



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année 2020

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Comptes rendus de tomodensitométrie dans la lithiase urinaire :
standardisation et visualisation**

Présentée et soutenue publiquement le 30 Octobre à 14h00
au Pôle Formation
par **Marie TRENCART**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Philippe PUECH

Assesseur :

Monsieur le Professeur Grégoire FICHEUR

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 et acronymes

AINS	Anti inflammatoire non stéroïdien
AMM	Autorisation de mise sur le marché
ASP	Radiographie de l'abdomen sans préparation
AUA	<i>American urological association</i>
BMI	<i>Body mass index</i>
BU	Bandelette urinaire
CLAFU	Comité lithiase de l'Association française d'urologie
CSP	Code de la Santé Publique
EAU	<i>European association of urology</i>
ECBU	Examen cyto bactériologique des urines
eCRF	<i>Electronic case report form</i>
GP	<i>General practitioner</i>
Gy/cm²	Gray par centimètre carré
HAS	Haute autorité de santé
HU	Hounsfield
IMC	Indice de masse corporelle
JSON	<i>JavaScript object notation</i>
KUB radiography	<i>Kidney-ureter-bladder radiography</i>
LEC	Lithotritie extracorporelle
mGy.cm	Milligray x centimètre
mSv	Millisievert
NCCT	<i>Non-contrast-enhanced computed tomography</i>
NFS	Numération de la formule sanguine
NLPC	Néphrolithotomie percutanée

NTIC	Nouvelles technologies d'information et de communication
PDL	Produit dose x longueur
PDS	Produit dose x surface
QR code	<i>Quick response code</i>
SPIR	Spectrophotométrie par infrarouge
SWL	<i>Shock wave lithotripsy</i>
TDM	Tomodensitométrie
UML	<i>Unified modelling language</i>
US	<i>Ultrasound</i>
YAML	<i>Yaml ain't markup language</i>

Sommaire

Avertissement	2
Sigles et acronymes	3
Sommaire.....	5
Préambule.....	8
Introduction	9
1 Anatomie de l'appareil urinaire	9
1.1 Vue générale.....	9
1.2 Les reins	10
1.2.1 Anatomie	10
1.2.2 Histologie.....	10
1.2.3 Physiologie	11
1.3 Les uretères	12
1.4 La vessie.....	12
1.5 L'urètre (ou urètre)	12
2 La pathologie de la lithiase urinaire	13
2.1 Généralités.....	13
2.2 Epidémiologie.....	13
2.3 Physiopathologie	13
2.4 Composition des calculs.....	14
2.5 Facteurs favorisants	14
2.6 Présentation clinique de la lithiase urinaire.....	15
2.6.1 Lithiase asymptomatique	15
2.6.2 La colique néphrétique.....	15
2.6.3 L'hématurie	15
2.6.4 Les infections urinaires	15
2.6.5 L'insuffisance rénale	16
2.6.6 Cas particulier de la femme enceinte	16
2.7 Examens paracliniques	16
2.7.1 Bilan de la crise de colique néphrétique.....	16
2.7.2 Bilan de la maladie lithiasique à distance.....	17
2.7.3 Imagerie de la lithiase	17
2.8 Thérapeutiques	20

2.8.1	Traitement de la crise de colique néphrétique.....	20
2.8.2	Traitement de la lithiase urinaire	20
2.8.3	Traitement préventif à long terme	21
3	L'information médicale	22
3.1	Définition de l'information médicale	22
3.2	Cadres légaux de l'information médicale	23
3.2.1	Dans la relation médecin-patient.....	23
3.2.2	Dans la relation entre professionnels de santé	23
3.3	Qualité de l'information médicale.....	23
3.3.1	Généralités	23
3.3.2	Dans la relation médecin-patient.....	24
3.3.3	Dans la relation entre professionnels de santé	24
3.4	L'information médicale dans le compte rendu d'imagerie	25
3.4.1	Cadre légal	25
3.4.2	Qualité de l'information médicale	25
4	Objectif.....	26
	Article en Anglais	27
1	Introduction	27
1.1	Urolithiasis.....	27
1.2	Medical information	27
1.3	Objective of the study	28
2	Material and Methods.....	28
2.1	Field definition	28
2.1.1	Bibliographic review on guidelines	28
2.1.2	Bibliographic review on papers reporting imaging results.....	28
2.1.3	Definition of relevant fields	30
2.2	Data model.....	30
2.3	Textual report.....	30
2.4	2D visualization	30
2.5	QR Code	31
3	Results	31
3.1	Field definition	31
3.1.1	Bibliographic review on guidelines	31
3.1.2	Bibliographic review on papers reporting imaging results.....	31
3.1.3	Definition of relevant fields	34

3.2	Data model.....	36
3.3	Textual report.....	39
3.4	2D visualization.....	40
3.5	QR Code.....	43
4	Discussion.....	44
4.1	Comparison with other articles.....	44
4.2	Limits.....	44
4.3	Perspectives.....	45
	Discussion en Français.....	47
1	Comparaison à la littérature.....	47
2	Forces et limites de l'étude.....	47
3	Perspectives.....	48
	Liste des tables.....	50
	Liste des figures.....	51
	Références.....	52
	Annexe 1.....	58
	Annexe 2.....	59
	Annexe 3.....	60
	Annexe 4.....	61
	Annexe 5.....	63
	Annexe 6.....	69

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 au compte rendu de scanner abdomino-pelvien sans injection réalisé pour diagnostiquer une lithiase urinaire.

Dans une première partie, nous présenterons un rappel anatomique de l'appareil urinaire, puis un rappel concernant la pathologie de la lithiase urinaire et enfin nous nous intéresserons à la partie plus spécifique de l'imagerie lors d'une lithiase urinaire.

1 Anatomie de l'appareil urinaire

1.1 Vue générale

L'appareil urinaire se compose de différents organes ayant pour but l'élimination d'une partie des déchets de l'organisme (Figure 1). Il y a d'une part le haut appareil urinaire composé du rein et de l'uretère, et d'autre part le bas appareil urinaire composé de la vessie et de l'urètre. Nous présenterons ces organes de l'amont vers l'aval du flux urinaire, c'est-à-dire du haut vers le bas.

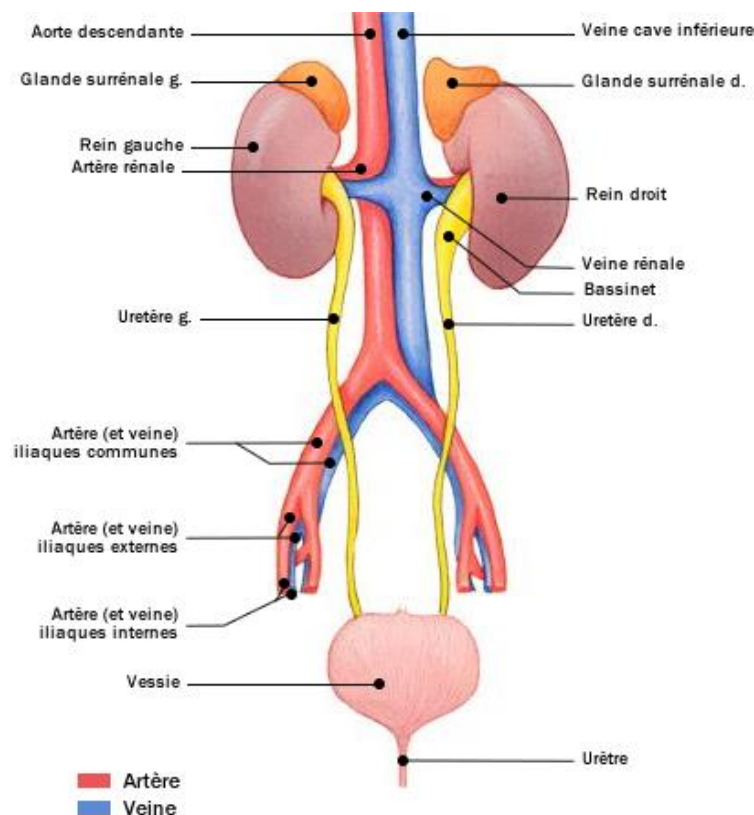


Figure 1 Anatomie des voies urinaires d'après [1]

1.2 Les reins

1.2.1 Anatomie

Les reins sont des organes pairs pleins, situés de chaque côté du rachis lombaire, contre la paroi postérieure de l'abdomen. Le rein gauche est situé en arrière du pancréas et le droit en arrière du foie. Cet organe pair mesure 12cm de hauteur, pour environ 6cm de largeur, il est en forme de haricot et le rein gauche est légèrement plus volumineux que le droit. Chaque rein pèse approximativement 140g chez l'homme et 125g chez la femme [2,3].

Le sang provient des artères rénales qui naissent de l'aorte abdominale et se ramifient en artérioles afférentes. Le néphron, unité structurale et fonctionnelle du rein, reçoit une artériole afférente qui forme un réseau capillaire en pelote appelé glomérule rénal. Les capillaires glomérulaires se rejoignent ensuite pour quitter le néphron via l'artériole efférente. Cette artériole efférente se divise par la suite en capillaires péritubulaires, sièges d'échanges entre le sang et l'urine tubulaire. Ces capillaires se réunissent par la suite pour donner des veinules puis veines, jusqu'à aboutir aux veines rénales qui se drainent dans la veine cave inférieure[4].

1.2.2 Histologie

Chaque rein est constitué d'un parenchyme rénal entourant le sinus rénal, l'ensemble est recouvert d'une capsule fibreuse. Ce parenchyme se compose lui aussi de deux zones : le cortex et la médulla [2,3].

La **médulla** rénale correspond à la zone centrale du parenchyme, elle comprend des zones triangulaires appelées pyramides rénales (ou pyramides de Malpighi). Il existe 8 à 10 pyramides par rein, dont les sommets s'abouchent dans le sinus rénal pour donner les papilles rénales.

Le **cortex** rénal est la zone de filtration glomérulaire, il mesure environ 1cm d'épaisseur et se situe entre les pyramides et la capsule, ces segments correspondent à la colonne rénale (ou colonne de Bertin). Il comprend une portion contournée qui est au contact de la capsule, celle-ci contient les corpuscules rénaux (ou corpuscules de Malpighi). Le cortex comprend une deuxième partie appelée portion radiée, elle se situe au contact de la base des pyramides rénales et est elle-même constituée de pyramides corticales (ou pyramides de Ferrein). L'ensemble de la pyramide rénale avec la zone de cortex qui l'entoure forme un lobule rénal.

Le **sinus** rénal est une cavité. Ses parois irrégulières sont faites de saillies coniques appelées papilles rénales, dont le sommet est perforé de petits trous (aire criblée) permettant à l'urine d'être excrétée. De là les calices mineurs, moulés sur les papilles rénales recueillent l'urine et se rejoignent pour former un calice majeur (réunion de 2 à 4 mineurs). Il peut exister de 2 à 5 calices majeurs, se réunissant eux aussi pour former le pelvis rénal, aussi appelé pyélon ou bassinnet (Figure 2)[2,3].

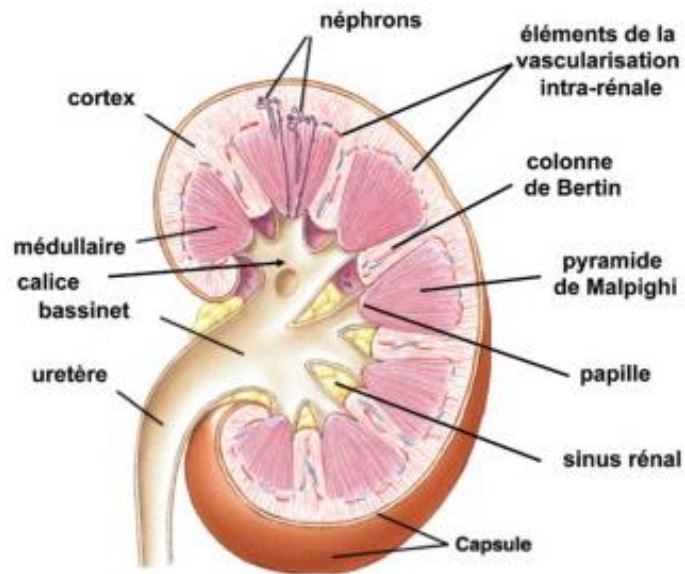


Figure 2 Anatomie du rein d'après [3]

1.2.3 Physiologie

Le rein assure sa capacité de filtration par le néphron. Chaque rein compte environ 800 000 à 1 500 000 néphrons. Chaque néphron comporte une capsule de Bowman qui se prolonge par le tubule rénal (composé du tube contourné proximal, de l'anse de Henlé et du tube contourné distal) s'abouchant au tube rénal collecteur. A ce niveau le néphron pourra jouer son rôle de filtration glomérulaire, de réabsorption tubulaire et de sécrétion tubulaire (Figure 3).

Le tube contourné proximal est le plus long et le plus large segment du néphron. Il réabsorbe environ 65% du volume de l'ultrafiltrat glomérulaire, réabsorbe la quasi-totalité du glucose et des acides aminés et est entouré d'un très riche réseau capillaire issu de l'artériole efférente du glomérule.

L'anse de Henlé a quant à elle pour fonction de rendre hyperosmolaire la médullaire, grâce au gradient créé par l'asymétrie de réabsorption du chlorure de sodium et de l'eau dans ses deux branches, permettant une réabsorption passive de l'eau au niveau des tubules et canaux collecteurs. Le tube contourné distal a pour fonction de maintenir l'équilibre hydroélectrolytique et acido-basique [5].

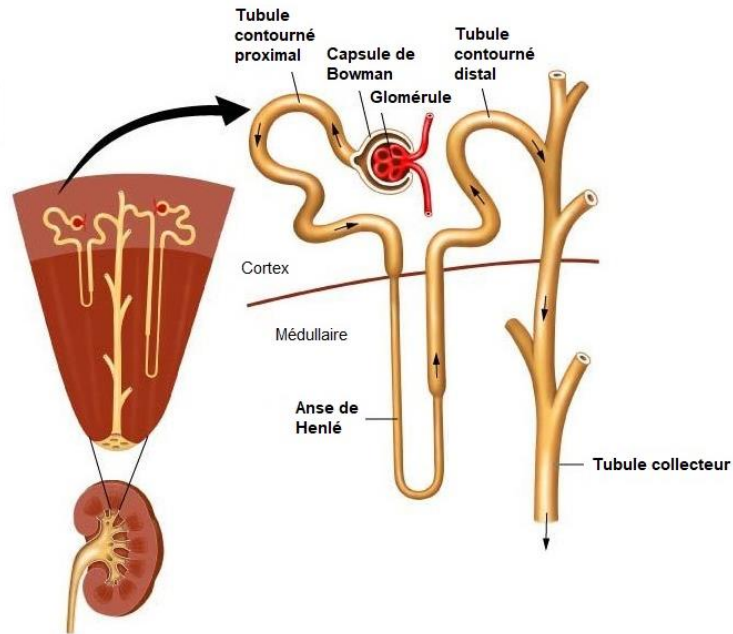


Figure 3 Anatomie du néphron d'après [5]

1.3 Les uretères

Les uretères s'étendent de la zone de jonction pyélo-urétérale, jusqu'à la jonction urétéro-vésicale, ils mesurent chez l'adulte entre 25 et 30cm de long et acheminent l'urine du rein jusqu'à la vessie (Figure 1). On distingue 4 segments, lombaire, iliaque, pelvien et intra-vésical ; mais on peut aussi les diviser en deux parties, l'uretère proximal concernant la partie de l'uretère avant le croisement avec les vaisseaux iliaques et l'uretère distal étant celle après ce croisement. Sa composition histologique comporte une couche muqueuse, une couche musculieuse permettant un péristaltisme, et une adventice [2,6].

1.4 La vessie

La vessie est un organe musculaire creux, ayant un rôle de réservoir avant l'élimination finale de l'urine par la miction. C'est un organe très extensible dont la forme dépend de son état de réplétion. Elle a une capacité variant de 350 à 500ml, et tout comme l'uretère est composée d'une couche muqueuse, une couche musculieuse le détrusor, et d'une adventice [1].

1.5 L'urètre (ou urèthre)

L'urètre est un conduit unique, partant du col vésical et s'abouchant au niveau du méat urinaire (Figure 1). Chez la femme, il est plutôt court et rectiligne, et mesure environ 3cm. Chez l'homme, il est tortueux et mesure environ 15cm. Il est lui aussi composé d'une couche muqueuse, d'une musculieuse et d'une adventice [2].

2 La pathologie de la lithiase urinaire

2.1 Généralités

La lithiase urinaire est caractérisée par la formation d'un calcul dans les voies urinaires, sous forme d'amas pierreux de natures, tailles et localisations variées. En soi, elle est toujours pathologique mais peut rester asymptomatique. Elle peut devenir symptomatique et entraîner des douleurs lorsque le calcul s'enclave.

Il s'agit d'une pathologie fréquente et récidivante, touchant le haut appareil urinaire (rein, cavité pyélocalicielle, uretère) mais aussi parfois le bas appareil urinaire (vessie). C'est une pathologie ancienne puisqu'on retrouve des récits abordant la « maladie de pierre urinaire » datant de l'antiquité [7], elle affecte les populations au niveau mondial. Sa fréquence et la composition des lithiases sont liés à la population touchée, aux conditions sanitaires et environnementales, comme détaillé plus bas [8].

2.2 Epidémiologie

La lithiase urinaire est une affection fréquente, récidivante et en constante augmentation. La prévalence de la maladie est estimée à 9% de la population des pays développés [9], et 10% en France [10], celle-ci ayant triplé en 40 ans. Elle touche environ 2 hommes pour 1 femme [11], le plus souvent entre 30 et 60 ans [12]. Dans cette population, le taux de récurrence est de 50% à 5-10 ans et de 75% à 20 ans [13].

Les caractéristiques épidémiologiques de la lithiase urinaire ont évolué au cours du temps, suivant l'évolution socio-économique du pays et reflétant les habitudes nutritionnelles de la population, la prévalence de pathologies induisant un risque de lithiase majoré et les facteurs environnementaux [14]. Ainsi on constate beaucoup moins de lithiase chez les enfants en France que dans les pays au niveau socio-économique faible [8].

