Junction Cancer n.d. <https://www.elsevier.es/en-revista-cirugia-espanola-english-edition--436-pdf-S2173507719301735> (accessed October 18, 2021).
- [34] Twine CP, Roberts SA, Rawlinson CE, Davies L, Escofet X, Dave BV, et al. Prognostic significance of the endoscopic ultrasound defined lymph node metastasis count in esophageal cancer: EUS lymph node count and esophageal cancer. *Dis Esophagus* 2010;23:652–9. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2050.2010.01072.x>.
- [35] Rice TW, Blackstone EH, Rusch VW. 7th Edition of the AJCC Cancer Staging Manual: Esophagus and Esophagogastric Junction. *Ann Surg Oncol* 2010;17:1721–4.

<https://doi.org/10.1245/s10434-010-1024-1>.

[36] Walker AJ, Spier BJ, Perlman SB, Stangl JR, Frick TJ, Gopal DV, et al. Integrated PET/CT Fusion Imaging and Endoscopic Ultrasound in the Pre-operative Staging and Evaluation of Esophageal Cancer. *Mol Imaging Biol* 2011;13:166–71. <https://doi.org/10.1007/s11307-010-0306-0>.

[37] Béchade D, Chomy F. Place de l'échoendoscopie œsophagienne (EUS) et bronchique (EBUS) dans l'évaluation des adénopathies médiastinales. *Bull Cancer (Paris)* 2012;99:761–70. <https://doi.org/10.1684/bdc.2012.1606>.

[38] Plane C, Triboulet J-P, Mariette C, Gincul R, Vanbiervliet G. Échoendoscopie du cancer de l'œsophage. *Acta Endosc* 2011;41:190–2. <https://doi.org/10.1007/s10190-011-0183-7>.

[39] Meister T, Domagk D, Heinzow HS, Osterkamp R, Wehrmann T, Kucharzik T, et al. Miniprobe endoscopic ultrasound accurately stages esophageal cancer and guides therapeutic decisions in the era of neoadjuvant therapy: results of a multicenter cohort analysis. *Surg Endosc* 2013;27:2813–9. <https://doi.org/10.1007/s00464-013-2817-7>.

[40] Puli S-R, Reddy J-B, Bechtold M-L, Antillon D, Ibdah J-A, Antillon M-R. Staging accuracy of esophageal cancer by endoscopic ultrasound: a meta-analysis and systematic review. *World J Gastroenterol* 2008;14:1479–90. <https://doi.org/10.3748/wjg.14.1479>.

[41] Choi J, Kim SG, Kim JS, Jung HC, Song IS. Comparison of endoscopic ultrasonography (EUS), positron emission tomography (PET), and computed tomography (CT) in the preoperative locoregional staging of resectable esophageal cancer. *Surg Endosc* 2010;24:1380–6. <https://doi.org/10.1007/s00464-009-0783-x>.

[42] Rice TW. Esophageal Cancer Staging 2015;48:157–63. <https://doi.org/10.5090/kjtcs.2015.48.3.157>.

[43] Rösch T. Endosonographic Staging of Esophageal Cancer: A Review of Literature Results. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 1995;5:537–47. [https://doi.org/10.1016/S1052-5157\(18\)30419-7](https://doi.org/10.1016/S1052-5157(18)30419-7).

[44] Lightdale CJ, Kulkarni KG. Role of Endoscopic Ultrasonography in the Staging and Follow-Up of Esophageal Cancer. *J Clin Oncol* 2005. <https://doi.org/10.1200/JCO.2005.20.644>.

[45] DaVee T, Ajani JA, Lee JH. Is endoscopic ultrasound examination necessary in the management of esophageal cancer? *World J Gastroenterol* 2017;23:751–62. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i5.751>.

[46] Délivrance de l'information à la personne sur son état de santé. *Haute Aut Santé* n.d. https://www.has-sante.fr/jcms/c_1261551/fr/delivrance-de-l-information-a-la-personne-sur-son-etat-de-sante (accessed December 14, 2020).

[47] Code de la santé publique - Article L1111-2. vol. L1111-2. n.d.

[48] Code de la santé publique - Article L1110-12. vol. L1110-12. n.d.

[49] transmission information médicale, conseil de l'ordre des médecins n.d.

[50] Sous-section 2 : Devoirs envers les patients. (Articles R4127-32 à R4127-55) - Légifrance n.d.

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006072665/LEGISCTA000006196409/2020-08-08/#LEGIARTI000025843580 (accessed January 12, 2021).

[51] Mityul MI, Gilcrease-Garcia B, Searleman A, Demertzis JL, Gunn AJ. Interpretive Differences Between Patients and Radiologists Regarding the Diagnostic Confidence Associated With Commonly Used Phrases in the Radiology Report. *Am J Roentgenol* 2017;210:123–6. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.18448>.

[52] Haskard Zolnierok KB, DiMatteo MR. Physician Communication and Patient Adherence to Treatment: A Meta-analysis. *Med Care* 2009;47:826–34. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e31819a5acc>.

