



HAL
open science

La scintigraphie de vidange gastrique : quels aliments, quelles boissons ?

Valentin Ruggeri

► **To cite this version:**

Valentin Ruggeri. La scintigraphie de vidange gastrique : quels aliments, quelles boissons ?. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03550789

HAL Id: dumas-03550789

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03550789v1>

Submitted on 1 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine Pharmacie de Grenoble :

bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

Année : 2021

**LA SCINTIGRAPHIE DE VIDANGE GASTRIQUE : QUELS ALIMENTS,
QUELLES BOISSONS ?**

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
SPÉCIALITÉ : MÉDECINE NUCLÉAIRE

Par M. Valentin RUGGERI

[Données à caractère personnel]

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE GRENOBLE

Le 25/10/2021

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Président du jury :

M. le Pr Bruno BONAZ

Membres :

M. le Pr Jean-Philippe VUILLEZ (directeur de thèse)

M. le Pr Pierre-Yves BENHAMOU

Mme le Dr Julie ROUX

L'UFR de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.

L'omelette radioactive sauvera-t-elle le monde ?

Ou l'état de l'art sur le boire et le manger dans la scintigraphie de vidange gastrique.

1.	Introduction générale.....	10
1.1.	Historique de l'étude de la vidange gastrique.....	10
1.2.	La scintigraphie de vidange gastrique de nos jours.	12
1.2.1.	Physiologie et exploration de la vidange gastrique.	12
1.2.2.	Gastroparésie.....	12
1.2.3.	Exemple de la cohorte grenobloise.	13
1.3.	Repas types les plus courants avec leurs valeurs normales.	15
1.3.1.	Repas type de Lartigue <i>et al.</i>	15
1.3.2.	Repas type de Tougas <i>et al.</i>	16
1.3.3.	Repas type de Camilleri <i>et al.</i>	16
1.4.	Repas types alternatifs.....	18
1.4.1.	Repas semi-solides : le problème de la consistance.	18
1.4.2.	Repas à base de riz : exemples d'adaptation culinaire en Asie.	19
1.4.3.	Repas sans œuf : s'adapter au régime alimentaire du patient.	19
1.5.	Vidange des liquides.	20
2.	Questionnaire national sur la scintigraphie de vidange gastrique.....	21
2.1.	Introduction.	21
2.2.	Méthode.	22
2.2.1.	Contenu du questionnaire.....	22
2.2.2.	Diffusion du questionnaire.	22
2.3.	Résultats.	23
2.3.1.	Centres réalisant l'examen et modalités pratiques.	23
2.3.2.	Composition et radiomarquage de la phase solide.	23
2.3.3.	Composition et radiomarquage de la phase liquide.....	24
2.3.4.	Particularités en cas d'évaluation des deux phases.	24
2.3.5.	Acquisition des images et valeurs normales.	24
2.3.6.	Diversité entre les repas et concordance avec les recommandations.	25
2.4.	Discussion.	26
3.	Références.....	27