Bien qu'historiquement le siège des calculs fût plutôt vésical, on estime actuellement que les lithiases réno-urétérales correspondent à 90% des localisations recensées dont 80% sont des calculs rénaux [15,16].

Enfin la composition des calculs a elle aussi évolué, initialement phosphatique ou urique, c'est maintenant l'oxalate de calcium qui est le plus souvent retrouvé [17].

2.3 Physiopathologie

Les calculs urinaires sont composés de cristaux inorganiques et organiques amalgamés avec une matrice protéique. Les calculs résultent d'un changement de phase dans lequel les sels dissous se condensent en solides, entraînés par la sursaturation ; l'urine est considérée comme une solution sursaturée dans laquelle une nucléation homogène ou inhomogène peut conduire à l'initiation de la formation

de cristaux, qui peuvent ensuite s'agréger et croître [18]. Cette cristallisation des sels formant des calculs est due à une composition urinaire anormale d'origine métabolique ou environnementale [16].

2.4 Composition des calculs

La composition des calculs peut être déterminée par analyse spectrophotométrique par infrarouge (SPIR). Les lithiases calciques sont les plus fréquentes, elles représentent environ 80% des calculs. Celles d'acide urique représentent quant à elles environ 5-10%; ensuite viennent les calculs de cystine, struvite, d'ammonium et d'acide d'urique [13](Table 1).

Table 1 Composition des calculs d'après [13]

Composition		Fréquence	Caractéristiques
Cristaux	Oxalate de calcium monohydraté (Whewellite)	40-60%	Radio-opaque, bien circonscrit
	Oxalate de calcium dihydraté (Weddellite)	40-60%	Radio-opaque
	Phosphate de calcium (Apatite)	20-60%	Peu Radio-opaque
	Phosphate de calcium (Brushite)	2-4%	Radio-opaque
	Acide urique	5-10%	Radio-transparent
	Struvite (Phosphate ammoniaco-magnésien)	5-15%	Peuvent être coralliforme Peu radio-opaque
	Cystine	1-2,5%	Peu radio-opaque
	Urate d'ammonium	0,5-1%	Radio-transparent
Calculs mixtes	Oxalate de calcium et phosphate	35-40%	
	Acide urique et oxalate de calcium	5%	

2.5 Facteurs favorisants

Différents facteurs favorisants ont clairement été identifiés. En premier lieu on retrouve l'alimentation, puisqu'une consommation accrue de produits laitiers, de protéines animales, de sel, d'aliments riches en oxalate (chocolat, fruits secs, épinards, rhubarbe, thé...), de purine (abats, charcuterie...) ou de fructose favorise la formation des calculs, tout comme un volume urinaire insuffisant par diminution des apports hydriques [16].

Secondairement, il peut exister une composante, familiale, c'est le cas de la cystinurie qui est une maladie génétique la plus fréquemment rencontrée dans ce contexte [18].

Troisièmement, certains germes tel que *Proteus*, *Klebsiella* ou *Pseudomonas* possèdent une enzyme de type uréase qui va dégrader l'urée en matière protéique sur laquelle précipitent les sels minéraux pour former des calculs de struvite [19].

Quatrièmement une anomalie de pH urinaire peut aussi conduire à la formation de calcul. Le pH urinaire normal étant de 5,8, une acidification en-deçà de ce seuil favorise la formation de calcul d'acide urique, de cystine ou encore d'oxalate de

calcium. En contrepartie un pH alcalin (pH>6) favorise le développement de calcul phospho-calcique ou encore la lithiase infectieuse [19].

D'autre part une anomalie anatomique des voies excrétrices peut, elle aussi, favoriser la stase urinaire et donc la formation de calcul, c'est le cas par exemple lors du syndrome de jonction pyélo-urétérale, le rein en fer à cheval, le méga-uretère ou encore le reflux vésico-urétéral [20].

D'autres pathologies, notamment les maladies métaboliques peuvent favoriser la survenue de calculs. C'est le cas de l'hyperparathyroïdie, la néphrocalcinose, la sarcoïdose ou des pathologies intestinales (bypass, maladie de Crohn...) [18].

Enfin on peut noter l'existence de calculs médicamenteux, qui correspondent soit à un désordre métabolique du fait du médicament, soit à la cristallisation dans les urines des métabolites du principe actif [20,21].

2.6 Présentation clinique de la lithiase urinaire

2.6.1 Lithiase asymptomatique

La lithiase urinaire peut être non compliquée et donc asymptomatique et ne se révéler que de façon fortuite lors d'examens d'imagerie [22].

2.6.2 La colique néphrétique

Parmi les coliques néphrétiques, 80% sont causées par des lithiases urinaires. Les coliques néphrétiques sont alors le résultat d'une obstruction aiguë, plus ou moins complète d'une partie de la voie urinaire excrétrice par le calcul. Les 20% restant sont dus soit à une compression par une tumeur soit à une sténose urétérale soit à une malformation.

Cliniquement cela se traduit par une douleur, très intense, à type de torsion, de début brutal, d'évolution paroxystique, de siège plutôt lombaire avec une irradiation vers la racine de la cuisse et les organes génitaux externes. Ces symptômes peuvent être accompagnés de nausées, vomissements, constipation, pollakiurie, dysurie ou impériosités.

La colique néphrétique peut être compliquée, que ce soit à cause du terrain (femme enceinte, malformation connue, insuffisance rénale chronique) ou de la présence de signe de gravité : la colique néphrétique fébrile, anurique ou hyperalgique [22].

2.6.3 L'hématurie

L'hématurie résulte de l'irritation de l'urothélium par le calcul, qui peut donner une hématurie microscopique découverte à la bandelette urinaire (BU) voire macroscopique [22].

2.6.4 Les infections urinaires

Il est licite de rechercher un calcul en cas d'infections urinaires récidivantes, de bactériurie asymptomatique ou de pyélonéphrites récidivantes [22].

2.6.5 L'insuffisance rénale

Devant une découverte d'insuffisance rénale aiguë, la recherche d'obstruction est le premier réflexe à avoir : les calculs bilatéraux, notamment coralliformes pouvant endommager les reins [22].

2.6.6 Cas particulier de la femme enceinte

Différentes modifications physiques et hormonales surviennent durant la grossesse, ce qui augmente le risque de formation de calcul [22]. Ce terrain pose problème car il réduit les possibilités d'imagerie diagnostique, et proscrit certains traitements usuels.

2.7 Examens paracliniques

Il faut distinguer d'une part le bilan réalisé dans un contexte d'urgence lors d'une consultation pour douleurs abdominales par exemple pour établir un diagnostic, et d'autre part les examens complémentaires nécessaires à la prise en charge d'un calcul à plus ou moins long terme.

2.7.1 Bilan de la crise de colique néphrétique.

Par ordre chronologique, à l'arrivée aux urgences on réalise [22]:

2.7.1.1 La bandelette urinaire (BU)

Lors d'une crise de colique néphrétique, elle permet de mettre en évidence d'une part la présence d'une hématurie microscopique signe d'un éventuel calcul et d'autre part une éventuelle infection urinaire par la présence de leucocytes et de nitrites (la BU est alors considérée comme positive).

2.7.1.2 L'examen cyto bactériologique des urines (ECBU)

Il n'est réalisé qu'en cas de BU positive, avant la mise en route d'une antibiothérapie ; afin d'identifier la bactérie responsable de l'infection urinaire et de connaître son antibiogramme.

2.7.1.3 Les hémocultures

Lors du contexte d'urgence avec une fièvre à plus de 38,5°, les hémocultures sont réalisées pour détecter une bactériémie, et identifier le germe responsable.

2.7.1.4 Le bilan biologique

Le dosage de la créatinine doit être systématique lors d'une crise de colique néphrétique pour évaluer le retentissement du calcul sur le rein. Le reste du bilan dépend des habitudes de chaque médecin mais comporte souvent un ionogramme et une numération de la formule sanguine (NFS).

2.7.1.5 Le bilan d'imagerie

L'imagerie a toute sa place dans la prise en charge de la crise de colique néphrétique, afin de confirmer le diagnostic mais aussi d'en évaluer la gravité et le retentissement [23].

Trois examens d'imagerie peuvent être utilisés :

- **La radiographie de l'abdomen sans préparation (ASP)**, facilement disponible, mais dont la sensibilité et la spécificité sont médiocres.
- **L'échographie vésico-rénale**, est un examen rapide, peu coûteux et non irradiant mais opérateur dépendant. Elle peut être associée à l'ASP.
- **Le scanner abdomino-pelvien sans injection de produit de contraste**, examen rapide avec une bonne sensibilité et spécificité mais irradiant. L'uroscanner (scanner avec injection de produit de contraste et analyse au temps tardif) peut être utilisé en cas de persistance d'un doute diagnostique.

Ces examens seront plus détaillés ci-dessous. Le présent mémoire s'intéressera tout particulièrement au scanner abdomino-pelvien sans injection de produit de contraste.

2.7.2 Bilan de la maladie lithiasique à distance

2.7.2.1 La spectrophotométrie infrarouge

Elle est réalisée une fois le calcul récupéré, elle permet de déterminer la composition du calcul, afin d'orienter son traitement [22].

2.7.2.2 Le bilan métabolique de première intention

Il est réalisé à au moins 1 mois d'un épisode de colique néphrétique ou de son traitement, sans que le patient ne modifie ses habitudes alimentaires.

Il comprend le dosage sur un bilan sanguin de la créatininémie, de la calcémie, de la glycémie à jeun et de l'urémie.

Le dosage, suite au recueil des urines sur 24h, de la créatinine, du calcium, du sodium, de l'urée et de l'urate.

Enfin un bilan sur les urines du matin avec une BU, un pH, la mesure de la densité et la cristallurie [24].

2.7.2.3 Le bilan d'imagerie

Comme cité plus haut, il est souvent nécessaire de reproduire l'examen d'imagerie pour suivre l'évolution de la lithiase ou l'efficacité du traitement réalisé.

2.7.3 Imagerie de la lithiase

2.7.3.1 Le scanner

Dans le cadre de douleurs abdominales faisant suspecter le diagnostic de lithiase urinaire, le scanner est l'examen de référence pour confirmer le diagnostic ou au contraire mettre en évidence un diagnostic différentiel [25].

Le scanner ou encore tomographie assistée par ordinateur (TDM) est apparu dans les années 70, cette technique d'imagerie consiste à réaliser des images du corps en coupes très fines grâce à l'utilisation de rayons X couplé à une reconstruction par un système informatique. Le système informatique enregistre l'absorption des rayons X par les tissus et en fait une reconstruction de la région cible en image 2D ou 3D. L'examen peut être complété par une injection de produit de contraste, à base d'iode afin de mieux mettre en évidence certaines pathologies ou organes.

Le principal inconvénient du scanner est la dose de radiation reçue, pour cela on utilise comme mesure le sievert ou millisievert (mSv) qui permet de mesurer l'impact du rayonnement sur la matière vivante, donc d'évaluer le risque lié une exposition à des rayonnements ionisants. On estime que la dose annuelle moyenne de radioactivité reçue en France est de l'ordre de 4,5mSv (2,37mSv/an de radioactivité naturelle, 1,6mSv/an suite à l'exposition médicale et 0,57mSv/an autre) [26]. A ce titre, un scanner abdominal correspond approximativement à une dose de 10mSv [27]. Cependant depuis plusieurs années se développe le scanner dit *low dose*, qui diminue la dose de radiation délivrée par examen, ainsi une TDM abdominale *low dose* se rapproche d'un cliché d'abdomen sans préparation (ASP) avec une dose d'environ 1 à 2mSv (Table 2)[28,29].

Table 2 Comparatif des doses de radiations selon [30]

Evènement	Estimation de la dose de radiation
Exposition annuelle moyenne en France	4,5 mSv
Exposition naturelle en France	2,9 mSv
TDM thoraco-abdomino-pelvien avec injection de produit de contraste	18,5 mSv
Scanner abdominopelvien sans injection	6-9 mSv
Urographie	3 à 5 mSv
Scanner <i>low dose</i>	<3 mSv
TDM cérébral	2 mSv
ASP	1,2 à 1,9 mSv
Radiographie de thorax	0.05 mSv
Panoramique dentaire	0,006 mSv

Dans le cadre des lithiases urinaires le scanner abdomino-pelvien sans injection est l'examen de référence chez l'adulte selon l'*American Urological Association (AUA)* et le comité lithiase de l'association française d'urologie (CLAFU), puisqu'il possède une sensibilité de 97% et une spécificité de 96% dans ce contexte [10,23,31].

En plus du diagnostic de lithiase par visualisation directe du calcul, le scanner permet de mettre en évidence d'éventuelles complications, telles que l'hydronéphrose, ou des signes indirects de pyélonéphrite. Il permet aussi de donner la densité du calcul en unité hounsfield (HU) et ainsi essayer d'en déterminer la nature (Table 3)[10,32].

Table 3 Densité des calculs selon leur composition chimique d'après [10]

Nature du calcul	Densité en HU
Acide urique	200-630
Struvite	550-950
Cystine	650-850
Oxalate de calcium dihydraté	1000-1450
Oxalate de calcium monohydraté	1200-1700
Brushite	1550-1950

2.7.3.2 La radiographie

La radiographie de l'abdomen sans préparation (ASP), permet de visualiser par transparence les organes abdomino-pelviens et leur contenu, par utilisation de rayon X. C'est un examen facilement réalisable et peu irradiant. On considère un calcul radio-opaque lorsqu'il est visible à la radiographie. En théorie, un bon nombre de calculs sont constitués de cristaux de calcium, qui sont radio-opaques ; seulement de nombreux calculs sont trop petits ou ne sont pas visibles à cause de la superposition d'anse intestinale à contenu gazeux (Table 4). L'ASP n'a une sensibilité que de 44% et une spécificité de 77% [23,33]. Il ne donne d'information que sur la présence de calcul, et non sur d'éventuelles complications ou malformations.

L'ASP est donc peu utilisé seul, mais devient intéressant couplé avec l'échographie.

Table 4 Exemple d'aspect radiologique selon la nature du calcul d'après [10]

Nature du calcul	Aspect radiologique
Oxalate de calcium monohydraté	Calcul rond, lisse, homogène, plus dense que l'os
Brushite	Calcul très dense, spiculé en périphérie
Struvite ou Cystine	Faiblement opaque
Acide urique	Radio-transparent mais échogène

2.7.3.3 L'échographie vésico-rénale

Le principe de l'échographie repose sur l'utilisation d'ondes ultrasonores, qui sont diffusées vers le corps par une sonde, puis qui vont être réfléchies par les organes et enfin analysées par un système informatique pour en donner une image en coupe. C'est un examen simple, rapide et non irradiant, mais opérateur dépendant. Il y a quelques inconvénients, comme celui d'avoir une meilleure vision de l'appareil urinaire lorsque la vessie est pleine ce qui n'est pas prévisible dans les conditions de prise en charge de patients lorsqu'ils présentent un épisode de colique néphrétique. Par ailleurs la présence d'une obésité ou d'une distension digestive peut gêner la bonne réalisation de l'examen.

Un calcul sera visible à l'échographie car il réfléchira fortement les ondes, il apparaîtra donc comme hyperéchogène c'est-à-dire sous forme d'image blanche, avec un cône d'ombre postérieur. L'échographie a ainsi une sensibilité de 45% et une spécificité de 94% pour les calculs urétéraux et une sensibilité de 45% et spécificité de 88% pour les calculs rénaux. Par ailleurs, les calculs de moins de 4mm ne sont pas visibles [23,34].

En dehors du fait de visualiser les calculs, l'échographie apporte des renseignements sur le retentissement de la lithiase sur le haut appareil urinaire, la présence de malformations, ou éventuellement un diagnostic différentiel. L'association européenne d'urologie (EAU) recommande en pratique l'utilisation en premier lieu de l'échographie pour une évaluation initiale, à compléter par le scanner pour confirmer le diagnostic de lithiase urinaire. Par ailleurs c'est l'examen recommandé en première intention chez l'enfant et le seul admis dans le cas particulier de la femme enceinte [23].

2.7.3.4 Le compte rendu radiologique

A ce jour, il n'existe pas de compte rendu radiologique type concernant la lithiase urinaire, même si certaines revues en ont proposé des exemples [35]. Or de nombreuses données (morphologiques) sont nécessaires à la prise en charge d'un épisode de crise de colique néphrétique et donc se doivent de figurer sur le compte rendu, que ce soit à destination de l'urologue, du médecin généraliste ou du patient. Une fois celles-ci identifiées, il serait possible de produire automatiquement un compte rendu standardisé à partir de données structurées et standardisées.

2.8 Thérapeutiques

2.8.1 Traitement de la crise de colique néphrétique

La prise en charge d'un épisode de colique néphrétique, passe d'abord par une prise en charge médicamenteuse. Celle-ci comprend l'utilisation d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) qui ont une visée antalgique, anti-inflammatoires en diminuant l'œdème local et la cascade inflammatoire qui en découle et induisent la relaxation des fibres musculaires lisses de l'uretère. A ceux-ci peuvent s'ajouter d'autres antalgiques de pallier 1 type paracétamol ou de pallier 3 de type morphinique selon l'intensité de la douleur ainsi que des antispasmodiques [23].

Dans un second temps l'utilisation d' α bloquant, type Tamsulosine®, a pour action un relâchement des fibres musculaires lisses de l'uretère. Cette prescription est recommandée pour les calculs distaux, larges mais hors autorisation de mise sur le marché (AMM) [36].

Dans certains cas, le drainage des urines par voie naturelle est nécessaire, en montant une sonde urétérale appelée sonde JJ par voie endoscopique.