[53] Wynia MK, Osborn CY. Health Literacy and Communication Quality in Health Care

- Organizations. *J Health Commun* 2010;15:102–15. <https://doi.org/10.1080/10810730.2010.499981>.
- [54] Hubert G, Galinski M, Ruscev M, Lapostolle F, Adnet F. Information médicale : de l'hôpital à la ville. Que perçoit le médecin traitant ? *Presse Médicale* n.d.;38:1404–9.
- [55] Recommandations générales pour l'élaboration d'un compte-rendu radiologique (CRR). *J Radiol* 2007;88:304–6. [https://doi.org/10.1016/S0221-0363\(07\)89822-2](https://doi.org/10.1016/S0221-0363(07)89822-2).
- [56] Plane C, Triboulet J-P, Mariette C, Gincul R, Vanbiervliet G. Échoendoscopie du cancer de l'œsophage. *Acta Endosc* 2011;41:190–2. <https://doi.org/10.1007/s10190-011-0183-7>.
- [57] Lauriot Dit Prevost A, Trencart M, Gaillard V, Bouzille G, Besson R, Sharma D, et al. ICIPMIR: Improving the Completeness, Interoperability and Patient Explanations of Medical Imaging Reports. *Stud Health Technol Inform* 2021;281:422–6. <https://doi.org/10.3233/SHTI210193>.
- [58] Lauriot Dit Prevost A, Bentegeac R, Dequesnes A, Billiau A, Baudalet E, Legleye R, et al. “Re-materialized” medical data: Paper-based transmission of structured medical data using QR-Code, for medical imaging reports. *PRESS* 2021.
- [59] Lordick F, Mariette C, Haustermans K, Obermannová R, Arnold D. Oesophageal cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol* 2016;27:v50–7. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdw329>.
- [60] Mityul MI, Gilcrease-Garcia B, Searleman A, Demertzis JL, Gunn AJ. Interpretive Differences Between Patients and Radiologists Regarding the Diagnostic Confidence Associated With Commonly Used Phrases in the Radiology Report. *Am J Roentgenol* 2017;210:123–6. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.18448>.
- [61] HAS. Recommandations : Délivrance de l'information à la personne sur son état de santé. 2012.
- [62] McNair AGK, Brookes ST, Davis CR, Argyropoulos M, Blazeby JM. Communicating the Results of Randomized Clinical Trials: Do Patients Understand Multidimensional Patient-Reported Outcomes? *J Clin Oncol* 2010;28:738–43. <https://doi.org/10.1200/JCO.2009.23.9111>.
- [63] Bantug ET, Coles T, Smith KC, Snyder CF, Rouette J, Brundage MD. Graphical displays of patient-reported outcomes (PRO) for use in clinical practice: What makes a pro picture worth a thousand words? *Patient Educ Couns* 2016;99:483–90. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2015.10.027>.
- [64] Bulsiewicz WJ, Dellon ES, Rogers AJ, Pasricha S, Madanick RD, Grimm IS, et al. The impact of endoscopic ultrasound findings on clinical decision making in Barrett's esophagus with high-grade dysplasia or early esophageal adenocarcinoma: Clinical utility of EUS in Barrett's esophagus. *Dis Esophagus* 2014;27:409–17. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2050.2012.01408.x>.
- [65] Barbetta A, Faraz S, Shah P, Gerdes H, Hsu M, Tan KS, et al. Quality of Endoscopy Reports for Esophageal Cancer Patients: Where Do We Stand? *J Gastrointest Surg* 2018;22:778–84. <https://doi.org/10.1007/s11605-018-3710-4>.
- [66] Chang W-L, Lin F-C, Yen C-J, Cheng H, Lai W-W, Yang H-B, et al. Tumor length assessed by miniprobe endosonography can predict the survival of the advanced esophageal squamous cell carcinoma with stricture receiving concurrent chemoradiation. *Dis Esophagus Off J Int Soc Dis Esophagus* 2011;24:590–5. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2050.2011.01195.x>.
- [67] Brugge WR, Lee MJ, Carey RW, Mathisen DJ. Endoscopic ultrasound staging criteria for esophageal cancer. *Gastrointest Endosc* 1997;45:147–52. [https://doi.org/10.1016/s0016-5107\(97\)70238-4](https://doi.org/10.1016/s0016-5107(97)70238-4).
- [68] Esaki M, Matsumoto T, Moriyama T, Hizawa K, Ohji Y, Nakamura S, et al. Probe EUS for the diagnosis of invasion depth in superficial esophageal cancer: a comparison between a

- jelly-filled method and a water-filled balloon method. *Gastrointest Endosc* 2006;63:389–95. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2005.10.027>.
- [69] Hatta W, Uno K, Koike T, Iijima K, Asano N, Imatani A, et al. A prospective comparative study of optical coherence tomography and EUS for tumor staging of superficial esophageal squamous cell carcinoma. *Gastrointest Endosc* 2012;76:548–55. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2012.05.012>.
- [70] Ishihara R, Matsuura N, Hanaoka N, Yamamoto S, Akasaka T, Takeuchi Y, et al. Endoscopic imaging modalities for diagnosing invasion depth of superficial esophageal squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *BMC Gastroenterol* 2017;17:24. <https://doi.org/10.1186/s12876-017-0574-0>.
- [71] Luo L-N, He L-J, Gao X-Y, Huang X-X, Shan H-B, Luo G-Y, et al. Endoscopic Ultrasound for Preoperative Esophageal Squamous Cell Carcinoma: a Meta-Analysis. *PloS One* 2016;11:e0158373. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158373>.
- [72] Thosani N, Singh H, Kapadia A, Ochi N, Lee JH, Ajani J, et al. Diagnostic accuracy of EUS in differentiating mucosal versus submucosal invasion of superficial esophageal cancers: a systematic review and meta-analysis. *Gastrointest Endosc* 2012;75:242–53. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2011.09.016>.
- [73] Pouw RE, Helderdoorn N, Herrero LA, ten Kate FJW, Visser M, Busch OR, et al. Do we still need EUS in the workup of patients with early esophageal neoplasia? A retrospective analysis of 131 cases. *Gastrointest Endosc* 2011;73:662–8. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2010.10.046>.
- [74] Pfau PR, Perlman SB, Stanko P, Frick TJ, Gopal DV, Said A, et al. The role and clinical value of EUS in a multimodality esophageal carcinoma staging program with CT and positron emission tomography. *Gastrointest Endosc* 2007;65:377–84. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2006.12.015>.
- [75] Tekola BD, Sauer BG, Wang AY, White GE, Shami VM. Accuracy of Endoscopic Ultrasound in the Diagnosis of T2N0 Esophageal Cancer. *J Gastrointest Cancer* 2014;45:342–6. <https://doi.org/10.1007/s12029-014-9616-9>.
- [76] Valero M, Robles-Medranda C. Endoscopic ultrasound in oncology: An update of clinical applications in the gastrointestinal tract. *World J Gastrointest Endosc* 2017;9:243–54. <https://doi.org/10.4253/wjge.v9.i6.243>.
- [77] Qumseya BJ, Wolfsen HC. The Role of Endoscopic Ultrasound in the Management of Patients with Barrett’s Esophagus and Superficial Neoplasia. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 2017;27:471–80. <https://doi.org/10.1016/j.giec.2017.03.001>.
- [78] Mao H, Chi C, Yu J, Yang P, Qian C, Zhao D. QRStream: A Secure and Convenient Method for Text Healthcare Data Transferring. 2019 41st Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBC, 2019, p. 3458–62. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856946>.
- [79] Karteek D, Spoorti K, Jose M, Shakil M. Quick response code in Oral and Maxillofacial Radiology. *J Oral Maxillofac Radiol* 2014;2:95. <https://doi.org/10.4103/2321-3841.144696>.
- [80] Sharma P, Dent J, Armstrong D, Bergman JJGHM, Gossner L, Hoshihara Y, et al. The Development and Validation of an Endoscopic Grading System for Barrett’s Esophagus: The Prague C & M Criteria. *Gastroenterology* 2006;131:1392–9. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2006.08.032>.
- [81] Januszewicz W, Fitzgerald RC. Barrett’s oesophagus and oesophageal adenocarcinoma. *Medicine (Baltimore)* 2019;47:275–85. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2019.02.005>.