2.8.2 Traitement de la lithiase urinaire

Lorsque le calcul a peu de chance d'être expulsé spontanément, plusieurs techniques sont à disposition [11,37] :

- La lithotritie extracorporelle (LEC) : Est obtenue par l'émission d'ondes acoustiques qui sont dirigées vers le calcul, préalablement repéré sur un ASP. Il s'agit d'une méthode non invasive, réalisée en ambulatoire (Indiquée pour les calculs radio-opaques, les calculs du rein de moins de 20mm en première intention ou chez l'enfant).
- L'urétéroscopie : Introduction par les voies naturelles de façon rétrograde dans l'uretère, d'un urétéroscopie afin de se rapprocher du calcul pour l'extraire à l'aide d'une pince ou de le fragmenter au laser (Indiqué si contre-indication à la LEC, si calcul suspecté d'être résistant à LEC, en concurrence avec la LEC pour les calculs rénaux de moins de 20mm, si calcul de l'uretère pelvien). On distingue les urétéroscopes rigides, adaptés aux calculs de l'uretère, et souples adaptés aux calculs des calices.
- Néphrolithotomie percutanée (NLPC) : consiste en une ponction percutanée du rein sous contrôle échographique et fluoroscopique, permettant après dilatation l'introduction du néphroscope qui permet de visualiser, fragmenter puis extraire le calcul (Indiqué pour les calculs complexes, coralliformes ou de plus de 2cm) [20].
- Chirurgie : Réservée aux calculs très volumineux, réfractaires aux autres stratégies de prise en charge, pouvant nécessiter une extraction par abord direct.

2.8.3 Traitement préventif à long terme

Le traitement préventif à long terme repose sur des mesures hygiéno-diététiques après bien sûr avoir identifié la composition de la lithiase et réalisé les examens sanguins et urinaires [18].

Il existe trois grandes mesures générales à appliquer à toute personne ayant présenté une lithiase urinaire :

- **L'apport hydrique** : devrait être de 2,5-3L par jour, avec des boissons à pH neutre, une diurèse de 2L à 2,5L par jour.
- **Conseils nutritionnels** : régime équilibré, riche en fibres et légumes, d'une teneur normale en calcium (1 à 1,2g/jour), limité en sel (4-5g/jour), limité en protéine animale (0,8-1g/Kg/jour).
- **Conseils sur les habitudes de vie** : avoir un indice de masse corporel (IMC) normal, une activité physique adéquate, équilibrer la perte excessive de liquide [38].

A cela, peut s'ajouter un traitement plus spécifique selon l'analyse urinaire (Table 5).

Table 5 Traitement de la lithiase urinaire selon la chimie urinaire d'après [13]

Situation observée	Prise en charge possible	
	Modification du régime alimentaire	Traitement médicamenteux
Volume urinaire faible	Augmenter les apports hydriques à plus de 2 l/jour	
Hypercalciurie	Modération du sodium à moins de 200 mmol/l par jour et modération des protéines	Hydrochlorothiazide ou indapamide + potassium alcalin
Hypocitraturie	Modération des protéines	Citrate de potassium
Hyperoxaliurie	Restriction des oxalates, éviter la restriction de calcium	Pyridoxine pour hyperoxaliurie primaire
Hyperuricosurie	Restriction en purine	Allopurinol
pH urinaire bas	Restriction en protéine	Citrate de potassium
Cystinurie	Augmenter les apports hydriques à plus de 3 l/jour	Citrate de potassium, D-pénicillamine, β -mercaptopropionyl-glycine
Infection urinaire		Antibiotiques

3 L'information médicale

3.1 Définition de l'information médicale

Le terme d'information médicale désigne l'ensemble des informations, structurées ou non, collectées au sujet d'un patient, dans le cadre du soin ou des processus préparatoires (ex : admission hospitalière) ou postérieurs (ex : facturation). L'information médicale concerne tous les aspects de la prise en charge du patient.

La communication orale et écrite d'information médicale est un élément clé de la relation médecin-malade, de la coordination des soins, et de la constitution d'un historique constitutif du dossier patient. Depuis la loi du 04 mars 2002, l'information du patient est devenue primordiale afin de placer celui-ci au cœur de sa prise en charge médicale. Cette loi reconnaît un droit au malade d'être informé sur son état de santé par les professionnels de santé [39,40].

3.2 Cadres légaux de l'information médicale

3.2.1 Dans la relation médecin-patient

Le cadre légal concernant l'information médicale est bien décrit dans le Code de la Santé Publique (CSP). Selon l'article L1111-2 du CSP, « *toute personne a le droit d'être informée sur son état de santé* ». Cette information concerne tous les champs possibles de la médecine, que ce soit à propos des « *différentes investigations, traitements ou actions de prévention qui sont proposés, leur utilité, leur urgence éventuelle, leurs conséquences, les risques fréquents ou graves normalement prévisibles qu'ils comportent ainsi que sur les autres solutions possibles et sur les conséquences prévisibles en cas de refus* ». La transmission de cette information doit se faire par tout professionnel de santé dans le cadre de ses compétences et dans le respect des règles professionnelles qui lui sont applicables [41].

3.2.2 Dans la relation entre professionnels de santé

Ce cas de figure aussi a été décrit dans le CSP, et se rapproche fortement du cadre légal du secret médical. Ainsi selon l'article L1110-4 du CSP, plusieurs professionnels de santé peuvent échanger entre eux des informations relatives à un patient pris en charge de façon commune, à condition « *qu'ils participent tous à sa prise en charge et que ces informations soient strictement nécessaires à la coordination ou à la continuité des soins, à la prévention ou à son suivi médico-social et social* ».

Si ces professionnels appartiennent à la même équipe de soins, au sens de l'article L1110-12, « *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* », puisque ces informations sont confiées par le patient à l'ensemble de l'équipe.

Dans le cadre du partage entre des professionnels ne faisant pas partie de la même équipe de soins, le partage d'informations médicales nécessaire à la prise en charge nécessite le consentement du patient.

Ce partage d'information ne concerne uniquement que les informations « *pertinentes, nécessaires et non exhaustives* », afin d'assurer la continuité des soins [42].

3.3 Qualité de l'information médicale

3.3.1 Généralités

L'information médicale délivrée au patient doit répondre à certains critères de qualité, et notamment :

- Donner une information claire, synthétique, hiérarchisée, personnalisée et compréhensible par la personne
- Présenter les alternatives possibles, si elles existent
- Présenter les bénéfices attendus des actes ou soins envisagés, et leurs inconvénients et/ou risques éventuels.

L'information qui est essentiellement orale peut s'accompagner de documents écrits, qui requièrent les mêmes critères de qualité et permettent de compléter l'information délivrée ou permettent au patient de s'y reporter ultérieurement [40].

3.3.2 Dans la relation médecin-patient

Comme décrit par le cadre légal, le contenu de l'information médicale se réfère donc à toute information portant sur l'état de santé du patient, cela comprend les informations sur la maladie elle-même, sur les examens complémentaires envisagés, sur les thérapeutiques (bénéfices, risques, effets secondaires), mais aussi sur les différentes alternatives possibles [40].

Cette information permet donc au patient d'accepter ou de refuser les actes à visée préventive, diagnostique ou thérapeutique qui lui sont proposés. Elle est par ce point un élément essentiel dans la relation de confiance réciproque entre le professionnel de santé et le patient ; et doit donc s'inscrire dans un dialogue.

Une information médicale claire peut donc permettre une meilleure compréhension de la pathologie par le patient et donc une meilleure adhésion à sa prise en charge. Ainsi en améliorant la qualité de l'information médicale transmise, il est possible d'améliorer l'intérêt des patients à leur état de santé et leur observance [43].

Les qualités de l'information médicale sont, comme citées plus haut, de donner une information loyale, claire, compréhensible par le patient, synthétique et personnalisée [44].

A propos de la compréhension, plusieurs travaux ont montré que le vocabulaire médical spécifique utilisé pour les comptes rendus était difficilement compréhensible par les patients, et que plus leur connaissance du langage médical était pauvre plus il y avait de risque d'une mauvaise interprétation avec les complications que cela peut engendrer (difficulté à suivre les instructions médicales, recours inapproprié ou peu fréquent à un praticien médical...) [45,46].

Pour corriger ce fait, il a été démontré que la compréhension des patients dépendait de la forme du compte rendu proposé. Il ressort que l'utilisation de graphique est une aide à ce problème, de par la représentation visuelle mais aussi lorsque les informations sont simplifiées [47,48].

3.3.3 Dans la relation entre professionnels de santé

La transmission de l'information médicale est aussi un point important qui ne cesse de se développer puisqu'elle participe à la qualité des soins du patient ; conformément à l'article 64 du code de déontologie médicale selon lequel « *lorsque plusieurs médecins collaborent à l'examen ou au traitement d'un malade, ils doivent se tenir mutuellement informés...* » [49]. Cette transmission d'information ne cesse d'évoluer notamment grâce au développement des nouvelles technologies d'information et de communication (NTIC, telles que la télémédecine, le dossier médical partagé, l'e-santé...) [50,51].

Tout comme l'échange avec le patient, l'échange avec un professionnel de santé se doit d'être formulé de façon claire afin d'être compréhensible [52].

3.4 L'information médicale dans le compte rendu d'imagerie

Le compte rendu d'imagerie médicale correspond à « une transcription écrite, en termes claires et sans ambiguïté, et une transmission des différentes étapes de l'examen d'imagerie médicale (indication, technique de réalisation, résultat, synthèse et conclusion médicale) »[53].

3.4.1 Cadre légal

Le compte-rendu d'imagerie médicale est obligatoire pour chaque examen d'imagerie médicale.

3.4.1.1 *Vis-à-vis du patient*

Cette obligation a pour but d'apporter au patient une information claire, loyale et appropriée, selon les articles 34 et 35 du code de déontologie médicale [54].

3.4.1.2 *Entre professionnels de santé*

Le médecin radiologue doit informer le médecin traitant et tous les médecins demandeurs par écrit de ses constatations, conclusions et éventuelles prescriptions en informant le patient, comme spécifié dans l'article 60 et 64 du code de déontologie. Il doit aussi s'assurer de la transmission de son compte rendu et de sa bonne réception [53].

3.4.2 Qualité de l'information médicale

A propos du contenu stricto sensu (si on exclut les notions d'identification du patient, de l'examen, du réalisateur, etc.), il n'y a pas d'obligation réglementaire précise, cependant il est communément admis que certains éléments doivent figurer sur le compte rendu, ce sont :

- Les renseignements d'ordre administratif
- Les renseignements d'ordre médical
- L'indication de l'acte
- Les modalités techniques précises
- Les résultats quantitatifs et qualitatifs pertinents
- Les conclusions motivées
- Eventuellement, un tracé ou une iconographie appropriés [55].

Concernant la forme du compte rendu médical, il n'y a pas de standard hormis que la longueur de celui-ci doit être adaptée. Le document doit être signé par le radiologue, et son nom y apparaître. Selon l'arrêté du 22 septembre 2006, la dose reçue par le patient doit être mentionnée en produit dose.surface (PDS) qui s'exprime en gray multipliés par des centimètres carrés (Gy.cm^2) lors d'actes de radiologie conventionnelle concernant la tête, le cou, le thorax, le pelvis ou l'abdomen. Pour les actes scanographiques concernant aussi les mêmes zones, il faut indiquer le produit dose.longueur (PDL) en milligrays multipliés par des centimètres (mGy.cm)[56].

4 Objectif

L'imagerie médicale est indispensable à la prise en charge d'une lithiase urinaire, puisque d'une part elle pose le diagnostic et d'autre part elle oriente vers une thérapeutique adéquate. L'échographie vésico-rénale et le scanner abdomino-pelvien sans injection sont les deux examens d'imagerie utilisés préférentiellement dans ce cas, en effet ils apportent les informations minimales nécessaires à la prise en charge, même si le scanner apportera plus de précisions et d'informations.

Notre hypothèse de travail est qu'il est possible de déterminer une liste d'attributs qui résumant le résultat de l'interprétation d'un scanner abdomino-pelvien sans injection réalisé pour lithiase urinaire. Cette liste d'attributs peut ainsi être saisie sur un formulaire, et permettre automatiquement la génération d'un rapport lisible par un humain, d'une représentation schématique intelligible notamment par le patient. Cette information structurée peut ensuite être transmise à un logiciel adapté.

Les objectifs stratégiques de ce travail sont donc d'améliorer la coordination des soins entre médecins participant à la prise en charge d'une lithiase urinaire, et d'améliorer la communication didactique des résultats d'examen au patient.

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

- de définir le contenu type du compte rendu de scanner abdomino-pelvien sans injection réalisé pour lithiase urinaire
- de proposer une solution simple et portable d'interopérabilité pour transmettre cette information structurée à un professionnel équipé d'un logiciel adapté
- de proposer, sur cette même base, une méthode de génération d'iconographie schématique à destination du patient notamment.

Article en Anglais

1 Introduction

1.1 Urolithiasis

Urolithiasis is a frequent condition with a prevalence of 9% for developed country and 10% in France [9,10]. It affects 2 men for 1 women [21] and mostly between 30 and 60 years old [12]. Furthermore 50% of patients will have a recurrence within 5-10 years, and 75% within 20 years [13]. The incidence rate and the chemical composition of urinary stones vary according to the population, the socio-economic development of the country, nutritional habits and environmental factors [14].

Since the end of the 90's, the non-contrast-enhanced computed tomography (NCCT) has become the gold standard for urolithiasis imaging [57,58], whether for acute flank pain, renal colic or stone follow-up [23,31]. NCCT has a 96% specificity and 97% sensitivity [59], which makes it more efficient than ultrasounds (US) or kidney-ureter-bladder radiography (KUB radiography).

1.2 Medical information

Medical information plays a central role in physician-patient relationship, especially with the concept of patient empowerment [39]. Medical information relates to all aspects of patient care [40]. Many studies focused on improving medical information, to increase the patients' understanding of their conditions, resulting in a higher adherence to medical management [43].

The radiology report is the primary interface between the radiologist, the patient, and the physician. Improving radiological reporting practice is a growing area of interest in the medical literature, especially report's quality, format, language, length, content and completeness, turnaround time, and mode of result delivery to patients [46,48,51].

Using graphical display or simplified information in a medical report might enhance the communication with the patient and her/his comprehension, and improve the subsequent understanding of her/his medical report [47].

Interoperability is also a crucial point when dealing with health data, but it remains challenging because of the lack of universally shared standard, the variety of Electronic Health Record software, the absence of a common infrastructure for sharing health data, and the high sensitivity of clinical data, (Semantic, syntactic, and technical interoperability) [60]. The traditional paper-based transmission has proven effective and safe for transmitting and storage of unstructured text-based data, we aim to explore the possibility of transmitting structured data through this communication channel.

1.3 Objective of the study

The strategic objective of this work is to improve the communication between healthcare professionals in the management of urolithiasis, and the communication and understanding of radiological report by the patient.

To achieve this objective, we developed a reproducible methodology to produce standardized imaging reports, in the field of computed tomography for urolithiasis, through 5 steps:

- (1) Field definition: literature-based definition of relevant fields with expert validation,
- (2) Data model: semantic and syntactic standardization of the data collection within the report,
- (3) Textual report: proposal of a template to automatically generate a textual report
- (4) 2D visualization: proposal of a mapping for automated production of a visualization support for patients
- (5) QR Code: definition of a paper-based physical interoperability standard based on a quick response code (QR Code).

2 Material and Methods

2.1 Field definition

The field list was defined by mixing the results of two bibliographic reviews, and an expert consensus. These three steps are defined hereafter.

2.1.1 Bibliographic review on guidelines

We conducted a narrative bibliographic review using the Medline database (on <http://pubmed.gov>), Google, and Google Scholar, in order to identify guidelines on medical imaging reporting in general, and more specifically in the field of computed tomography for urolithiasis. We included guidelines about radiological reporting in general, and legal requirement on medical reporting, by screening the French health government agency (*Haute Autorité de Santé*, HAS), and the French Health regulation code (*Code de la santé publique*).

2.1.2 Bibliographic review on papers reporting imaging results

We searched the Medline database (on <http://pubmed.gov>) for scientific papers reporting imaging results of patients suffering from urolithiasis. The objective was to identify the pieces of information that the authors found relevant to report, in order to document their patients' database. We used the combination of keywords presented in Table 6, which led to the Pubmed request presented in Figure 4. The articles were selected on title and abstract. When appropriate, some papers cited by the selected papers could also be analyzed. The literature search was not systematic.

In order to annotate the papers, we created a table summing-up the reported outcomes contained in inclusion/exclusion criteria, and in the exams' results.

Table 6 Definition of keywords

Disease and related	Reported items	Imaging technique
renal lithiasis	dilatation	ultrasound
renal lithiases	dilatations	ultrasounds
nephrolithiasis	constriction	ultrasonic
nephrolithiases	constrictions	ultrasonics
urolithiasis	structures	ct scan
urolithiases	structure	ct scans
urinary lithiasis	location of the stone	tomography
urinary lithiases	location of the stones	tomographies
renal colic	size	cat scan
renal colics	sizes	cat scans
ureter stone	hydronephrosis	computed tomography
ureter stones	hydronephroses	computed tomographies
ureteral stone	diagnosis	computed
ureteral stones	diagnoses	
ureteral calculus	composition	
ureteral calculi	compositions	
urinari tract calculus		
urinari tract calculi		
kidney stone		
kidney stones		

```
(("renal lithiasis"[Title/Abstract]) OR ("renal lithiases"[Title/Abstract])
OR ("nephrolithiasis"[Title/Abstract]) OR
("nephrolithiases"[Title/Abstract]) OR ("urolithiasis"[Title/Abstract]) OR
("urolithiases"[Title/Abstract]) OR ("urinary lithiasis"[Title/Abstract])
OR ("urinary lithiases"[Title/Abstract]) OR ("renal colic"[Title/Abstract])
OR ("renal colics"[Title/Abstract]) OR ("ureter stone"[Title/Abstract]) OR
("ureter stones"[Title/Abstract]) OR ("ureteral stone"[Title/Abstract]) OR
("ureteral stones"[Title/Abstract]) OR ("ureteral
calculus"[Title/Abstract]) OR ("ureteral calculi"[Title/Abstract]) OR
("urinari tract calculus"[Title/Abstract]) OR ("urinari tract
calculi"[Title/Abstract]) OR ("kidney stone"[Title/Abstract]) OR ("kidney
stones"[Title/Abstract]) ) AND (("dilatation"[Title/Abstract]) OR
("dilatations"[Title/Abstract]) OR ("constriction"[Title/Abstract]) OR
("constrictions"[Title/Abstract]) OR ("structures"[Title/Abstract]) OR
("structure "[Title/Abstract]) OR ("location of the stone"[Title/Abstract])
OR ("location of the stones"[Title/Abstract]) OR ("size"[Title/Abstract])
OR ("sizes"[Title/Abstract]) OR ("hydronephrosis"[Title/Abstract]) OR
("hydronephroses"[Title/Abstract]) OR ("diagnosis"[Title/Abstract]) OR
("diagnoses"[Title/Abstract]) OR ("composition"[Title/Abstract]) OR
("compositions"[Title/Abstract]) ) AND (("ultrasound"[Title/Abstract]) OR
("ultrasounds"[Title/Abstract]) OR ("ultrasonic"[Title/Abstract]) OR
("ultrasonics"[Title/Abstract]) OR ("ct scan"[Title/Abstract]) OR ("ct
scans"[Title/Abstract]) OR ("tomography"[Title/Abstract]) OR
("tomographies"[Title/Abstract]) OR ("cat scan"[Title/Abstract]) OR ("cat
scans"[Title/Abstract]) OR ("computed tomography"[Title/Abstract]) OR
("computed tomographies"[Title/Abstract]) OR ("computed"[Title/Abstract]))
```

Figure 4 Pubmed request

2.1.3 Definition of relevant fields

Based on the guidelines identified in part 2.1 and the outcomes reported in papers selected in 2.2, we established a list of items to report. We asked 2 independent experts to blindly review and criticize this list of items. The two experts were an expert radiologist (university professor), and a general practitioner (GP). We held a consensus meeting to establish the final list of items to be reported in a computed tomography for urolithiasis.