Annexe 1

Modèle de compte rendu proposé par la SFED (en 2011), d'après [56].

Acta Endosc. (2011) 41:190-192
DOI 10.1007/s10190-011-0183-7

POINT DE VUE DE L'EXPERT / EXPERT'S POINT OF VIEW

Échoendoscopie du cancer de l'œsophage

Endoscopic ultrasound in oesophageal cancer

C. Plane · J.-P. Triboulet · C. Mariette · R. Gincul · G. Vanbiervliet · Groupe de travail ayant participé à la rédaction de ce compte rendu : Christophe Plane, Jean-Pierre Triboulet, Christophe Mariette, Bertrand Pujol, Marc Barthet, Ivan Borbath, Erwan Bories, Stéphane Carpentier, Paul Castellani, Olivier Croizet, Rodica Gincul, Jean-Michel Godchaux, Bertrand Napoléon, Laurent Palazzo, Geoffroy Vanbiervliet, Christine Lefort

© Springer-Verlag France 2011

Partie administrative (modèle selon les recommandations SFED)

Identité de la structure médicale (nom, adresse et téléphone).
Identité du malade (nom, prénom, date de naissance, sexe) et numéro de sécurité sociale.

Nom de l'aide endoscopiste, noms des médecins correspondants.

Date et heure de réalisation de l'endoscopie.

Information concernant les informations délivrées sur l'examen et le recueil du consentement.

Information concernant le statut vis-à-vis d'agents transmissibles de manière non conventionnelle (ESST).

Technique

Anesthésie : préciser si générale (avec le nom du médecin anesthésiste) ; si intubation, préciser les substances utilisées et le statut ASA.

Endoscope et matériel utilisé : échoendoscope radial ou linéaire, minisonde (précisez la fréquence de la minisonde).

Traçabilité et mode de désinfection de l'échoendoscope.

Traçabilité du petit matériel utilisé (pince à biopsie, aiguille).
Malade hospitalisé ou examen réalisé en ambulatoire, service de provenance, mode de préparation éventuel et qualité obtenue de cette préparation.

Indication

Circonstances de révélation de la pathologie nécessitant une exploration échoendoscopique complémentaire : degré de la dysphagie, douleurs, altération de l'état général, découverte fortuite.

Explorations déjà réalisées, résultat des biopsies.

Antécédents personnels entraînant des conséquences pour la réalisation du geste : prise d'antiagrégant plaquettaire, nécessité d'une antibioprofylaxie, prise d'anticoagulant, chirurgie ancienne risquant d'entraîner une modification anatomique.

Traitements antérieurs : mucosectomie, radio- et/ou chimiothérapie, chirurgie.

État nutritionnel (indice de masse corporel).

Résultats

Qualité et limites de l'examen

Examen mené jusqu'à :

Décrire une éventuelle sténose œsophagienne et son non-franchissement.

Description de la tumeur

Limites supérieure et inférieure par rapport aux arcades dentaires (et hauteur totale) et limites par rapport au cardia diaphragmatique et muqueux en endoscopie.

Orientation et quadrant(s) de circonférence.

Épaisseur maximale de la tumeur en millimètre.

C. Plane (✉)

Service de gastroentérologie, centre hospitalier
Germon et Gauthier, BP 809, F-62408 Bethune cedex, France
e-mail : christophe.plane@wanadoo.fr

J.-P. Triboulet (✉) · C. Mariette

Service de chirurgie digestive adulte est,
centre hospitalier régional, F-59037 Lille, France
e-mail : jp-triboulet@chru-lille.fr

R. Gincul (✉)

Hôpital Edouard-Herriot, F-69437 Lyon cedex 03, France
e-mail : rodica_h13@yahoo.fr

G. Vanbiervliet (✉)

Hôpital L'Archet-II, F-06202 Nice cedex 03, France
e-mail : vanbiervliet.g@chu-nice.fr

 Springer

Rapports avec les éléments du médiastin : arbre trachéo-bronchique, gros vaisseaux, péricarde, plèvre.

Cas particulier du cancer de la jonction œsogastrique (tumeur atteignant la jonction œsogastrique mais dont l'épicentre peut se situer jusqu'à moins de 5 cm du cardia muqueux).

Degré d'envahissement pariétal (classification TNM janvier 2010) : Préciser si tumeur non vue et préciser si utilisation d'une minisonde permettant de visualiser un envahissement :

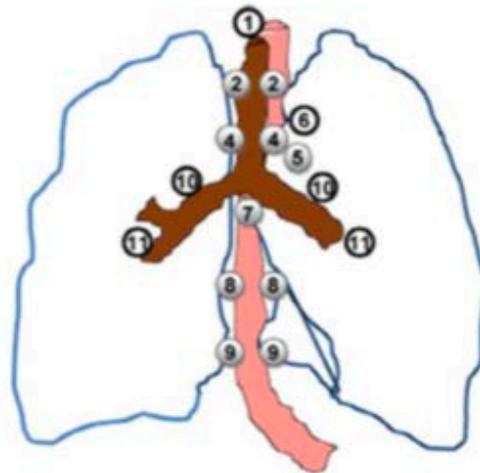
- uniquement de la muqueuse : « m1, m2 » ;
- de la musculaire muqueuse : « m3 » ;
- de la sous-muqueuse : « sm » :
 - uT1 = tumeur envahissant la muqueuse et/ou la sous-muqueuse ;
 - uT2 = tumeur envahissant la musculaire propre ;
 - uT3 = tumeur envahissant l'adventice ;
 - uT4 = tumeur envahissant les structures adjacentes ;
- T4a = tumeur envahissant péricarde, diaphragme, plèvre ou péritoine = *résecable* ;
- T4b = tumeur envahissant les autres structures (aorte, corps vertébraux, trachée...) = *non résecable*.

Présence de nodules de perméation, autres tumeurs associées.

Description de l'extension ganglionnaire (Fig. 1)

Nombre de ganglions ou adénopathies suspectes (pronostic défavorable si > 3) en précisant :

- description : taille, forme, échogénicité, limites ;
- distance par rapport aux arcades dentaires et rapport à la tumeur ;
- localisation/territoires selon la classification TNM janvier 2010, à cocher sur le schéma où les ganglions accessibles apparaissent en gris :
 - sus-claviculaire (cervical bas, rétroclaviculaire et rétro-manubrium sternal) ;
 - médiastinal supérieur (paratrachéaux supérieur [2/gauche et 2/droit] et inférieur [4/gauche et 4/droit]) ;
 - aortique (fenêtre aortopulmonaire : sous- [5/gauche] et para- [6/gauche] aortique) ;
 - médiastinal inférieur (sous-carénaire [7], para-œsophagien [8], ligament pulmonaire [9]) ;
 - sous-diaphragmatique (gastrique gauche, cœliaque, artère splénique, artère hépatique) ;
- *Attention* : les adénopathies cervicales et cœliaques sont cotées N+ et non plus M+ dans la classification de janvier 2010 ;
- classification TNM janvier 2010 :
 - Nx = non évaluable ;
 - N0 = pas d'envahissement des ganglions régionaux ;
 - N1 = 1 à 2 ganglions envahis ;



AIRES EXPLORÉES PAR L'EUS – Vue de Face



AIRES EXPLORÉES PAR L'EUS – Vue de profil

Fig. 1 Cocher les aires ganglionnaires pathologiques selon l'EUS.

- N2 = 3 à 6 ganglions envahis ;
- N3 ≥ 6 ganglions envahis.

Présence d'une éventuelle ascite

Recherche de métastases (description et dimensions) :

M0 = pas de métastase à distance.

M1 = présence de métastase à distance (préciser notamment : foie, épanchement pleural).

Action

Ponction sous contrôle échoguidé

Localisation (tumeur, ganglions, ascite, métastases hépatiques), organe ou paroi traversés, aiguille utilisée (taille, type), ordre de ponction si plusieurs lésions biopsiées, nombre de passages, résultat obtenu, complication, conditionnement et nombre des prélèvements.

Agent de contraste et/ou élastographie

Quand ils sont réalisés.

Conclusion

Préciser le classement uTN avec rappel des limites de l'examen

Classification TNM janvier 2010 :

- uT1 = préciser si minisonde ;
- muqueuse : « m1, m2 » ;
- musculaire muqueuse : « m3 » ;
- sous-muqueuse : « sm » :
 - uT1 = muqueuse et/ou la sous-muqueuse ;
 - uT2 = musculuse propre ;
 - uT3 = l'adventice ;
 - uT4 = tumeur envahissant les structures adjacentes ;
- T4a = tumeur envahissant péricarde, diaphragme, plèvre ou péritoine = *résécable* ;
- T4b = tumeur envahissant les autres structures (aorte, corps vertébraux, trachée...) = non résécable
 - Nx = non évaluable ;
 - N0 = pas d'envahissement des ganglions régionaux ;
 - N1 = 1 à 2 ganglions envahis ;
 - N2 = 3 à 6 ganglions envahis ;
 - N3 ≥ 6 ganglions envahis.

Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Annexe 2

Exemple de compte rendu d'échoendoscopie de cancer œsophagien au CHU de Lille.



Hôpital [REDACTED]
Pôle Médico Chirurgical
Plateaux Techniques Communs
Endoscopie Digestive

Lille, le [REDACTED]

MONSIEUR LE [REDACTED]

COMPTE-RENDU D'ECHO-ENDOSCOPIE

Médecins responsables

[REDACTED]

Compte rendu concernant [REDACTED]

Opérateur : [REDACTED]

Anesthésiste [REDACTED]

Date : [REDACTED]

Gastroentérologues

[REDACTED]

INDICATION :

Adénocarcinome de la jonction oeso gastrique.

Bilan endoscopique.