2.2 Data model

The list of fields was transformed into a data model, and modeled through an UML diagram (“Unified Modelling Language”)[61]. We then defined the data serialization using the YAML syntax (“Yaml Ain’t Markup Language”, version 1.2)[62]. YAML enables to embed structured data in a quite short and readable string representation. We then defined the corresponding JSON schema (“Java Script Object Notation” schema, draft 09-2019)[63] for schema validation. Finally, we used the web-based open source e-CRF tool Goupile [64], to output a shareable easy-to-use form for any computed tomography for urolithiasis. The form is intended to output the data following the YAML syntax defined above.

2.3 Textual report

We proposed a template to automatically generate a textual report from the YAML representation of the results of an exam.

2.4 2D visualization

We proposed 2D paper-printable representations that would enable to represent the usual paraclinical presentations of urolithiasis. We established mappings between the items defined above and the elements of graphical representation (e.g. number X → diameter of object Y). This representation is destined to be presented separately from the report to serve only as an explanation support to the patient.

To illustrate this process, we manually generated several examples of 2D mockups. We submitted these mockups to 10 GPs and 8 patients, to benefit from their feedbacks. We iteratively improved the mockups. Only final models are presented here.

In this preliminary study, the purpose was not to develop the engine to automatically generate 2D representations from the YAML data, but rather to define a baseline mockup, and map the intended modification to the previously defined fields.

2.5 QR Code

The YAML data serialization file was converted to a QR Code using a python QR Code generator [65]. It is worth noting that QR Codes can store up to 4296 alphanumeric character for version 40 (177x177 modules), with a redundancy factor between 7% and 30%, and can contain up to 2953 bytes. Data retrieval was tested using 4 different models of modern smartphones.

3 Results

3.1 Field definition

3.1.1 Bibliographic review on guidelines

According to the HAS [55], medical imaging reports must contain 5 items: patient and radiologist identification, exam indication, protocol, results and conclusion. We could not find any guideline or recommendation about the layout of medical imaging reports. But we found 3 templates of urolithiasis imaging report (see appendix).

From EAU (European Association of Urology) and AUA (American Urological Association) guidelines for the management of urolithiasis, we identified six attributes of urinary stones: size, location, X-ray characteristics, etiology of formation, composition and risk of recurrence [23]. Size, location and X-ray characteristics are important for the prognosis. The stone size can determine spontaneous passage, (smaller than 5mm), and the location, can help to determine the suitable treatment option [65].

The stone size is defined by the largest diameter, and the following classes are often used: <5mm, 5 to 10mm, 10 to 20 mm, >20mm [23].

The stone location can be described according to anatomical position, such as upper, middle or lower calyx; renal pelvis; upper, middle or distal ureter; and urinary bladder. But for the treatment, only the distinction between proximal or distal ureter, kidney stone or lower pole stone and bladder stone interfere [18].

The last classification relates to stone composition and hence their X-ray appearance (KUB radiography), which varies according to mineral composition. For NCCT the classification depends to density, inner structure and composition, which can affect treatment decisions [66,67].

3.1.2 Bibliographic review on papers reporting imaging results

Table 7 presents the outcomes reported in the analyzed scientific papers. We can observe that the papers report very often the stone size (19 of 20 papers, 95%), the stone location (16 papers, 80%), and the stone composition (7 papers, 35%). The stone density expressed in Hounsfield unit is represented in 3 papers (15%), and radiological signs of obstruction in 8 papers (40%).

Table 7 Frequently reported outcomes, in clinical studies

Study	Study type	Population	Size	Location	Density	Composition	Sign of obstruction	Other items
Modai 2019 [68]	Retrospective study monocentric	Patients with distal ureteral stone up to 10mm	Present	Present	Present	Lacking	Present	Rim sign
Xun 2018 [69]	Retrospective study, monocentric	Patients with solitary proximal ureteral stone treated with SWL (shock wave lithotripsy)	Present	Present	Present	Lacking	Lacking	BMI (body mass index), skin-to-stone distance, CTTA (computed tomography texture analysis)
Jendeberg 2017 [70]	Retrospective study, monocentric	Patients with suspected renal colic	Present	Present	Lacking	Lacking	Present	
Diamand 2018 [71]	Retrospective study monocentric	Patients admitted for endoscopic treatment	Present	Present	Lacking	Lacking	Lacking	Calculated area, calculated volume, 3D volume
Ahn 2018 [72]	Retrospective study on national database	Patients who underwent ureteroscopic or SWL	Lacking	Lacking	Lacking	Lacking	Present	
Bhojani 2018 [73]	Prospective study	Patients with calcium oxalate stone requiring ureteroscopy	Present	Present	Lacking	Present	Lacking	
Tzou 2017 [74]	Historical Review on US for urolithiasis (history, applications)		Present	Lacking	Lacking	Lacking	Lacking	Radiation exposure
O'Kane 2016 [75]	Retrospective study monocentric	Patients with pure calcium stone	Present	Present	Lacking	Present	Lacking	
Glybochko 2019 [14]	Retrospective study, monocentric	Patients with urinary stones	Present	Present	Present	Lacking	Present	Functional state of the upper urinary tract
Bayne 2019 [76]	Medico-economic study		Present	Present	Lacking	Present	Lacking	
Corbo 2019	Recommendation		Present	Present	Lacking	Present	Present	

[21]							
Gottlieb 2018 [77]	Review about treatment of urolithiasis		Present	Present	Lacking	Present	Lacking
Moore 2019 [78]	Systematic review about optimal imaging		Present	Present	Lacking	Lacking	Lacking
Pradère 2018 [9]	Review of Guidelines		Present	Present	Lacking	Lacking	Lacking
Jo 2009 [12]	Retrospective study monocentric	NCCT for suspected acute renal colic	Present	Lacking	Lacking	Lacking	Present
Hollingsworth 2006 [36]	Meta-analysis about success of MET (medical expulsive therapy)		Present	Present	Lacking	Lacking	Lacking
Coll 2019 [79]	Retrospective study	Patients with solitary stone in the ureter	Present	Present	Lacking	Present	Present
Rodger 2018 [31]	Systematic review	Comparison between low-dose and ultralow dose CT for urolithiasis	Present	Lacking	Lacking	Lacking	Lacking
Eisner 2008 [81]	Retrospective review	Patients with single obstructing ureteral calculus	Present	Present	Lacking	Lacking	Present
Kambadakone 2010 [32]	Journal article		Present	Present	Lacking	Present	Lacking
Total			95%	80%	15%	35%	40%

3.1.3 Definition of relevant fields

Based on our literature review, examples of report result for urolithiasis (Table 7) and expert validation, we determined the list of relevant fields. The complete list is detailed in Table 8. This list consists of:

- General items:
 - o items about patient identification, mandatory for any radiological report
 - o items about the exam characteristics
 - o items about conditions for performing the urolithiasis imaging
- Results of the exam:
 - o items about other organs than urinary tract, in case of a differential diagnosis for abdominal pain, description of the pelvic region
 - o description of the urinary tract
 - o for each urolithiasis, detailed description
 - o guidance and conclusion

Table 8. Detailed description of the selected fields

Entity	Attribute	Type	Cardinality	Graphical Use
Exam	<i>(patient's characteristics)</i>			
	Identifier	String		No
	Name	String		No
	First name	String		No
	Birth	Date		No
	<i>(protocol characteristics)</i>			
	Institution	String		No
	Physician	String		No
	Exam date and time	Date		No
	Exam type	Categorical		No
	Device model	String		No
	Device date	Date		No
	Exam Indication	Categorical		No
	<i>(exam condition)</i>			
	Contrast	Categorical		No
	Low dose	Categorical		No
	Acute	Categorical		No
	Fever	Categorical		No
	Derivation	Categorical		No
	Radiation	Real		No
	<i>(organ abnormality)</i>			
	Liver	Categorical		No
	Adrenals	Categorical		No
	Pancreas	Categorical		No
	Spleen	Categorical		No
	Ovaries	Categorical		No
	Lymph node	Categorical		No
	Gallbladder infiltration	Categorical		No
	Appendix infiltration	Categorical		No
	Sigmoid infiltration	Categorical		No
	Pneumoperitoneum	Categorical		No
	Intraperitoneal effusion	Categorical		No

<i>(general items on urinary tract)</i>			
	Urinary tract duplication	Categorical	No
	Renal Transplant	Categorical	Nos
	Pelvic phlebolith	Categorical	No
	Bladder lithiasis	Categorical	Yes
	Lithiasis	Integer	Yes
<i>(provide guidance)</i>			
	Findings	Categorical	No
	Further imaging	Categorical	No
	Further imaging type	String	No
	Further physician	Categorical	No
	Further physician type	String	No
	Control imaging	Categorical	No
	Control imaging delay	String	No
<i>(conclusion)</i>			
	Conclusion	String	No
	Conclusion validation	Boolean	No
Upper Tract	<i>(results)</i>	1 Result: $0 \leq n \leq 8$ Upper Tract	
	Lateralisation	Categorical	Yes
	Diversion	Categorical	Yes
	Renal height	Real	Yes
	Renal volume	Real	Yes
	Renal contour deformity	Categorical	Yes
	Renal parenchymal anomaly	Categorical	No
	Interlabial pelvic diameter	Real	No
	Extrasinusal pelvis	Categorical	No
	Ureteral diameter	Numeric	Yes
	Ureteral dilatation	Categorical	Yes
	Pyelocaliceal dilatation	Categorical	Yes
	Pelviureteric junction	Categorical	Yes
	Urinoma	Categorical	No
	Hematuria	Categorical	No
	Pyelonephritis sign	Categorical	No
Lithiasis	<i>(results)</i>	1 Result: $0 \leq n$ Lithiasis	
	Evolution	Categorical	No
	Lateralization	Categorical	Yes
	Location	Categorical	Yes
	Coralliform renal calculi	Categorical	Yes
	Size	Real	Yes
	Density	Real	No
	Distance from uretero-vesical junction	Real	No
	Infiltration	Categorical	Yes
	Obstruction	Categorical	No
	Nephrography	Categorical	No
	Fornix rupture	Categorical	No

3.2 Data model

From our list of fields, we modeled an UML diagram, shown in Figure 5.

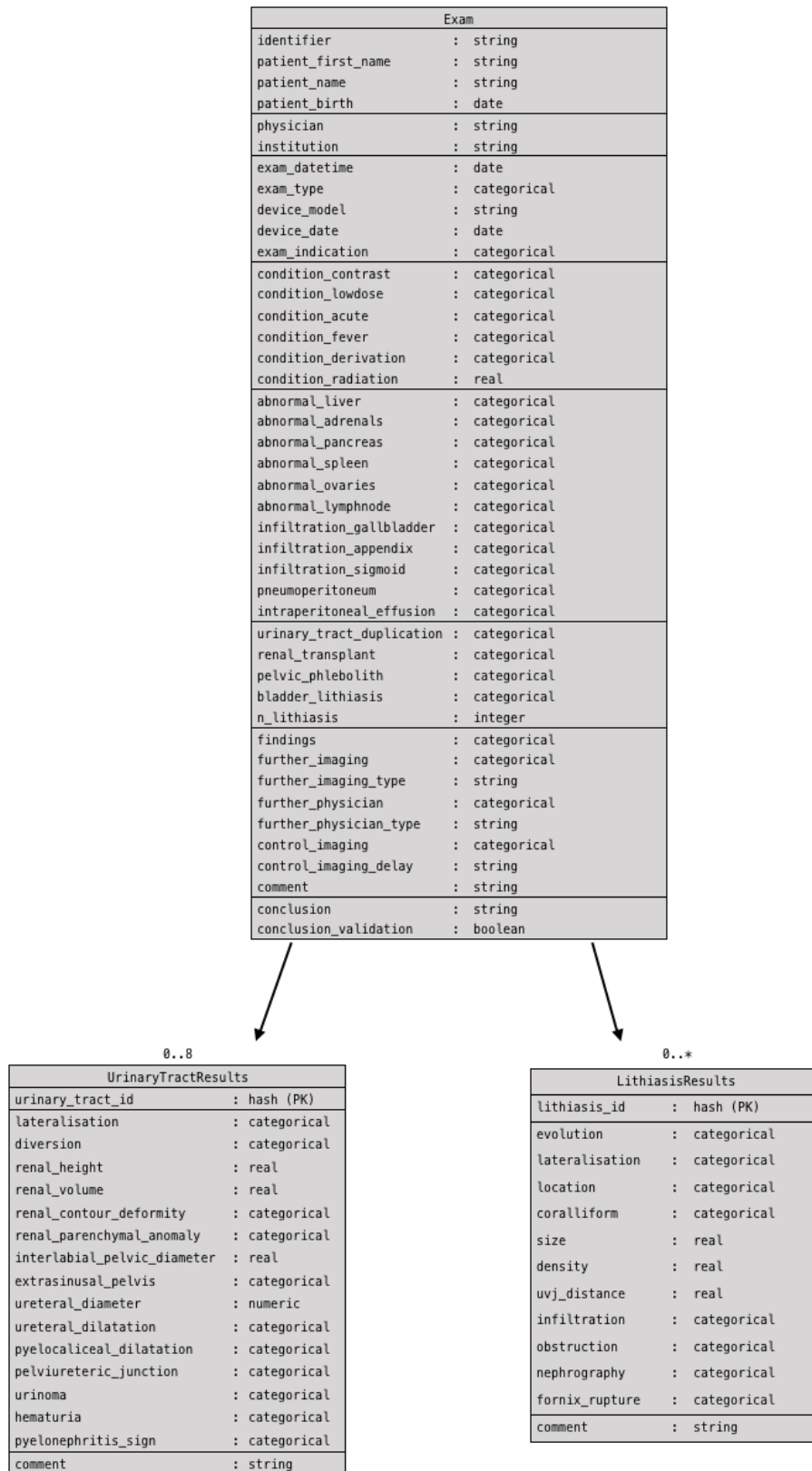


Figure 5 UML diagram

From the UML diagram, we established a JSON database schema, which defined for each entity the properties and required values. Figure 6 shows the first lines of the JSON Schema. For full file, see Appendix.

```
{
  "$schema": "https://json-schema.org/draft/2019-09/schema#",
  "title": "Lithiasis Report",
  "type": "object",
  "required": ["patient_first_name", "patient_first_name", "patient_birth",
"conclusion_validation"],
  "properties": {
    "identifier": {
      "type": "string",
      "description": "Patient unique identifier",
      "minLen": 13,
      "maxLen": 13,
      "pattern": "^[0-9aAbB]{13}$"
    },
    "patient_first name": {
      "type": "string",
      "description": "Patient's first name"
    },
    "patient_name": {
      "type": "string",
      "description": "Patient's name"
    },
    "patient_birth": {
      "type": "string",
      "description": "Date of birth, format yyyy-mm-dd",
      "format": "date"
    },
    "exam_date_time": {
      "type": "string",
      "description": "Date and time of exam, format yyyy-mm-ddThh:mm:ss+00:00",
      "format": "date-time"
    },
    "exam_type": {
      "type": "string",
      "description": "Exam type",
      "enum": ["CT", "US", "Radiography", "Radiography + US", "NA"]
    },
    "physician": {
      "type": "string",
      "description": "Physician responsible for the interpretation of the imaging results"
    },
    "device_model": {
      "type": "string",
      "description": "Model of imaging device"
    },
    "device_date": {
      "type": "string",
      "description": "Date of device validation",
      "format": "date"
    },
    "exam_indication": {
      "type": "string",
      "description": "Exam indication",
      "enum": ["Abdominal pain", "Renal insufficiency", "Follow up", "Other", "NA"]
    },
    "condition_contrast": {
      "type": "string",
      "description": "Exam using enhanced contrast agent",
      "enum": ["No", "IV", "IV late phase", "Urinary tract injection", "NA"],
      "default": "No"
    }
  }
  (...)
}
```

Figure 6 JSON schema (first lines)