COMPTE RENDU :

Décubitus latéral gauche, insufflation co2

Descente de l'endoscope sans difficulté

On repère effectivement une lésion tumorale circonférentielle bourgeonnante saignant au contact au niveau du tiers inférieur de l'œsophage.

La jonction oeso gastrique est située à 44 cm des arcades dentaires, la lésion est développée de 43 à 39 cm des arcades dentaires.

Biopsies multiples de la lésion.

La lésion est donc franchissable par l'endoscope standard.

L'étude de la cavité gastrique en vision directe et en rétro vision est sans particularité de même que l'étude duodénale.

Anesthésistes

[REDACTED]

Cadre de Santé

[REDACTED]

Secrétariat

[REDACTED]

Infirmières programmatriques

[REDACTED]

Exploration Fonctionnelles Digestives

[REDACTED]

Consultation

[REDACTED]

On poursuit par une écho endoscopie.

On repère la lésion tumorale devant l'existence d'un épaissement à point de départ muqueux.

Cette lésion envahit la musculuse œsophagienne.

Il existe des adénopathies péri lésionnelles notamment au niveau coeliaque et au niveau de la petite courbure gastrique.

Ces adénopathies mesurent environ 10 mm.

Il existe également une adénopathie médiastinale en arrière de l'oreillette gauche mesurée 10 mm.

Il n'y a pas d'épanchement liquidien intra abdominal.

CONCLUSION :

Lésion tumorale du tiers inférieur de l'œsophage classé Siewert 1.

Echo endoscopie classant la lésion us T2 N+.

Biopsies lésionnelles multiples.

Annexe 3

Schéma JSON décrivant le modèle de données suivi par les fichiers YAML.

```
{
  "$schema": "https://json-schema.org/draft/2019-09/schema#",
  "title": "endoscopic ultrasound report for esophageal cancer",
  "type": "object",
  "required": ["patient_first_name", "patient_last_name", "patient_birth",
"conclusion_validation"],
  "properties": {
    "patient_identifier": {
      "type": "string",
      "description": "patient unique identifier",
      "minLen": 13,
      "maxLen": 13,
      "pattern": "^[0-9aAbB]{13}$"
    },
    "patient_first_name": {
      "type": "string",
      "description": "patient's first name"
    },
    "patient_last_name": {
      "type": "string",
      "description": "patient's last name"
    },
    "patient_birth": {
      "type": "string",
      "description": "date of birth, format yyyy-mm-dd",
      "format": "date"
    },
    "patient_gender": {
      "type": "string",
      "description": "patient's gender",
      "enum": ["male", "female", "NA"]
    },
    "institution": {
      "type": "string",
      "description": "institution where endoscopic ultrasound is performed",
      "default": "chu of lille"
    },
    "operator_physician": {
      "type": "string",
      "description": "name of physician who performed endoscopic ultrasound exam"
    },
    "prescribing_physician": {
      "type": "string",
      "description": "name of physician who prescribed endoscopic ultrasound exam"
    },
    "anesthesiologist": {
      "type": "string",
      "description": "Name of Anesthesiologist"
    },
    "exam_date_time": {
      "type": "string",
      "description": "date and time of exam, format yyyy-mm-ddThh:mm:ss",
      "format": "date-time"
    },
    "device_model": {
      "type": "string",
      "description": "model of imaging device"
    },
    "probe_type": {
      "type": "string",

```

```

    "description": "type of EUS probe used",
    "enum": ["radial", "linear", "miniprobe", "NA"],
    "default": "radial"
  },
  "patient_position": {
    "type": "string",
    "description": "position of patient on examination table",
    "enum": ["NA", "supine", "left lateral recumbent", "unknown"],
    "default": "left lateral recumbent"
  },
  "anesthesia_protocol": {
    "type": "string",
    "description": "type of anesthesiology during endoscopy and EUS",
    "enum": ["NA", "IV sedation", "general anesthesia", "general anesthesia with
tracheal intubation "],
    "default": "general anesthesia"
  },
  "co2_insufflation": {
    "type": "string",
    "description": "co2 insufflation during endoscopy",
    "enum": ["Yes", "No", "NA"],
    "default": "Yes"
  },
  "clinical_history": {
    "type": "string",
    "description": "short description of clinical history"
  },
  "exam_indication": {
    "type": "string",
    "description": " indication of the EUS",
    "enum": ["initial staging", "lymph node FNB", "tumor recurrence", "evaluation post
treatment", "NA"],
    "default": "initial staging"
  },
  "tumor_number": {
    "type": "number",
    "description": "number of esophageal tumor detected on the eus",
    "minimum": 0
  },
  "lymph_node_number": {
    "type": "number",
    "description": "number of lymph node detected on the eus",
    "minimum": 0
  },
  "nodal_n_stage": {
    "type": "string",
    "description": "n stage of TNM staging classification",
    "enum": ["NA", "NX", "usN0", "usN1", "usN2", "usN3"],
    "default": "usN0"
  },
  "barrett_esophagus": {
    "type": "string",
    "description": "sign of metaplasia of gastroesophageal junction detected on
endoscopy",
    "enum": ["No", "Yes", "Suspicious", "NA"],
    "default": ["No"]
  },
  "barrett_esophagus_prague_classification_circumferential_extent_C": {
    "type": "string",
    "description": "circumferential metaplasia extent from GEJ in centimeter",
    "enum": ["NA", "0", "C1", "C2", "C3", "C4", "C5", "C6", "C7", "C8", "C9",
"C10"],
    "default": ["NA"]
  },
  "barrett_esophagus_prague_classification_maximal_extent_M": {
    "type": "string",
    "description": " maximal metaplasia extent from GEJ in centimeter",

```

```

        "enum": ["NA", "M0", "M1", "M2", "M3", "M4", "M5", "M6", "M7", "M8", "M9",
"M10"],
        "default": ["NA"]
    },
    "pleural_effusion": {
        "type": "string",
        "description": "pleural effusion detected on the eus",
        "enum": ["absence", "presence", "unknown", "NA"],
        "default": ["absence"]
    },
    "intraperitoneal_effusion": {
        "type": "string",
        "description": "intra peritoneal effusion detected on the eus",
        "enum": ["absence", "presence", "unknown", "NA"],
        "default": ["absence"]
    },
    "hepatic_metastases_signs": {
        "type": "string",
        "description": "hepatic metastasis signs detected on the eus",
        "enum": ["No", "1", "2", "3", "> 3", "NA"],
        "default": ["No"]
    },
    "fnb_linear_eus": {
        "type": "string",
        "description": "process of linear eus for lymph node FNB",
        "enum": ["No", "Yes", "NA"],
        "default" : ["No"]
    },
    "fnb_needle_model": {
        "type": "string",
        "description": "model of FNB needle ",
        "default": "acquire"
    },
    "fnb_needle_size": {
        "type": "enum",
        "description": "size of FNB needle in Gauge (G)",
        "enum": ["NA", "19G", "22G", "25G"],
        "default": "22G"
    },
    "lymph_node_fnb_number": {
        "type": "number",
        "description": "number of lymph node punctured by FNB",
        "minimum" : 0
    },
    "comment_on_esophageal"
        "type": "string",
        "description": "free text to add other information for esophageal description"
    },
    "tumor_results": {
        "type": "object",
        "description": "description of the tumor(s) results",
        "properties": {
            "tumor_id" {
                "type": "string",
                "description": "generated hash id for each successively described
tumor"
            },
            "tumor_location": {
                "type": "string",
                "description": "location of the tumor in esophagus",
                "enum": ["NA", "cervical esophagus", "upper thoracic esophagus", "middle
thoracic esophagus", "lower thoracic esophagus", "esophagogastric junction"]
            },
            "tumor_upper_point_incisors_distance": {
                "type": "number",
                "description": "distance of upper point of tumor from the incisors in
centimeter",
                "minimum": "15",

```

```

        "maximum": "45"
    },
    "tumor_lower_point_incisors_distance": {
        "type": "number",
        "description": "distance of lower point of the tumor from the incisors
in centimeter",
        "minimum": "15",
        "maximum": "45"
    },
    "tumor_length": {
        "type": "string",
        "description": "measurements of tumor length in centimeter",
        "minimum": 0
    },
    "tumor_morphological_aspect": {
        "type": "string",
        "description": "morphological aspect of tumor in endoscopy",
        "enum": ["NA", "flat lesion", "ulcerative lesion", "granular lesion",
"nodular", "protruded", "not describable"],
        "default": "NA"
    },
    "circumferential_location": {
        "type": "string",
        "description": "circumference of tumor in esophageal wall on a
transversal section of esophagus",
        "enum": ["NA", "Unknown", "1/4 of circumference", "1/2 of
circumference", "2/3 of circumference", "circumferential"],
        "default": "NA"
    },
    "cardinal_orientation": {
        "type": "string",
        "description": "quadrant of tumor in esophageal wall on a transversal
section of esophagus",
        "enum": ["NA", "right quadrant", "left quadrant", " anterior quadrant",
"posterior quadrant", "curcumferential"],
        "default": "NA"
    },
    "esophageal_tumor_stenosis": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of esophageal tumoral stenosis",
        "enum": ["No stenosis", "incomplete stenosis", "tumoral stenosis not
crossable"],
        "default": "No"
    },
    "gej_siewert_classification": {
        "type": "string",
        "description": "description of siewert classification in case of
adenocarcinoma of gastroesophageal junction, type 1 if between -5 and -1cm from cardia,
type 2 if between -1 cm and +2cm from cardia, type 3 if between +2 to +5 cm from cardia",
        "enum": ["NA", "siewert type 1", "siewert type 2", "siewert type 3",
"unknown"],
        "default": "NA"
    },
    "tumoral_endoscopic_biopsy": {
        "type": "string",
        "description": "biopsy of tumor during endoscopy",
        "enum": ["NA", "no endoscopic biopsy ", "1 endoscopic biopsy", "2
endoscopic biopsies", "3 endoscopic biopsies", "several endoscopic biopsies"],
        "default": "no biopsy"
    },
    "tumor_endoscopy_comment": {
        "type": "value",
        "description": "Free text for additional information about the
endoscopy tumor results "
    },
    "parietal_tumor_extension": {
        "type": "string",