Based on the JSON schema, we imagined a "fictional" lithiasis report, and produced the corresponding YAML file (Figure 7).

```

%YAML 1.2
---
Exam:
  schema: medical_imaging_report/ot2020_lithiasis.schema.json
  identifier: id12345678910
  patient_first_name: Marie
  patient_name: Trencart
  patient_birth: 1901-01-01
  exam_date_time: 2020-10-30T14:00:00
  exam_type: CT
  physician: Philippe PUECH
  device_model: MX Twin Flash
  device_date: 2020-01-01
  exam_indication: Abdominal pain
  condition_contrast: "No"
  condition_low_dose: Low dose
  condition_acute: "Yes"
  condition_fever: "No"
  condition_derivation: Upper tract drainage
  condition_radiation: 276
  abnormal_liver: "No"
  abnormal_adrenals: "No"
  abnormal_pancreas: "No"
  abnormal_spleen: "No"
  abnormal_ovaries: "No"
  abnormal_lymphnode: "Yes"
  infiltration_gallbladder: "No"
  infiltration_appendix: "No"
  infiltration_sigmoid: "No"
  pneumoperitoneum: "No"
  intraperitoneal_effusion: "No"
  urinary_tract_duplication: Right
  renal_transplant: "No"
  bladder_lithiasis: "Yes"
  pelvic_phlebolith: "Yes"
  lithiasis_n: 3
  lithiasis_results:
    lithiasis_id: [11, 12, 13]
    evolution: [New, Stable, Stable]
    lateralisation: [Left, Right upper pole, NA]
    location: [Renal pelvis, Pelvi-ureteric junction, Bladder]
    corraliform: ["No", "No", "No"]
    size: [11, 8, 8]
    density: [600, 700, 700]
    uvj_distance: [NA, NA, NA]
    infiltration: ["Yes", "No", "No"]
    obstruction: ["No", Minor calyces dilatation, "No"]
    nephrography: [Normal, Retarded, Normal]
    fornix_rupture: ["No", "No", "No"]
    comment: [NA, NA, NA]
  urinary_tract_results:
    urinary_tract_id: [ut1, ut2, ut3]
    lateralisation: [Left, Right upper pole, Right lower pole]
    diversion: ["No", "No", pyelostomy]
    renal_height: [108, 70, 40]
    renal_volume: [NA, NA, NA]
    renal_contour_deformity: ["Yes", "No", "No"]
    renal_parenchymal_anomaly: [Unknown, Unknown, Unknown]
    interlabial_pelvic_diameter: [16, 9, 4]
    extra_sinusal_pelvis: ["No", "No", "No"]
    ureteral_diameter: [0, 2, 0]
    ureteral_dilatation: ["No", "No", "No"]
    pyelocaliceal_dilatation: ["No", "Yes", "No"]
    pelviureteric_junction: ["No", "No", Unknown]
    urinoma: ["No", "No", "No"]
    hematuria: ["Yes", "No", "No"]
    pyelonephritis_sign: ["No", "No", "No"]
    comment: [Hypodense lesion corresponding to a renal cyst, NA, NA]
  findings: Abnormal compatible with clinical description
  further_imaging: "No"
  further_imaging_type: NA
  further_physician: Further physician opinion advised
  further_physician_type: Urologist
  control_imaging: Control exam needed
  control_imaging_delay: 6 weeks
  comment: NA
  conclusion: NA
  conclusion_validation: true

```

Figure 7 Example of YAML file

3.3 Textual report

Then, we could propose a template model, which is intended to be fed with YAML data, and to automatically generate a textual report. Figure 8 proposes a pseudo-code-based template for that purpose.

```
Mr/Mrs{patient_name} {patient_first_name}
Date of birth: {patient_birth}
Date of exam: {exam_date_time}

Exam {exam_type}
{device_model} {device_date}

Indication:
{exam_indication}

Condition:
{exam_type}, {condition_contrast}, {condition_low_dose}, made in {condition_acute},
with{condition_fever} and with {condition_derivation}.
PDL: {condition_radiation}.

Results:

{if abnormal_liver = "No"}
    No liver abnormality.
{else}
    The liver presents {abnormal_liver: comments}

{if abnormal_pancreas = "No"}
    No pancreas abnormality.
{else}
    The pancreas presents {abnormal_pancreas: comments}
...
{foreach urinary_tract_results as utr}

    {[utr]lateralization} kidney:
        Measuring {renal_height}cm long and {renal_volume}cm3
    {if [utr]diversion <> "No"}

        Presence of a urinary tract diversion: [utr]diversion

    {if [utr]pyelocaliceal_dilatation = "No"}
        No pyelocaliceal dilatation
    {else}
        Pyelocaliceal dilatation with a interlabial pelvic diameter of
{interlabial_pelvic_diameter}mm.

{foreach lithiasis_results as lr}

    Lithiasis {[lr]location} {[lr]lateralization} of {[lr]size}mm and density of
{[lr]density} HU,
    {if [lr]obstruction = "No"}
        Non obstructive.
    {else}
        obstructive

Conclusion:
{findings}
{if further_imaging <> No}
    Need for {further_imaging_type}
{if further_physician <> No}
    Need for {further_physician_type} opinion advice
    {physician}
```

Figure 8 Example textual report

3.4 2D visualization

Here are presented some examples of possible schematic representation of urolithiasis report. Figure 9 presents the baseline representation, with the size of stone in legend. This image can also be used to represent the results of a normal urinary tract.

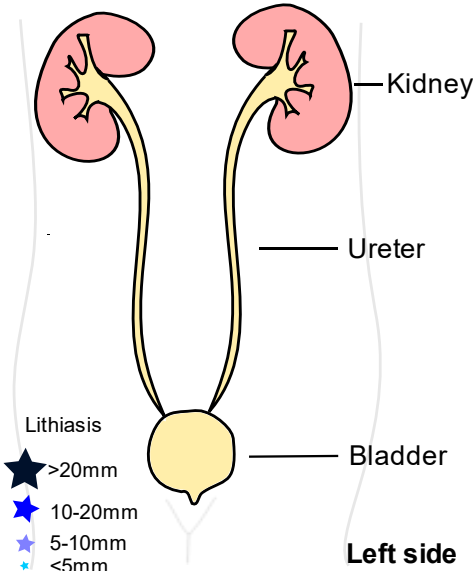


Figure 9 Example of normal exam (baseline representation)

Figure 10 shows of a right kidney calculus, measuring between 10 and 20mm with pyelocaliceal dilatation, and a left proximal ureter calculus, measuring between 10 and 20mm too, with ureteral dilatation.

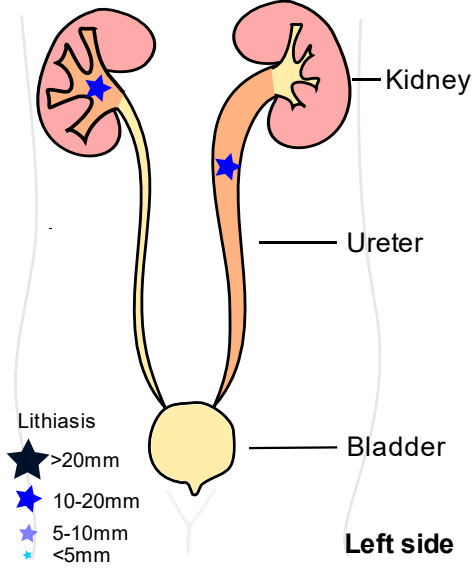


Figure 10 Example n°1

Figure 11 illustrates a right kidney calculus, measuring more than 20mm, with kidney fat infiltration, and a bladder calculus measuring less than 5mm.

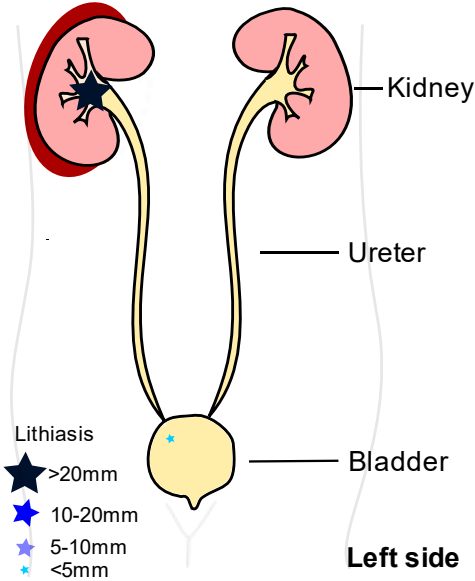


Figure 11 Example n°2

We defined a mapping between the proposed data model, and the graphic representation elements. We considered that in the case of a normal urinary tract during the exam, it generated the production of a basic diagram as in Figure 9. Then when some measurements of the organ were abnormal, it caused a modification of the predefined parameters corresponding to the schema, as shown in Table 9 and on Figure 12. Otherwise, for the stones, we defined 4 representations of different size and color according to groups, defined by guidelines. For the renal or ureteral fat infiltration, we applied a new symbolizing element to the organ as in Figure 11.

Table 9 Correspondence between anatomical variation and representation

Field	Drawing parameter	Type of modification
renal_height	Kidney diameter (a)	Increase by a certain factor
renal_volume	Kidney volume (b)	Increase by a certain factor
pyelocaliceal_dilatation	Interlabial pelvic diameter (c)	Increase by a certain factor
ureteral_dilatation	Ureteral diameter (d)	Increase by a certain factor
bladder_lithiasis	Insertion of the lithiasis element (e)	
lithiasis_size	Size of the calculus	Insertion of the figure (f), with a certain magnification factor
lithiasis_location	Location of the lithiasis	Change coordinates
infiltration	Fat infiltration (g)	Insertion of the figure (g) behind the affected kidney or ureter

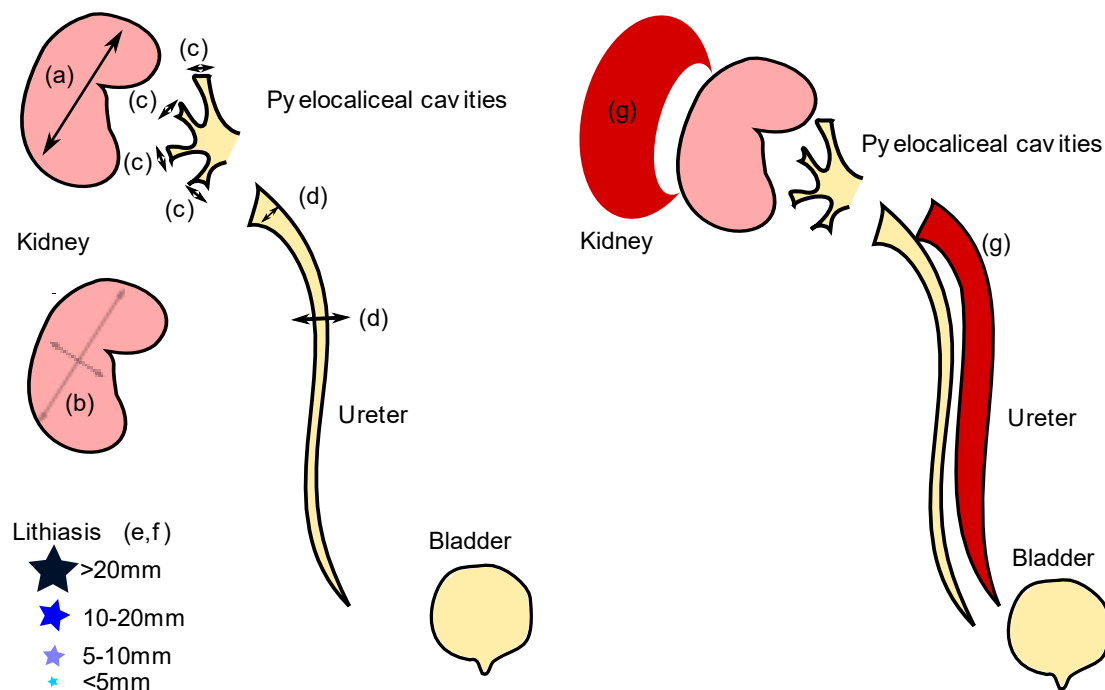


Figure 12 Drawing parameters

3.5 QR Code

From an instance of our data model, we generated a QR Code as shown in Figure 13, containing a 2615 characters text file, with a 7% error correction level.

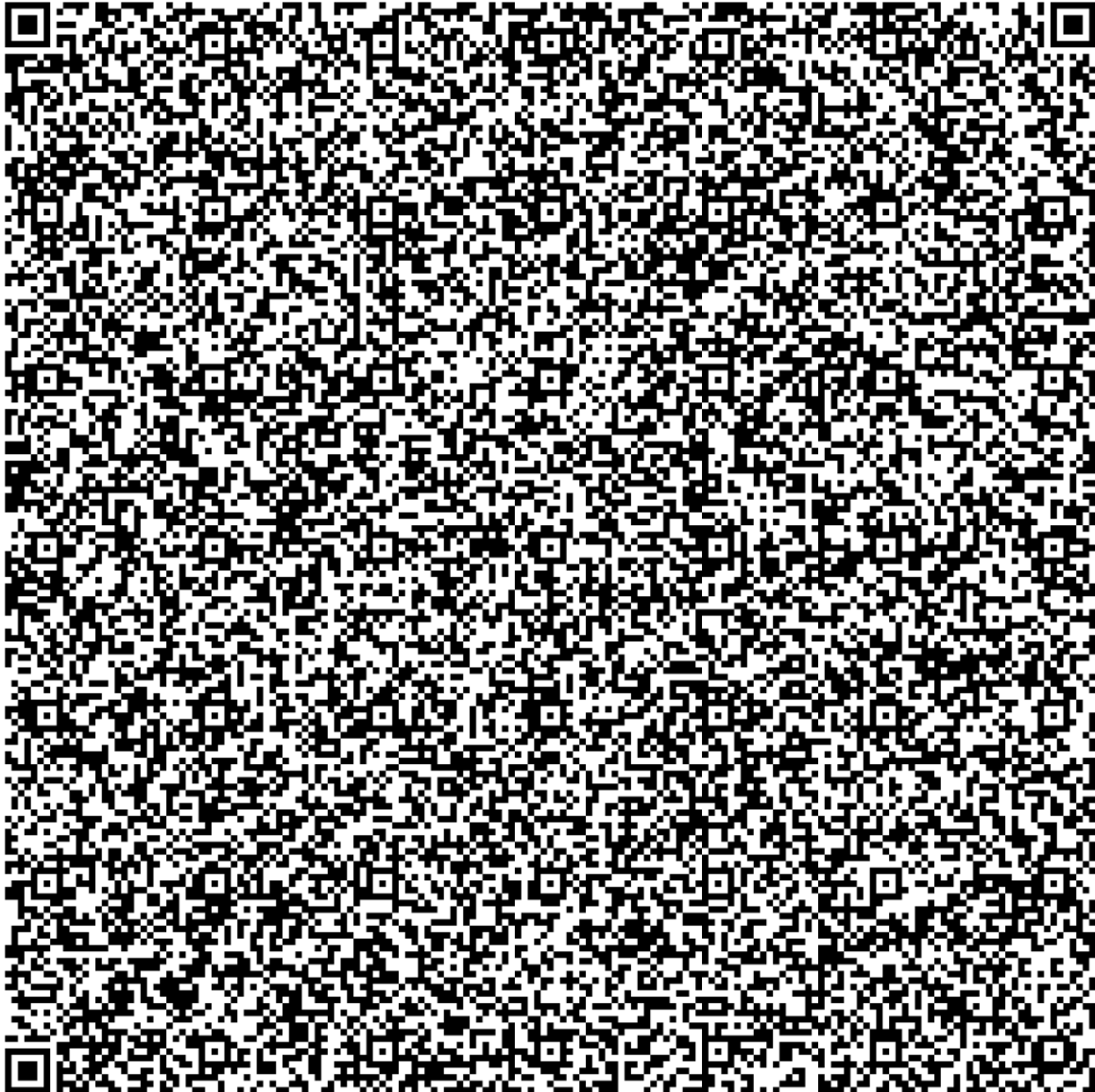


Figure 13 QR Code embedding an example of YAML file, describing an exam result

Data retrieval was successful for 4 of the 5 tested models of smartphones, of which 1 model retrieved the data through the native camera application, and 3 through different non-native QR Code scanning free applications.

We also generated a smaller QR Code with an URL link to the JSON schema (Figure 14).



Figure 14 QR Code embedding the URL to the JSON schema

Access to the data model through the embedded URL was successful for all tested models of smartphones.

4 Discussion

4.1 Comparison with other articles

We developed a reproducible methodology, starting with a literature review, to extract the relevant fields, in accordance with the guidelines, with subsequent validation and/or optimization by experts and end-users (radiologist and GP). This literature-based approach is highly valid. However, this approach does not exclude further refinements, taking into account the practitioners' needs.

Although our standard report shares features with the few examples found in the literature (Appendix 1, 2, and 3), its structure makes it usable in any kind of urolithiasis situation, not just for lithiasis follow up.

On visualization, in their study, Hawley et al. provided GP's feedback reporting that it was easier to explain the report to the patient with the help of graphical display [81].

Concerning data transmission, we only found one study on QR Code based health data transmission, but it did not relay on paper printed transmission, since the authors used a "stream" of successive QR Codes through a short video [83].

4.2 Limits

We only submitted our standard report to a single professor of radiology, and a GP. Since physicians are usually busy, having a single expert for the "radiology validation" step allowed faster communication and validation without having to wait for a large group consensus. It may have limited our ability to include other relevant fields.

For the “GP validation”, the aim was to detect specific items that would be useful for the day-to-day practice of GP.

This methodological choice might involve a selection bias because of their personal practice but the high similarity to the examples from literature and from practice mitigate this bias. Also, our proposition of data model aims at being refined with feedback from end-users.

We did not submit our list of items to a urologist, but the management and treatment of urolithiasis is well described in the AUA and EAU guidelines.

Finally, we didn't submit our work to patients since our work is still in the proof of concept phase.

4.3 Perspectives

The report schematization can improve report understanding by the patients. Some physician use hand-drawn schema to explain medical conditions to their patient. Unfortunately, this practice is time consuming and not systematic.

We propose an automatically generated 2D mockup, from a baseline schema adjusted according to predefined variable. This point will soon be exploited by a team of developers. And then the results will be submitted to an evaluation by patients themselves.

Using QR code for the results of the report goes with the constant computerization of health, and allows a secure transmission and ease of data integration into any software.

In the future, we hope to be able to produce a form, used by radiologists for NCCT in urolithiasis. This form will automatically generate a report ready to print, which will contain an automatic text-report, an explanatory diagram of the results, and a QR code containing the structured data of the report for secondary integration. This report will also contain a second QR code with the JSON Schema for validation.

This workflow is shown in Figure 15.