```

```

        "description": "Degree of tumor invasion within the wall layers, mucosae
and submucosae are not differentiated",
        "enum": ["NA", "indeterminate", "mucosae and or sub mucosae",
"muscularis propria", "adventice", "adjacent structures"],
        "default": "NA"
    },
    "tumor_t_stage": {
        "type": "string",
        "description": "Us T stage of TNM staging classification, T1b and T1a
are grouped into T1 and T4a and T4b are grouped into T2 ",
        "enum": ["NA", "usTX", "usT0", "usTis", "usT1", "usT2", "usT3", "usT4",
"unknown"],
        "default": "NA"
    },
    "tumor_external_anatomic_contact": {
        "type": "string",
        "description": "Aspect of external anatomic contact, description of
invasion of mediastinal structures ",
        "enum": ["NA", "Unknown", "No external anatomic contact", "aorta",
"vessels", "pleura", "tracheobronchial tube", "diaphragm", "pericardium"],
        "default": "NA"
    },
    "tumor_eus_comment": {
        "type": "value",
        "description": "Free text for additional information about the eus
tumor results "
    }
}
}
}
"lymph_node_results": {
    "type": "object",
    "description": "Description of the Lymph node(s) results",
    "properties": {
        "Lymph_node_id" {
            "type": "string",
            "description": "Generated hash id for each successively described lymph
node"
        },
        "lymph_node_territory": {
            "type": "string",
            "description": "Lymph node territory name and classification",
            "enum": ["NA", "Right upper paratracheal nodes (2R)", " Left upper
paratracheal nodes (2L)", "Right lower paratracheal nodes (4R)", "Left lower paratracheal
nodes (4L)", "subaortic nodes (5L)", "Subcarinal nodes (7)", " Upper thoracic paraesophageal
lymph nodes (8U)", "middle thoracic paraesophageal lymph nodes (8M)", "Lower thoracic
paraesophageal lymph nodes (8Lo)", "Right Pulmonary ligament nodes (9R)", " Left Pulmonary
ligament nodes (9L)", " Left gastric nodes (17)", "Common hepatic nodes (18)", "Splenic
nodes (19)", "Celiac nodes (20)"],
            "default": "NA"
        },
        "comment_on_lymph_node_location": {
            "type": "string",
            "description": "Free text to add comment on lymph node location, like
peritumoral location or other information"
        },
        "lymph_node_size": {
            "type": "number",
            "description": "Short axis diameter of the lymph node in millimeter",
            "exclusiveMinimum": 0,
            "maximum": 200
        },
        "lymph_node_echogenicity": {
            "type": "string",
            "description": "Echogenicity of the lymph node",
            "enum": ["NA", "hyperechoic", "hypoechoic", "anechoic"],
            "default": "NA"
        },
        "lymph_node_contours": {

```

```

        "type": "string",
        "description": "Aspect of lymph node contours",
        "enum": ["NA", "regular", "irregular"],
        "default": "NA"
    },
    "lymph_node_shape": {
        "type": "string",
        "description": "Aspect of lymph node shape",
        "enum": ["NA", "rounded", "lobulated", "oval", "spiculated"],
        "default": "NA"
    },
    "node_metastatic_aspect": {
        "type": "string",
        "description": "lymph node metastatic characteristics such as short
axis size superior or égal to 10mm , rounded shape or regular contours and hypoechoic
content. m = mestastatic, i = inflammatory, u = undefined ",
        "enum": ["NA", "m", "i", "u"],
        "default": "NA"
    },
    "lymph_node_comment": {
        "type": "string",
        "description": "free text to complete manually the description of the
lymph node, such as homogeneous or inhomogeneous character and the presence of other
identical lymph node(s) in the same territory."
    },
    "node_fnb_evaluation": {
        "type": "string",
        "description": "evaluation of lymph node by FNB"
        "enum": ["NA", "Yes", "No"]
        "default": "No"
    },
    "fnb_comment": {
        "type": "string",
        "description": "free text to complete manually the lymph node FNA
information and possible difficulties"
    }
}
}
"Conclusion": {
    "type": "string",
    "description": "Free text to describe main abnormalities"
},
"Guidance": {
    "type": "string",
    "description": "free text to manually describe physician guidance of the exam"
},
"Conclusion_validation": {
    "type": "boolean",
    "description": "The physician must validate the automatically generated
conclusion, after manual modification if required",
    "default": false
}
}
}

```

Annexe 4

Classification endoscopique de Prague C&M de l'œsophage de Barrett (métaplasie glandulaire de la JOG), d'après Sharma et al. [80], évaluée lors du contrôle endoscopique.