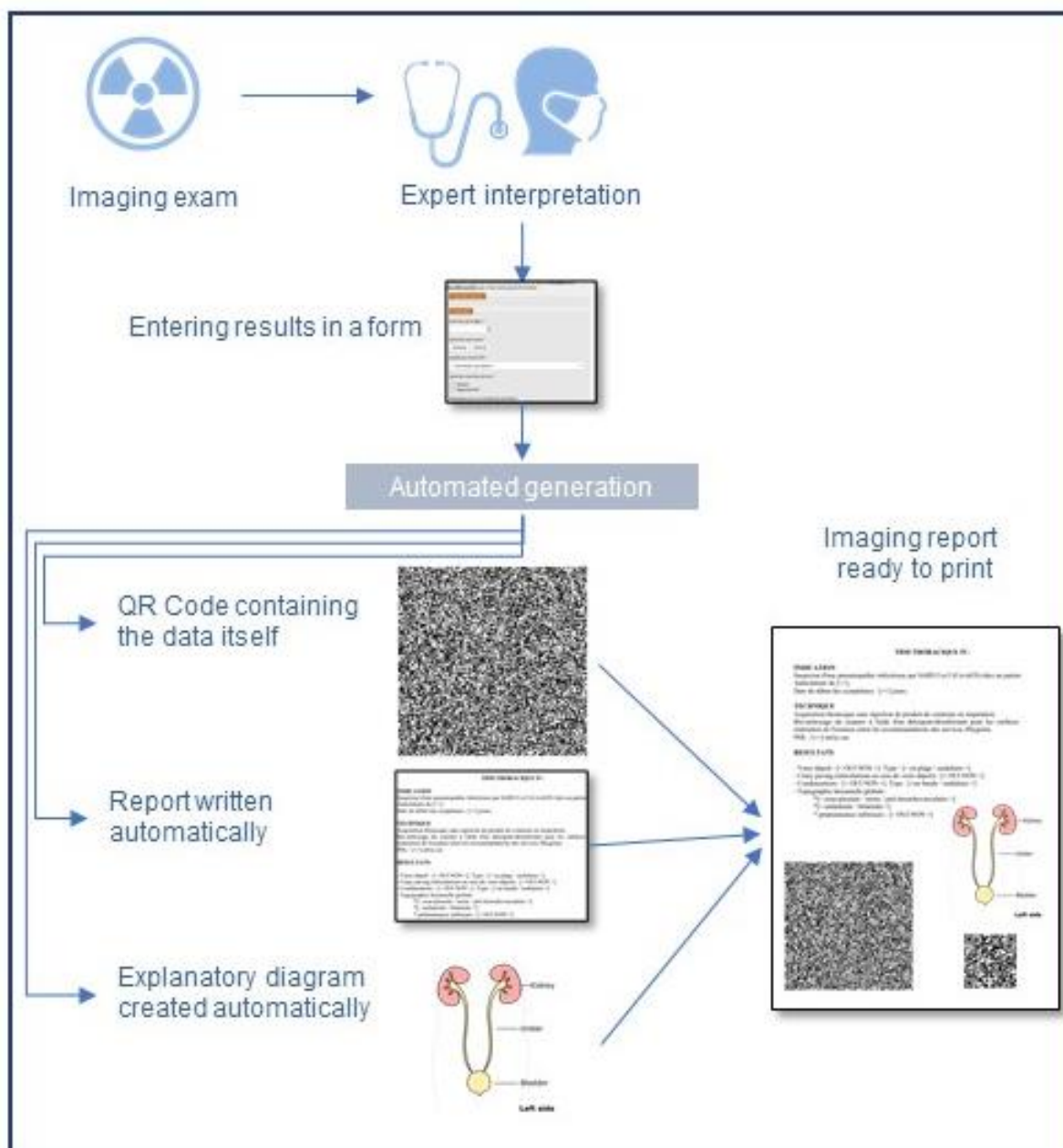


Figure 15 Target workflow

Discussion en Français

1 Comparaison à la littérature

Nous avons développé une méthode reproductible, en commençant par une revue de la littérature sur les lithiases urinaires en général pour extraire les champs pertinents dans ce domaine, en accord avec les recommandations, puis nous avons optimisé ultérieurement ces champs grâce aux retours d'avis d'experts et d'utilisateurs finaux. (radiologue et médecin généraliste). Cette approche basée sur la littérature est hautement valable. Cependant, cette approche n'exclut pas d'autres améliorations ultérieures, en tenant compte des besoins des praticiens.

Bien que notre compte rendu type partage des caractéristiques avec les quelques exemples retrouvés dans la littérature médicale (Annexe 1, 2, 3), sa construction le rend utilisable dans toutes les situations où l'on rencontre une lithiase urinaire, et non pas seulement pour le suivi de calculs préalablement décelés.

Sur la visualisation, dans leur étude, *Hawley et al* rapportent les commentaires de médecins généralistes, notant qu'il est plus facile d'expliquer le compte rendu au patient avec l'aide d'un graphique ou schéma [81].

Concernant la transmission des données, nous n'avons trouvé qu'une seule étude sur la transmission des données de santé par QR Code, mais qui ne transmettait pas l'information sur papier imprimé, puisque les auteurs utilisaient un flux de QR Codes successifs à travers une courte vidéo [83].

2 Forces et limites de l'étude

Nous n'avons soumis notre compte rendu type qu'à un seul professeur universitaire de radiologie, et un médecin généraliste. Puisque les médecins sont généralement occupés, avoir l'avis d'un seul médecin radiologue pour l'étape de « validation radiologique » a permis une communication et validation plus rapide sans attendre un consensus de groupe plus important.

Pour ce qui est de la « validation par le médecin généraliste », le but était de détecter des items spécifiques utiles dans la pratique de la médecine générale de tous les jours.

Ce choix méthodologique peut impliquer un biais de sélection à cause des pratiques personnelles de médecine de chacun, mais la cohérence de nos résultats avec les quelques exemples de la littérature nous semble atténuer ce biais. D'autre part, notre proposition de modèle de données est destinée à être affinée avec les commentaires de retours des utilisateurs.

Nous n'avons pas fait valider notre liste d'items par un urologue, mais la prise en charge diagnostique et thérapeutique de la lithiase urinaire étant bien décrite dans les recommandations des sociétés savantes, cela minimise ce biais.

Enfin, nous n'avons pas soumis notre travail entièrement aux patients puisque celui-ci est toujours en phase de preuve de concept.

3 Perspectives

La schématisation du compte rendu peut en améliorer sa compréhension par le patient. Certains médecins utilisent un schéma dessiné à la main pour expliquer la pathologie à leurs patients. Malheureusement cette pratique prend du temps et n'est pas systématique.

Nous proposons un dessin en deux dimensions, qui sera généré de manière automatique, à partir d'un schéma de base ajusté en fonction de variables prédéfinies. Cette partie sera bientôt exploitée par une équipe de développeurs. Alors, les résultats seront soumis aux patients pour évaluation.

L'utilisation du QR Code pour les résultats du compte rendu va de pair avec la constante informatisation du domaine de la santé et permettra une transmission sécurisée et une facilité d'intégration des données dans n'importe quel type de logiciel médical.

A l'avenir, nous espérons être capable de produire un formulaire utilisé par les radiologues lors de scanner non injecté dans le cadre de lithiase urinaire. Ce formulaire générera automatiquement un compte rendu prêt à imprimer qui contiendra les résultats rédigés automatiquement, un schéma explicatif sur une feuille à part et deux QR Codes, l'un prédominant avec les données structurées du compte rendu pour l'intégration secondaire et l'autre plus petit contenant le schéma JSON pour validation.

Ce projet de travail est illustré dans la Figure 16.

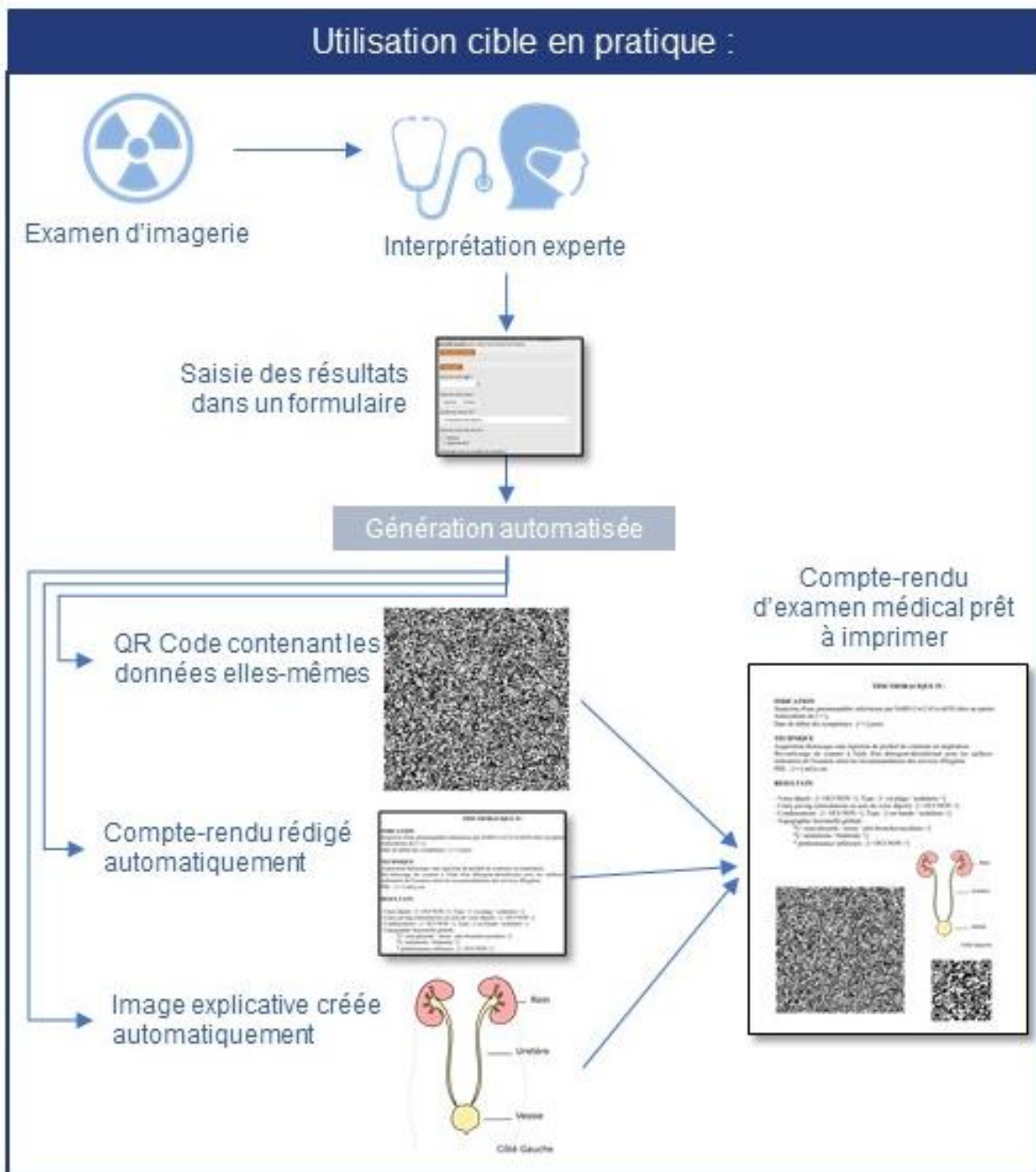


Figure 16 Modèle cible visé par notre travail

Liste des tables

Table 1 Composition des calculs d'après [13]	14
Table 2 Comparatif des doses de radiations selon [30]	18
Table 3 Densité des calculs selon leur composition chimique d'après [10].....	19
Table 4 Exemple d'aspect radiologique selon la nature du calcul d'après [10]	19
Table 5 Traitement de la lithiase urinaire selon la chimie urinaire d'après [13]	22
Table 6 Definition of keywords	29
Table 7 Frequently reported outcomes, in clinical studies	32
Table 8. Detailed description of the selected fields.....	34
Table 9 Correspondence between anatomical variation and representation.....	42

Liste des figures

Figure 1 Anatomie des voies urinaires d'après [1]	9
Figure 2 Anatomie du rein d'après [3].....	11
Figure 3 Anatomie du néphron d'après [5].....	12
Figure 4 Pubmed request	29
Figure 5 UML diagram.....	36
Figure 6 JSON schema (first lines).....	37
Figure 7 Example of YAML file	38
Figure 8 Example textual report	39
Figure 9 Example of normal exam (baseline representation).....	40
Figure 10 Example n°1	40
Figure 11 Example n°2.....	41
Figure 12 Drawing parameters	42
Figure 13 QR Code embedding an example of YAML file, describing an exam result	43
Figure 14 QR Code embedding the URL to the JSON schema	44
Figure 15 Target workflow	46
Figure 16 Modèle cible visé par notre travail	49

Références

- [1] Cours 1 : Anatomie du système urinaire - Cloudschool n.d. <https://www.cloudschool.org/activities/ahFzfmNsb3Vkc2Nob29sLWFwcHI5CxEVXNlchiAgIDA1P-cCgwLEgZDb3Vyc2UYgICAgIDyiAoMCxIIQWN0aXZpdHkYgICAgMCInQoMogEQNTcyODg4NTg4Mjc0ODkyOA> (accessed March 6, 2020).
- [2] Masson E. Anatomie des reins et de la voie excrétrice supérieure. EM-Consulte n.d. <https://www.em-consulte.com/article/179610/anatomie-des-reins-et-de-la-voie-excretrice-superi> (accessed March 6, 2020).
- [3] Physiologie du rein et bases physiopathologiques des maladies rénales. Rev Francoph Lab 2013;2013:25–37. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(13\)71993-2](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(13)71993-2).
- [4] Sampaio FJ. Renal anatomy. Endourologic considerations. Urol Clin North Am 2000;27:585–607, vii. [https://doi.org/10.1016/s0094-0143\(05\)70109-9](https://doi.org/10.1016/s0094-0143(05)70109-9).
- [5] Godin-Ribuot PD. Le néphron et la circulation rénale n.d.:17.
- [6] Shnorhavorian M, Anderson KR. Anatomic and physiologic considerations in ureteroscopy. Urol Clin North Am 2004;31:15–20. [https://doi.org/10.1016/S0094-0143\(03\)00090-9](https://doi.org/10.1016/S0094-0143(03)00090-9).
- [7] Netgen. La lithiase urinaire : histoire et éthique. Rev Médicale Suisse n.d. <https://www.revmed.ch/RMS/2006/RMS-90/31826> (accessed March 5, 2020).
- [8] l'Urologie M de. Épidémiologie des lithiases urinaires 2018. <https://www.urofrance.org/base-bibliographique/epidemiologie-des-lithiases-urinaires> (accessed March 5, 2020).
- [9] Pradère B, Doizi S, Proietti S, Brachlow J, Traxer O. Evaluation of Guidelines for Surgical Management of Urolithiasis. J Urol 2018;199:1267–71. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2017.11.111>.
- [10] Chabannes É, Bensalah K, Carpentier X, Bringer J-P, Conort P, Denis É, et al. Prise en charge urologique des calculs rénaux et urétéraux de l'adulte. Mise au point du Comité lithiase de l'Association française d'urologie (CLAFU). Aspects généraux. Prog En Urol 2013;23:1389–99. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2013.08.315>.
- [11] Nathalie P. Fiche Pertinence des soins n.d.:4.
- [12] Jo H, Buckley BT. Assessment of referral patterns for CT KUB in a tertiary setting. J Med Imaging Radiat Oncol 2009;53:516–21. <https://doi.org/10.1111/j.1754-9485.2009.02117.x>.
- [13] Moe OW. Kidney stones: pathophysiology and medical management. The Lancet 2006;367:333–44. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68071-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68071-9).
- [14] Glybochko PV, Alyaev YG, Rudenko VI, Rapoport LM, Grigoryan VA, Butnaru DV, et al. The clinical role of X-ray computed tomography to predict the clinical efficiency of extracorporeal shock wave lithotripsy. Urologia 2019;86:63–8. <https://doi.org/10.1177/0391560317749422>.
- [15] Roy C. Imagerie de la lithiase urinaire : « Trois en un ». Ann Urol 2006;40:69–92. <https://doi.org/10.1016/j.anuro.2006.01.007>.

- [16] Pak CCY. Kidney stones.: Résultats de Full Text Finder. *The Lancet* 1998;351. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)01295-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)01295-1).
- [17] Conort P, Doré B, Saussine C. Prise en charge urologique des calculs rénaux et urétéraux de l'adulte. *Prog En Urol* 2004;8.
- [18] Johri N, Cooper B, Robertson W, Choong S, Rickards D, Unwin R. An Update and Practical Guide to Renal Stone Management. *Nephron Clin Pract* 2010;116:c159–71. <https://doi.org/10.1159/000317196>.
- [19] Rieu P. Lithiases d'infection. *Ann Urol* 2005;39:16–29. <https://doi.org/10.1016/j.anuro.2005.01.001>.
- [20] l'Urologie M de. Chapitre 15 - Lithiase urinaire 2016. <https://www.urofrance.org/congres-et-formations/formation-initiale/referentiel-du-college/lithiase-urinaire.html> (accessed February 14, 2020).
- [21] Corbo J, Wang J. Kidney and Ureteral Stones. *Emerg Med Clin North Am* 2019;37:637–48. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2019.07.004>.
- [22] Champy C, Traxer O. Chapitre 15 - Lithiase urinaire. *Réf Collège Urol* 2016. <https://www.urofrance.org/congres-et-formations/formation-initiale/referentiel-du-college/lithiase-urinaire.html> (accessed June 26, 2020).
- [23] Türk C, Petřík A, Sarica K, Seitz C, Skolarikos A, Straub M, et al. EAU Guidelines on Diagnosis and Conservative Management of Urolithiasis. *Eur Urol* 2016;69:468–74. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.07.040>.
- [24] Carpentier X, Meria P, Bensalah K, Chabannes E, Estrade V, Denis E, et al. Mise au point sur la prise en charge des calculs du rein en 2013. Comité Lithiase de l'Association française d'urologie. *Prog En Urol* 2014;24:319–26. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2013.09.029>.
- [25] Drake T, Jain N, Bryant T, Wilson I, Somani BK. Should low-dose computed tomography kidneys, ureter and bladder be the new investigation of choice in suspected renal colic?: A systematic review. *Indian J Urol IJU J Urol Soc India* 2014;30:137–43. <https://doi.org/10.4103/0970-1591.126884>.
- [26] Quelle est la dose annuelle moyenne de radioactivité reçue en France? n.d. https://www.irsn.fr/FR/connaissances/faq/Pages/Quelle_est_la_dose_annuelle_moyenne_de_radioactivite_recue_en_France.aspx (accessed March 4, 2020).
- [27] Mieux comprendre les faibles doses n.d. <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/rayonnements-ionisants-effets-radioprotection-sante/effets-sanitaires-faibles-doses/Pages/1-comprendre-faibles-doses-rayonnements-ionisants.aspx?dId=8c9b695a-fdbd-4622-9153-741baccf245c&dwId=120d0c15-69bb-4d20-a35e-93ac36e93e86> (accessed March 4, 2020).
- [28] Rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2012 n.d.:80.
- [29] Mettler FA, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. *Radiology* 2008;248:254–63. <https://doi.org/10.1148/radiol.2481071451>.
- [30] IRSN. Doses délivrées aux patients en scanographie et en radiologie conventionnelle. 2010.
- [31] Rodger F, Roditi G, Aboumarzouk OM. Diagnostic Accuracy of Low and Ultra-Low Dose CT for Identification of Urinary Tract Stones: A Systematic Review. *Urol Int*

2018;100:375–85. <https://doi.org/10.1159/000488062>.