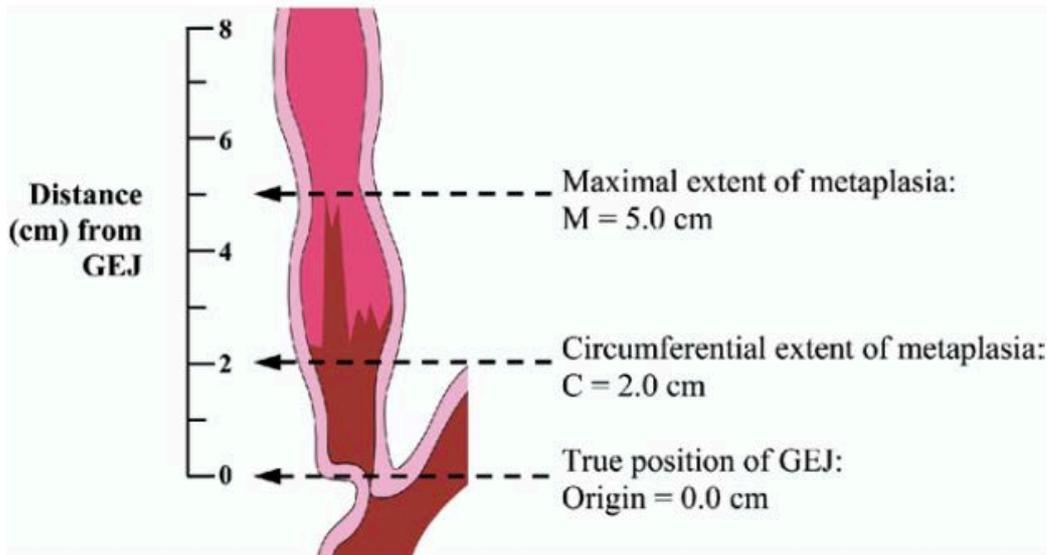
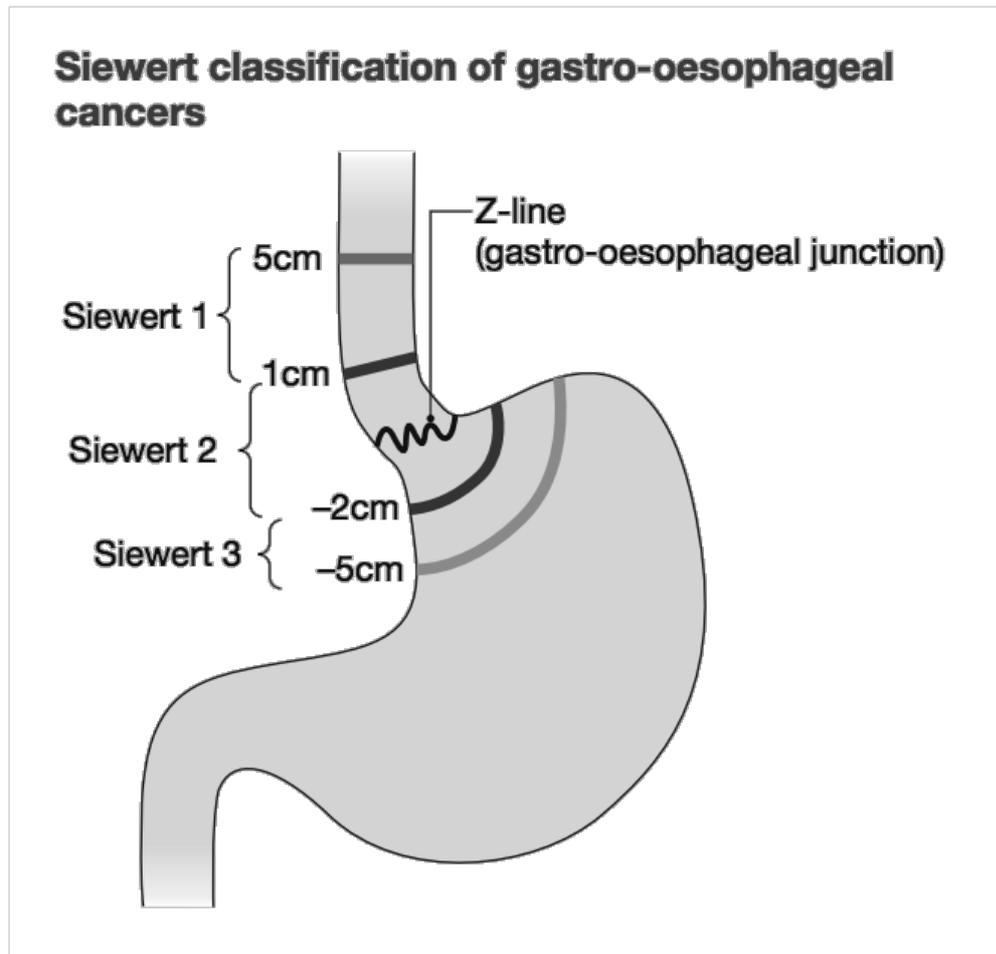


Figure 3. Diagrammatic representation of endoscopic Barrett's esophagus showing an area classified as *C2M5*. *C*: extent of circumferential metaplasia; *M*: maximal extent of the metaplasia (*C* plus a distal "tongue" of 3 cm); *GEJ*: gastroesophageal junction.

Annexe 5

Classification de Siewert des adénocarcinomes de la jonction œsogastrique, évaluée lors du contrôle endoscopique, d'après [81]



Les adénocarcinomes classés Siewert 3 sont situés à plus de 2 cm de la jonction œsogastrique et sont considérés comme étant des cancers gastriques d'après la dernière classification TNM des cancers de l'œsophage (8e édition) [25]. Les cancers classés Siewert 1 et 2 sont œsophagiens.

AUTEURE : Nom :SADKI

Prénom : Rajaa

Date de soutenance : 24 mai 2022

Titre de la thèse : *Echoendoscopie œsophagienne pour cancer : comment améliorer la communication des résultats au patient et au médecin traitant? Définition et structuration des informations requises, représentation graphique et transmission dématérialisée.*

Thèse - Médecine - Lille 2022

Cadre de classement : *Médecine*

DES : *Médecine générale*

Mots-clés : cancer de l'œsophage, échoendoscopie, compte-rendu, schématisation, transmission de données , QR code

Résumé :

Contexte : La transmission de l'information médicale entre les professionnels de santé est primordiale pour la coordination des soins et dans l'instauration d'une relation de confiance malade-médecin. La qualité de l'information médicale transmise au patient contribue à l'adhésion aux soins. L'échoendoscopie œsophagienne est indiquée dans le bilan initial du cancer œsophagien, notre objectif est d'améliorer la compréhension des résultats par le patient et d'améliorer la transmission des résultats entre les médecins. Par cette étude , nous proposons de standardiser les résultats au sein du compte rendu, en y associant une iconographie schématisant les résultats pour l'information du patient et un QR code favorisant la transmission d'information.

Matériel et Méthodes : Notre étude comporte cinq étapes : la définition des critères échoendoscopiques ayant un intérêt dans la classification du cancer œsophagien, par une revue de la littérature et des avis d'experts ; la création d'un modèle de données, le schéma JSON ; la production d'un formulaire de compte rendu structuré et standardisé ; la production d'une iconographie représentant les résultats ; la génération de deux QR codes, l'un pour la transmission des données et l'autre pour l'étude des données.

Résultats : Nous avons défini au sein de la littérature et après l'avis d'experts, les critères du compte-rendu d'échoendoscopie du cancer œsophagien. Nous avons développé un modèle de données en format YAML et un schéma JSON détaillant les items du jeu de données. À la suite, nous avons créé un formulaire pour les praticiens, afin qu'ils produisent un compte-rendu automatisé et standardisé associé à une représentation schématique des résultats de l'échoendoscopie destinée au patient. Les données de ce compte rendu sont ensuite mises en page au format YAML et transmises par le biais de QR codes.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Emmanuel CHAZARD

Assesseur : Monsieur le Docteur Matthieu CALAFIORE

**Directeurs de thèse : Monsieur le Professeur Emmanuel CHAZARD
Monsieur le Docteur Arthur LAURIOT DIT PREVOST**