[32] Kambadakone AR, Eisner BH, Catalano OA, Sahani DV. New and Evolving Concepts in the Imaging and Management of Urolithiasis: Urologists' Perspective. *RadioGraphics* 2010;30:603–23. <https://doi.org/10.1148/rg.303095146>.

[33] Sandhu C, Anson KM, Patel U. Urinary Tract Stones—Part I: Role of Radiological Imaging in Diagnosis and Treatment Planning. *Clin Radiol* 2003;58:415–21. [https://doi.org/10.1016/S0009-9260\(03\)00103-X](https://doi.org/10.1016/S0009-9260(03)00103-X).

[34] Henderson SO, Hoffner RJ, Aragona JL, Groth DE, Esekogwu VI, Chan D. Bedside Emergency Department Ultrasonography plus Radiography of the Kidneys, Ureters, and Bladder vs Intravenous Pyelography in the Evaluation of Suspected Ureteral Colic. *Acad Emerg Med* 1998;5:666–71. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.1998.tb02483.x>.

[35] Doré B, Roy C. COMPTE RENDUÿ: COLIQUE NÉPHRÉTIQUE n.d.:1.

[36] Hollingsworth JM, Rogers MAM, Kaufman SR, Bradford TJ, Saint S, Wei JT, et al. Medical therapy to facilitate urinary stone passage: a meta-analysis 2006;368:9.

[37] Preminger Glenn M., Tiselius Hans-Göran, Assimos Dean G., Alken Peter, Buck Colin, Gallucci Michele, et al. 2007 Guideline for the Management of Ureteral Calculi. *J Urol* 2007;178:2418–34. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2007.09.107>.

[38] Professionals S-O. Compilations of all Guidelines. Uroweb n.d. <https://uroweb.org/guidelines/compilations-of-all-guidelines/> (accessed March 13, 2020).

[39] Manaouil C, Saliou G, Vallée J-N, Jardé O. [The law of March 4, 2002: how to implement it with regards to informed consent in radiology]. *J Radiol* 2006;87:355–62. [https://doi.org/10.1016/s0221-0363\(06\)74013-6](https://doi.org/10.1016/s0221-0363(06)74013-6).

[40] HAS. Délivrance de l'information à la personne sur son état de santé. Recommandation de bonne pratique. 2012.

[41] L1111. Code de la santé publique | Legifrance n.d. https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=32CC6BA890A3C5CE61F134697251861E.tplgfr34s_2?idSectionTA=LEGISCTA000006185255&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20200626 (accessed June 26, 2020).

[42] L1110. Code de la santé publique | Legifrance n.d. https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=32CC6BA890A3C5CE61F134697251861E.tplgfr34s_2?idSectionTA=LEGISCTA000006170991&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20200626 (accessed June 26, 2020).

[43] 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* 2018;210:123–6. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.18448>.

[44] Code de la santé publique - Article R4127-35. vol. R4127-35. n.d.

[45] Affairs AHC on HL for the C on S, Association AM. Health Literacy: Report of the Council on Scientific Affairs. *JAMA* 1999;281:552–7. <https://doi.org/10.1001/jama.281.6.552>.

[46] 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>.

- [47] 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 picture worth a thousand words? *Patient Educ Couns* 2016;99:483–90. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2015.10.027>.
- [48] 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>.
- [49] Code de déontologie médicale - Article 64. vol. 64. n.d.
- [50] Gros J. Santé et nouvelles technologies de l’information. *Santé Médecine Société, Presses Universitaires de France*; 2010, p. 361. <https://doi.org/10.3917/puf.acad.2010.01.0361>.
- [51] 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* 2009;38:1404–9. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2009.03.013>.
- [52] Code de la santé publique - Article R4127-34. vol. R4127-34. n.d.
- [53] 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).
- [54] CDOM. Code de déontologie médicale 2019.
- [55] HAS, SFR. Indicateurs du thème “compte-rendu radiologique.” 2014.
- [56] Arrêté du 22 septembre 2006 relatif aux informations dosimétriques devant figurer dans un compte rendu d’acte utilisant les rayonnements ionisants | *Legifrance* n.d. <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2006/9/22/SANY0623888A/jo/texte/fr> (accessed July 3, 2020).
- [57] Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, et al. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology* 1995;194:789–94. <https://doi.org/10.1148/radiology.194.3.7862980>.
- [58] Best of the 2019 AUA Annual Meeting. *Rev Urol* 2019;21:109–17.
- [59] Smith RC, Verga M, McCarthy S, Rosenfield AT. Diagnosis of acute flank pain: value of unenhanced helical CT. *Am J Roentgenol* 1996;166:97–101. <https://doi.org/10.2214/ajr.166.1.8571915>.
- [60] Lehne M, Sass J, Essenwanger A, Schepers J, Thun S. Why digital medicine depends on interoperability. *Npj Digit Med* 2019;2. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0158-1>.
- [61] OMG OMG. Unified Modelling Language (UML). 2017.
- [62] Ben Kiki O, Evans C, Net I döt. YAML Ain’t Markup Language (YAML). 2009.
- [63] Wright A, Andrews H, Hutton B. JSON Schema. 2019.
- [64] Martignene N, Lamer A. Goupile. Goupile 2020. <https://goupile.fr> (accessed October 6, 2020).
- [65] Lincoln Loop, Contributors. python-qrcode. 2019.
- [66] Türk C, Petřík A, Sarica K, Seitz C, Skolarikos A, Straub M, et al. EAU Guidelines on Interventional Treatment for Urolithiasis. *Eur Urol* 2016;69:475–82. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.07.041>.

- [67] Cohen A, Anderson B, Gerber G. Hounsfield Units for nephrolithiasis: predictive power for the clinical urologist. *Can J Urol* 2017;24:8832–7.
- [68] Motley G, Dalrymple N, Keesling C, Fischer J, Harmon W. Hounsfield unit density in the determination of urinary stone composition. *Urology* 2001;58:170–3. [https://doi.org/10.1016/S0090-4295\(01\)01115-3](https://doi.org/10.1016/S0090-4295(01)01115-3).
- [69] Modai J, Avda Y, Shpunt I, Abu-Ghanem Y, Leibovici D, Shilo Y. Prediction of Surgical Intervention for Distal Ureteral Stones. *J Endourol* 2019;33:750–4. <https://doi.org/10.1089/end.2019.0187>.
- [70] Xun Y, Li J, Geng Y, Liu Z, Yu X, Wang X, et al. Single extracorporeal shock-wave lithotripsy for proximal ureter stones: Can CT texture analysis technique help predict the therapeutic effect? *Eur J Radiol* 2018;107:84–9. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.08.018>.
- [71] Jendeberg J, Geijer H, Alshamari M, Cierznia B, Lidén M. Size matters: The width and location of a ureteral stone accurately predict the chance of spontaneous passage. *Eur Radiol* 2017;27:4775–85. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-4852-6>.
- [72] Diamand R, Idrissi-Kaitouni M, Coppens E, Roumeguère T, Legrand F. [Evaluation of stone size before flexible ureteroscopy: Which measurement is best?]. *Progres En Urol J Assoc Francaise Urol Soc Francaise Urol* 2018;28:62–70. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2017.09.014>.
- [73] Ahn JS, Holt SK, May PC, Harper JD. National Imaging Trends after Ureteroscopic or Shock Wave Lithotripsy for Nephrolithiasis. *J Urol* 2018;199:500–7. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2017.09.079>.
- [74] Bhojani N, Paonessa JE, El Tayeb MM, Williams JC, Hameed TA, Lingeman JE. Sensitivity of Noncontrast Computed Tomography for Small Renal Calculi With Endoscopy as the Gold Standard. *Urology* 2018;117:36–40. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2018.03.041>.
- [75] Tzou DT, Usawachintachit M, Taguchi K, Chi T. Ultrasound Use in Urinary Stones: Adapting Old Technology for a Modern-Day Disease. *J Endourol* 2017;31:S-89-S-94. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0584>.
- [76] O’Kane D, Papa N, Manning T, Quinn J, Hawes A, Smith N, et al. Contemporary Accuracy of Digital Abdominal X-Ray for Follow-Up of Pure Calcium Urolithiasis: Is There Still a Role? *J Endourol* 2016;30:844–9. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0173>.
- [77] Bayne DB, Chi TL. Assessing Cost-Effectiveness of New Technologies in Stone Management. *Urol Clin North Am* 2019;46:303–13. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2018.12.011>.
- [78] Gottlieb M, Long B, Koyfman A. The evaluation and management of urolithiasis in the ED: A review of the literature. *Am J Emerg Med* 2018;36:699–706. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.01.003>.
- [79] Moore CL, Carpenter CR, Heilbrun ML, Klauer K, Krambeck AC, Moreno C, et al. Imaging in Suspected Renal Colic: Systematic Review of the Literature and Multispecialty Consensus. *J Urol* 2019;202:475–83. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000000342>.
- [80] Coll DM, Varanelli MJ, Smith RC. Relationship of Spontaneous Passage of Ureteral Calculi to Stone Size and Location as Revealed by Unenhanced Helical CT. *Am J Roentgenol* 2002;178:101–3. <https://doi.org/10.2214/ajr.178.1.1780101>.
- [81] Eisner BH, Pedro R, Namasivayam S, Kambadakone A, Sahani DV, Dretler SP, et al.


Differences in Stone Size and Ureteral Dilation Between Obstructing Proximal and Distal Ureteral Calculi. *Urology* 2008;72:517–20. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2008.03.034>.

[82] Hawley ST, Zikmund-Fisher B, Ubel P, Jancovic A, Lucas T, Fagerlin A. The impact of the format of graphical presentation on health-related knowledge and treatment choices. *Patient Educ Couns* 2008;73:448–55. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2008.07.023>.


[83] 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, Berlin, Germany: IEEE; 2019, p. 3458–62. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856946>.

Annexe 1

Compte-rendu d'examen de colique néphrétique proposé par B. Doré et C. Roy [35].



JFR
2014



**COMPTE RENDU :
COLIQUE NÉPHRÉTIQUE**

BENJAMIN DORÉ, CATHERINE ROY
Hôpital de Strasbourg

Renseignements cliniques :

- ✓ CN simple: clinique typique <24h : douleur brutale intense unilatérale lombaire d'irradiation descendante en fosse iliaque et OGE, signes fonctionnels urinaires, signes digestifs, hématurie microscopique; apyrexie, diurèse conservée, réponse au traitement, sujet jeune
- ✓ Ou CN compliquée (6%): fièvre, oligo-anurie, rein unique, symptômes résistants au traitement
- ✓ Terrain particulier : femme enceinte, IRC, transplanté rénal sans douleur mais anurique ou oligo-anurique, patient HIV sous Indinavir

QUATRE SITUATIONS :

CN simple
Délai 24-48h
ASP + Echo ou TDM sans injection

CN compliquée
Délai 4h
TDM sans injection +/- IV

IRC
Délai 4h
TDM sans injection

Femme enceinte et transplanté
Délai 4h
Echo

RÉSULTATS :

✓ Heure de l'examen : _____

Voies excrétrices : côté anomal _____

- dilatation pyélo-calicielle : mesure antéro-postérieure ≥ 15 mm avec tiges et calices visibles
- dilatation urétérale : urètre visible sur tout un segment, de diamètre ≥ 3 mm
- infiltration péri-urétérale (rim sign)

Calcul :
visible oui / non _____
si oui :
côté _____
densité : ... UH
acide urique < 500UH ; entre 500 et 1000 UH : cystine -struvite ; >1000 UH : calcium, brushite

localisation

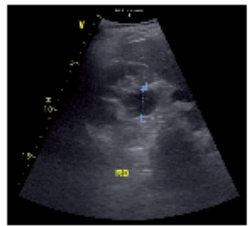
- jonction pyélo-urétérale
- urètre proximal
- urètre distal
- jonction urétéro-vésicale
- vésical

Retentissement rénal :

- néphromégale : grand axe ≥ 12 cm
- obstruction : densité parenchymateuse spontanée < de 10 UH par rapport au côté opposé, index de résistance différentiel > de 0,07 par rapport au côté opposé
- collection péri-rénale

Pathologie associée : malformation

Autre(s) diagnostic (s) _____



Mesure de la dilatation pyélique

CONCLUSION :

Présence ou non d'un calcul _____
Signes d'obstruction _____

Annexe 2

Compte-rendu d'examen de colique néphrétique proposé par A. Kambadakone [32].

STRUCTURED CT REPORT TEMPLATE FOR UROLITHIASIS

DEMOGRAPHIC DETAILS:

Name:_____ Age:_____ Sex:_____

Date of Examination:_____

Indication for CT study:_____

Prior comparison CTs:_____

FINDINGS:

Stones present: Y / N

Number of stones:_____

- Location:
1. Side: L / R
 2. Kidney: Upper pole / Mid pole / Lower pole / Renal pelvis / Staghorn
 3. Ureteropelvic junction
 4. Ureter: Proximal (i.e. above sacroiliac vessels), distal (i.e. below sacroiliac vessels), ureterovesical junction
 5. Bladder

Size (mm):_____ Volume (cc):_____ Density (HU):_____

Internal structure: Homogeneous / Heterogeneous

Stone to skin distance (cm):_____

Secondary signs:

- a) Hydronephrosis / Hydroureter
- b) Perinephric stranding
- c) Periureteral stranding
- d) Delayed renal excretion

Radiation dose:_____

Impression:_____

Annexe 3

Compte-rendu d'examen de colique néphrétique proposé par Chabannes [10].

<p>ETAT CIVIL</p> <ul style="list-style-type: none"> • DATE : celle du jour de l'intervention en jj/mm/aa • NOM, PRENOM, N° DOSSIER • DATE DE NAISSANCE : format jj/mm/aa 			
<p>TOPOGRAPHIE</p> <ul style="list-style-type: none"> • COTE 1 = droite 2 = gauche 3 = bilatéral • LOCALISATION Unique = 1 Multiple = 2 • DESCRIPTION Uretere U1 à U3 Rein : Combinaison PTC/smi Pyelon P1 <= 20 mm P2 > 20 mm Tige.... s = sup Calice m = moyen i = inf. 			
<p>NATURE</p> <ul style="list-style-type: none"> • DENSITE 1 = D ≤ os 2 = D > os • PERIPHERIE 1 = lisse 2 = spiculé 3 = autre • ASPECT DE SURFACE 1 = homogène 2 = hétérogène 3 = fragmenté 		<ul style="list-style-type: none"> • SPIR 1 = COM (Whewellite) 2 = COD (Weddelite) 3 = Carbapalite 4 = Struvite 5 = Acide urique 6 = Brushite 7 = Cystine 8 = mou 	
<p>MESURES</p> <ul style="list-style-type: none"> • TAILLE 1 = T ≤ 20 mm 2 = T > 20 mm • NOMBRE..... de 1 à X • VOIE EXCRETRICE : 1 = normale 2 = dilaté 3 = obstruée 4 = non obstruée 	<ul style="list-style-type: none"> • TIGE CALICIELLE INF : Angle 1 = A ≤ 90° 2 = A > 90° Longueur 1 = L ≤ 30 mm 2 = L > 30 mm Diamètre 1 = D ≤ 5 mm 2 = D > 5 mm • PARENCHYME 1 = normal 2 = atrophié • DENSITE URINAIRE : • PH URINAIRE : 		
<p>FACTEURS ASSOCIES</p> <ul style="list-style-type: none"> • INFECTIONS URINAIRES ... 0 si ECBU stérile Germe en toutes lettres 		<ul style="list-style-type: none"> • ANOMALIES RENALES 0 = aucune 1 = jonction pyélo-urétéral 2 = rein en fer à cheval 3 = diverticule rénal 4 = rein unique 5 = maladie de Cacchi-Ricci 6 = duplicité 7 = bifidité 8 = autres (en clair) 	

Annexe 4

Exemple complet de code YAML représentant un compte-rendu d'examen fictif.

```
%YAML 1.2
---
Exam:
  schema: medical_imaging_report/ot2020_lithiasis.schema.json
  identifiant: id12345678910
  patient_first_name: Marie
  patient_name: Trencart
  patient_birth: 1901-01-01
  exam_date_time: 2020-10-30T14:00:00
  exam_type: CT
  physician: Philippe PUECH
  device_model: MX Twin Flash
  device_date: 2020-01-01
  exam_indication: Abdominal pain
  condition_contrast: "No"
  condition_low_dose: Low dose
  condition_acute: "Yes"
  condition_fever: "No"
  condition_derivation: Upper tract drainage
  condition_radiation: 276
  abnormal_liver: "No"
  abnormal_adrenals: "No"
  abnormal_pancreas: "No"
  abnormal_spleen: "No"
  abnormal_ovaries: "No"
  abnormal_lymphnode: "Yes"
  infiltration_gallbladder: "No"
  infiltration_appendix: "No"
  infiltration_sigmoid: "No"
  pneumoperitoneum: "No"
  intraperitoneal_effusion: "No"
  urinary_tract_duplication: Right
  renal_transplant: "No"
  bladder_lithiasis: "Yes"
  pelvic_phlebolith: "Yes"
  lithiasis_n: 3
  lithiasis_results:
    lithiasis_id: [11, 12, 13]
    evolution: [New, Stable, Stable]
    lateralisation: [Left, Right upper pole, NA]
    location: [Renal pelvis, Pelvi-ureteric junction, Bladder]
    coralliform: ["No", "No", "No"]
    size: [11, 8, 8]
    density: [600, 700, 700]
    uvj_distance: [NA, NA, NA]
    infiltration: ["Yes", "No", "No"]
    obstruction: ["No", Minor calyces dilatation, "No"]
    nephrography: [Normal, Retarded, Normal]
    fornix_rupture: ["No", "No", "No"]
    comment: [NA, NA, NA]
  urinary_tract_results:
    urinary_tract_id: [ut1, ut2, ut3]
    lateralisation: [Left, Right upper pole, Right lower pole]
    diversion: ["No", "No", pyelostomy]
    renal_height: [108, 70, 40]
    renal_volume: [NA, NA, NA]
    renal_contour_deformity: ["Yes", "No", "No"]
    renal_parenchymal_anomaly: [Unknown, Unknown, Unknown]
    interlabial_pelvic_diameter: [16, 9, 4]
    extra_sinusal_pelvis: ["No", "No", "No"]
    ureteral_diameter: [0, 2, 0]
    ureteral_dilatation: ["No", "No", "No"]
    pyelocaliceal_dilatation: ["No", "Yes", "No"]
    pelviureteric_junction: ["No", "No", Unknown]
    urinoma: ["No", "No", "No"]
    hematuria: ["Yes", "No", "No"]
    pyelonephritis_sign: ["No", "No", "No"]
    comment: [Hypodense lesion corresponding to a renal cyst, NA, NA]
  findings: Abnormal compatible with clinical description
  further_imaging: No
  further_imaging_type: null
  further_physician: Further physician opinion advised
```

```
further_physician_type: Urologist  
control_imaging: Control exam needed  
control_imaging_delay: 6 weeks  
comment: NA  
conclusion: NA  
conclusion_validation: true
```

Annexe 5

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

```
{
  "$schema": "https://json-schema.org/draft/2019-09/schema#",
  "title": "Lithiasis Report",
  "type": "object",
  "required": ["patient_first_name", "patient_first_name", "patient_birth", "conclusion_validation"],
  "properties": {
    "identifiant": {
      "type": "string",
      "description": "Patient unique identifier",
      "minLen": 13,
      "maxLen": 13,
      "pattern": "^[0-9aAbB]{13}$"
    },
    "patient_first_name": {
      "type": "string",
      "description": "Patient's first name"
    },
    "patient_name": {
      "type": "string",
      "description": "Patient's name"
    },
    "patient_birth": {
      "type": "string",
      "description": "Date of birth, format yyyy-mm-dd",
      "format": "date"
    },
    "exam_date_time": {
      "type": "string",
      "description": "Date and time of exam, format yyyy-mm-ddT hh:mm:ss+00:00",
      "format": "date-time"
    },
    "exam_type": {
      "type": "string",
      "description": "Exam type",
      "enum": ["CT", "US", "Radiography", "Radiography + US", "NA"]
    },
    "physician": {
      "type": "string",
      "description": "Physician responsible for the interpretation of the imaging results"
    },
    "device_model": {
      "type": "string",
      "description": "Model of imaging device"
    },
    "device_date": {
      "type": "string",
      "description": "Date of device validation",
      "format": "date"
    },
    "exam_indication": {
      "type": "string",
      "description": "Exam indication",
      "enum": ["Abdominal pain", "Renal insufficiency", "Follow up", "Other", "NA"]
    },
    "condition_contrast": {
      "type": "string",
      "description": "Exam using enhanced contrast agent",
      "enum": ["No", "IV", "IV late phase", "Urinary tract injection", "NA"],
      "default": "No"
    },
    "condition_low_dose": {
      "type": "string",
      "description": "Low dose protocol for CT scan",
      "enum": ["Low dose", "Standard dose", "NA"],
      "default": "Low dose"
    }
  }
}
```

```

},
"condition_acute": {
  "type": "string",
  "description": "Acute phase / clinical crisis at the time of the exam",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"]
},
"condition_fever": {
  "type": "string",
  "description": "Patient febrile at the time of the exam",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"condition_derivation": {
  "type": "string",
  "description": "Urinary tract diversion in place at the time of the exam",
  "enum": ["No", "Bladder drainage", "Upper tract drainage", "NA"],
  "default": "No"
},
"condition_radiation": {
  "type": "number",
  "description": "Radiation dose related to the exam, mGy.cm"
},
"abnormal_liver": {
  "type": "string",
  "description": "Liver anomaly detected",
  "enum": [ "No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"abnormal_adrenals": {
  "type": "string",
  "description": "Adrenals anomaly detected",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"abnormal_pancreas": {
  "type": "string",
  "description": "Pancreas anomaly detected",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"abnormal_spleen": {
  "type": "string",
  "description": "Spleen anomaly detected",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"abnormal_ovaries": {
  "type": "string",
  "description": "Ovarian anomaly detected (if female)",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"abnormal_lymphnode": {
  "type": "string",
  "description": "Abnormal lymphnode detected",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"infiltration_gallbladder": {
  "type": "string",
  "description": "Infiltration of the gallbladder",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"infiltration_appendix": {
  "type": "string",
  "description": "Infiltration of the appendix",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"infiltration_sigmoid": {
  "type": "string",
  "description": "Infiltration of the sigmoid",
  "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
  "default": "NA"
},
"pneumoperitoneum": {

```



```

    "type": "string",
    "description": "Pneumoperitoneum detected",
    "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
    "default": "NA"
  },
  "intraperitoneal_effusion": {
    "type": "string",
    "description": "Intraperitoneal effusion detected",
    "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
    "default": "NA"
  },
  "urinary_tract_duplication": {
    "type": "string",
    "description": "Duplication of urinary tract resulting in an 'additionnal' urinary
    tract to describe",
    "enum": ["No", "Right", "Left", "Unknown", "NA"],
    "default": "No"
  },
  "renal_transplant": {
    "type": "string",
    "description": "Presence of a renal transplant resulting in an 'additionnal' urina
    ry tract to describe",
    "enum": ["No", "Right", "Left", "Unknown", "NA"],
    "default": "No"
  },
  "bladder_lithiasis": {
    "type": "string",
    "description": "Presence of urolithiasis in the bladder",
    "enum": ["No", "Yes", "NA"],
    "default": "No"
  },
  "pelvic_phlebolith": {
    "type": "string",
    "description": "Presence of pelvic phlebolith(s)",
    "enum": ["No", "Yes", "NA"],
    "default": "No"
  },
  "lithiasis_n": {
    "type": "integer",
    "description": "Number of lithiasis detected on the exam",
    "minimum": 0,
    "maximum": 100
  },
  "lithiasis_results": {
    "type": "object",
    "properties": {
      "lithiasis_id": {
        "type": "string",
        "description": "Generated hash id for each successively described lithiasi
        s",
      },
      "evolution": {
        "type": "string",
        "description": "Evolution of the lithiasis as compared to previous imaging
        exam",
        "enum": ["New", "Stable", "Modified", "NA"],
        "default": "New"
      },
      "lateralisation": {
        "type": "string",
        "description": "Lateralisation of the uro lithiasis to be described",
        "enum": ["Left", "Right", "Left upper pole", "Left lower pole", "Right upp
        er pole", "Right lower pole", "Left renal transplant", "Right renal transplant", "NA"]
      },
      "location": {
        "type": "string",
        "description": "Location of the uro lithiasis to be described in the previ
        ously defined urinary tract",
        "enum": ["Renal pelvis", "Renal major calyx", "Renal minor calyx", "Pelvi-
        ureteric junction", "Proximal ureter", "Distal ureter", "Vesico-ureteric junction", "Bladder"]
      },
      "corraliform": {
        "type": "string",
        "description": "Corraliform aspect of the urolithiasis",
        "enum": ["No", "Yes", "NA"],
        "default": "No"
      }
    }
  },

```

```

    "size": {
      "type": "number",
      "description": "Lithiasis maximal diameter (mm)",
      "exclusiveMinimum": 0,
      "maximum": 200
    },
    "density": {
      "type": "integer",
      "description": "Lithiasis density (Hounsfield Units)",
      "minimum": -1000,
      "maximum": 3000
    },
    "uvj_distance": {
      "type": "number",
      "description": "Distance between the lithiasis and the uretero-vesical junction (cm)",
      "minimum": 0
    },
    "infiltration": {
      "type": "string",
      "description": "Tissue infiltration, caused by the urolithiasis",
      "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
      "default": "No"
    },
    "obstruction": {
      "type": "string",
      "description": "Urinary tract obstruction sign, caused by the urolithiasis",
      "enum": ["No", "Visible", "Minor calyces dilatation", "Major calyces dilatation", "Pelvic dilatation", "NA"],
      "default": "No"
    },
    "nephrography": {
      "type": "string",
      "description": "Perturbation of the renal perfusion, caused by the urolithiasis (if enhanced contrast CT)",
      "enum": ["Normal", "Retarded", "Non measurable", "NA"],
      "default": "Non measurable"
    },
    "fornix_rupture": {
      "type": "string",
      "description": "Presence of a fornix rupture, caused by the urolithiasis",
      "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
    },
    "comment": {
      "type": "string",
      "description": "Free text for manually added to the urolithiasis description"
    }
  },
  "urinary_tract_results": {
    "type": "object",
    "description": "Successive description of urinary tracts results, taking account of the (rare) possibility of anatomical variations",
    "properties": {
      "urinary_tract_id": {
        "type": "string",
        "description": "Generated hash id for each successively described urinary tract"
      },
      "lateralisation": {
        "type": "string",
        "description": "Lateralisation of the urinary tract to be described",
        "enum": ["Left", "Right", "Left upper pole", "Left lower pole", "Right upper pole", "Right lower pole", "Left renal transplant", "Right renal transplant"]
      },
      "diversion": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of a urinary diversion in the described urinary tract",
        "enum": ["No", "jj_stent", "ureteral_catheter", "pyelostomy", "NA"],
        "default": "No"
      },
      "renal_height": {
        "type": "number",
        "description": "Measured height of the kidney (mm)",

```

```

        "minimum": 0
    },
    "renal_volume": {
        "type": "number",
        "description": "Measured volume of the kidney (cm3)",
        "minimum": 0
    },
    "renal_contour_deformity": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of a morphological anomaly of the renal contour (
if non contrast enhanced CT)",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"]
    },
    "renal_parenchymal_anomaly": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of a parenchymal anomaly of the kidney (if contra
st enhanced CT)",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"]
    },
    "interlabial_pelvic_diameter": {
        "type": "number",
        "description": "Measured interlabial antero-posterior diameter of the rena
l pelvis (mm)",
        "minimum": 0
    },
    "extra_sinusal_pelvis": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of an extra-sinusal pelvis",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"]
    },
    "ureteral_diameter": {
        "type": "number",
        "description": "Maximal measured diameter of the ureter (mm)",
        "minimum": 0
    },
    "ureteral_dilatation": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of an abnormal ureteral dilatation",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
        "default": "No"
    },
    "pyelocaliceal_dilatation": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of an abnormal pyelocaliceal dilatation",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
        "default": "No"
    },
    "pelviureteric_junction": {
        "type": "string",
        "description": "Suspicion of pelvi-ureteric junction syndrom",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
        "default": "No"
    },
    "urinoma": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of a peri-renal urinoma",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
        "default": "No"
    },
    "hematuria": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of hematuria",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"],
        "default": "No"
    },
    "pyelonephritis_sign": {
        "type": "string",
        "description": "Presence of pyelonephritis sign",
        "enum": ["No", "Yes", "Unknown", "NA"]
    },
    "comment": {
        "type": "string",
        "description": "Free text for manually added to the urinary tract descript
ion"
    }
}
},

```

```

    "findings": {
      "type": "string",
      "description": "Qualification of the findings",
      "enum": ["Normal", "Abnormal compatible with clinical description", "abnormal not
explanatory for clinical description", "Unknown", "NA"]
    },
    "further_imaging": {
      "type": "string",
      "description": "Need for further imaging exam",
      "enum": ["No", "Additional imaging exam needed", "Urgent additional imaging exam
need", "Unknown", "NA"],
      "default": "No"
    },
    "further_imaging_type": {
      "type": "string",
      "description": "Type of further imaging exam advised"
    },
    "further_physician": {
      "type": "string",
      "description": "Need for further physician opinion",
      "enum": ["No", "Further physician opinion advised", "Urgent physician opinion need
ed", "Unknown", "NA"],
      "default": "No"
    },
    "further_physician_type": {
      "type": "string",
      "description": "Type of further physician opinion exam advised"
    },
    "control_imaging": {
      "type": "string",
      "description": "Need for control imaging exam",
      "enum": ["No", "Control exam needed", "Unknown", "NA"],
      "default": "No"
    },
    "control_imaging_delay": {
      "type": "string",
      "description": "Time to control imaging exam"
    },
    "comment": {
      "type": "string",
      "description": "Free text for manually added results, or comment"
    },
    "conclusion": {
      "type": "string",
      "description": "Text conclusion, automatically generated, and validated by the ima
ging physician"
    },
    "conclusion_validation": {
      "type": "boolean",
      "description": "The physician must validate the automatically generated conclusion
, after manual modification if required",
      "default": false
    }
  }
}

```

Annexe 6

Formulaire pour les comptes rendus de tomodensitométrie de lithiase urinaire, produit à partir du site goupile.fr.

The image shows a web application interface. On the left is a code editor with the following content:

```
1 // Lithiasis report Goupile
2
3 page.pushOptions({compact: true})
4
5 page.output(html
6 <H1><u>Lithiasis Report</u>
7 )
8
9 // Patient information
10
11 page.section("Patient", () => {
12   page.text("identifiant", "Patient identifier")
13   page.text("patient_first_name", "First name")
14   page.text("patient_name", "Name")
15   page.date("patient_birth", "Date of birth")
16 })
17
18 // Exam information
19
20 page.section("Exam", () => {
21   page.date("exam_date_time", "Date and time of the exam")
22   page.enum("exam_type", "Exam type", [
23     ["CT", "CT scan"],
24     ["US", "Ultrasonography"],
25     ["Radiography + US", "Radiography AND US"],
26   ])
27   page.text("physician", "Physician responsible for interpretation", {value: "PUECH"})
28   page.text("device_model", "Imaging device model", {value: "PUECH"})
29   page.date("device_date", "Date of imaging device validation", {value: 2020-01-01})
30   page.enumDrop("exam_indication", "Indication",
31     ["Abdominal pain", "Renal insufficiency", "Follow up", "Other", "NA"])
32   page.enumDrop("condition_contrast", "Enhanced contrast agent",
33     ["No", "IV", "IV late phase", "Urinary tract injection", "NA"])
34   page.enum("condition_lowdose", "Low dose CT",
35     ["Low dose", "Standard dose", "NA"])
36   page.enum("condition_acute", "Acute phase / clinical crisis at the time of the exam",
37     ["No", "Yes", "Unknown", "NA"])
38   page.enum("condition_fever", "Patient febrile at the time of the exam",
39     ["No", "Yes", "Unknown", "NA"])
40   page.enum("condition_diversion", "Urinary tract diversion in place at the time of the exam",
41     ["No", "Bladder drainage", "Upper tract drainage", "NA"])
42   page.number("condition_radiation", "Radiation dose related to the exam, mGy.cm", {min:0})
43 })
44
45 // Results
46
47 page.section("Results", () => {
48   page.enum(
49     "abnormal_liver",
```

On the right is the 'Lithiasis Report' form. It is divided into sections: Patient, Exam, and Results. The Patient section includes fields for Patient identifier, First name, Name, and Date of birth. The Exam section includes Date and time of the exam, Exam type (CT scan, Ultrasonography, Radiography AND US), Physician responsible for interpretation, Imaging device model, Date of imaging device validation, Indication (dropdown), Enhanced contrast agent (dropdown), Low dose CT (Low dose, Standard dose, NA), Acute phase / clinical crisis at the time of the exam (No, Yes, Unknown, NA), Patient febrile at the time of the exam (No, Yes, Unknown, NA), Urinary tract diversion in place at the time of the exam (No, Bladder drainage, Upper tract drainage, NA), and Radiation dose related to the exam, mGy.cm (dropdown). The Results section includes Liver anomaly detected (No, Yes, Unknown, NA).

AUTEUR : Nom : Trencart

Prénom : Marie

Date de soutenance : 30/10/2020

Titre de la thèse : Comptes rendus de tomodensitométrie dans la lithiase urinaire : standardisation et visualisation

Thèse - Médecine - Lille 2020

Cadre de classement : Médecine

DES + spécialité : Médecine générale

Mots-clés : Lithiase urinaire, standardisation, compte rendu, schématisation, transmission de données, scanner abdomino-pelvien non injecté

Résumé :

Contexte : L'information médicale est au cœur de la prise en charge d'un patient. Nous avons donc –dans le cadre du résultat de scanner réalisé lors de lithiase urinaire– cherché à améliorer (1) la compréhension du résultat par le patient à l'aide d'une représentation schématique, et (2) la transmission de cette information par l'utilisation de QR Code.

Matériel et Méthodes : Nous avons suivi 5 étapes, que sont la définition des champs nécessaires au compte rendu pour la prise en charge médicale par revue de la littérature et avis d'experts, l'établissement d'un modèle de données, d'un modèle de compte rendu pré rédigé, puis l'établissement de représentations schématiques et enfin la génération de QR Code reprenant ces données.

Résultats : Nous avons relevé les champs importants nécessaires au compte rendu d'imagerie (en général et pour la lithiase urinaire) à partir d'une revue de la littérature, de guidelines et d'avis d'expert. Nous avons proposé un modèle de données au format YAML ainsi qu'une description de ce modèle par un schéma JSON. Nous avons ensuite proposé une mécanique de transformation automatisée en langage naturel, et de génération automatisée d'une iconographie. Les données structurées au format YAML peuvent être facilement transmises et intégrées par QR Code.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Philippe Puech

Assesseur : Monsieur le Professeur Grégoire Ficheur

**Directeurs de thèse : Monsieur le Professeur Emmanuel Chazard
Monsieur le Docteur Arthur Lauriot Dit Prevost**