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2020-2021

ENSEIGNANTS DE L'UFR DE MEDECINE

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	APTEL Florent	Ophtalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	BAILLET Athan	Rhumatologie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
MCF Ass.MG	BENDAMENE Farouk	Médecine Générale
PU-PH	BENHAMOU Pierre-Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
PU-PH	BLAISE Sophie	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire
PR Ass. Méd.	BOILLOT Bernard	
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Nutrition
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PR Ass.MG	BOUCHAUD Jacques	Médecine Générale
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MCU-PH	BOUSSAT Bastien	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	BOUZAT Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH émérite	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH émérite	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique-médecine de la douleur ; Addictologie
PU-PH émérite	CAHN Jean-Yves	Hématologie
PU-PH émérite	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PR Ass.MG	CARRILLO Yannick	Médecine Générale
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie
MCF Ass.MG	CHAMBOREDON Benoît	Médecine Générale
PU-PH	CHARLES Julie	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	CHAVET Marion	Médecine Générale
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CHIRICA Mircea	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	CLAVARINO Giovanna	Immunologie
PU-PH	COHEN Olivier	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	COURVOISIER Aurélien	Chirurgie infantile
PU-PH	COUTTON Charles	Génétique
PU-PH	COUTURIER Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH	DEBATY Guillaume	Médecine d'Urgence
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PR Ass. Méd.	DEFAYE Pascal	Cardiologie
PU-PH	DEGANO Bruno	Pneumologie ; addictologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH émérite	DEMONGEOT Jacques	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
PU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Héliène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	GIOT Jean-Philippe	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; Brûlologie
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH émérite	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
MCU-PH	GUZUN Rita	Nutrition
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH émérite	HALIMI Serge	Nutrition
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH émérite	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH émérite	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
MCU-PH	KASTLER Adrian	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	LABLANCHE Sandrine	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
MCU-PH	LANDELLE Caroline	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	LANTUEJOL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
PR Ass. Méd.	LARAMAS Mathieu	Cancérologie ; radiothérapie
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU - PH	LE GOUELLEC LE PISSART Audrey	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	LEDOUX Jean-Nicolas	Médecine Générale
PU-PH émérite	LETOUBLON Christian	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
PU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
MCU-PH	LUPO Julien	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MAIGNAN Maxime	Médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie ; Transfusion
PR Ass. Méd.	MATHIEU Nicolas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MC LEER Anne	Histologie, embryologie et cytogénétique
MCU-PH	MONDET Julie	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie ; addictologie
MCU-PH	MORTAMET Guillaume	Pédiatrie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie ; radiothérapie
PU-PH émérite	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCF Ass.MG	ODDOU Christel	Médecine Générale
PR Ass. Méd.	ORMEZZANO Olivier	Cardiologie
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PAILHE Régis	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	PASSAGGIA Jean-Guy	Anatomie
PR Ass.MG	PAUMIER-DESBRIERES Françoise	Médecine Générale
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	PERNOD Gilles	Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes ; Addictologie
PU-PH	RAMBEAUD Jean-Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PR Ass. Méd.	RECHE Fabian	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	RENDU John	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH émérite	RIALLE Vincent	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	RIETHMULLER Didier	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH émérite	ROMANET Jean Paul	Ophthalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
PU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie et biologie moléculaire
PR Ass.MG	ROYER DE VERICOURT Guillaume	Médecine Générale
PU-PH émérite	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL Carole	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH émérite	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	THEVENON Julien	Génétique
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VALMARY-DEGANO Séverine	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	VANZETTO Gérald	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH émérite	ZARSKI Jean-Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PU-PH : Professeur des Universités - Praticiens Hospitaliers
 MCU-PH : Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers
 PU-MG : Professeur des Universités de Médecine Générale
 MCU-MG : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale
 PR Ass. Méd. : Professeur des Universités Associé de Médecine
 PR Ass.MG : Professeur des Universités Associé de Médecine Générale
 MCF Ass.MG : Maître de Conférences Associé de Médecine Générale

La scintigraphie de vidange gastrique : quels aliments, quelles boissons ?

Résumé.

Mots-clefs : scintigraphie, vidange gastrique, enquête

Contexte :

Dans le cadre de la mise à jour des recommandations françaises sur la scintigraphie de vidange gastrique, il a paru utile de déterminer comment était réalisé cet examen en routine clinique, notamment pour vérifier la variabilité des pratiques entre centres et évaluer l'adhésion aux recommandations nationales de 2010 ou internationales de 2008. Méthode.

Méthode :

Un questionnaire a été diffusé le 15 juillet 2021 via la Société française de médecine nucléaire (SFMN), portant sur le détail de la réalisation de cet examen dans les centres de médecine nucléaires : indications et nombre d'examen réalisés, aliments et boissons utilisés, méthode de radiomarquage, modalités d'acquisition, paramètres extraits des images et valeurs seuils diagnostiques utilisés. Des centres n'ayant pas répondu ont secondairement été contacté par téléphone, pour savoir s'ils réalisaient l'examen, et le cas échéant pour leur proposer à nouveau de répondre au questionnaire. Résultats.

Résultats :

Au total, 149 centres ont été contactés, dont 56 réalisent l'examen (38 %). Parmi eux, 38 réponses au questionnaire ont été obtenues : 25 centres réalisant uniquement une analyse de la vidange des solides et 13 analysant à la fois la vidange des solides et celle des liquides. Tous utilisent de l'œuf comme aliment radiomarqué, mais il peut s'agir d'œuf entier (22 centres), de blanc d'œuf seul (15 centres), ou de l'un ou l'autre selon les cas (1 centre). Les autres aliments utilisés sont très variables, les plus courant étant les tartines de beurre ou de confiture (pain ou biscottes). Les boissons sont aussi très variables : eau (un seul verre ou à la demande), jus d'orange, lait, thé ou café. Parmi 35 menus fournis, il existe 23 menus différents. L'adhésion aux recommandations est faible pour la confection du repas : 4 centres suivent les recommandations française, 5 suivent les recommandations nord-américaines, et 26 utilisent un repas non complètement conforme. Parmi ces derniers, 6 utilisent des seuils issus de recommandations sans en utiliser le repas.

Conclusion :

Il existe encore une très grande variabilité des pratiques, malgré l'existence de recommandations nationales et internationales, avec un fréquent recours à des protocoles locaux. Cette variabilité porte à la fois sur les aliments et les boissons utilisés, sur les modalités pratiques d'acquisition des images et sur les seuils diagnostiques des paramètres extraits. Un effort d'harmonisation des pratiques apparaît nécessaire dans ce contexte.

Gastric emptying scintigraphy: which foods, which drinks?

Abstract.

Key words: Scintigraphy, Gastric Emptying, Surveys and Questionnaires

Purpose.

As part of the update of French recommendations on gastric emptying scintigraphy, it seemed useful to determine how this examination was performed in clinical routine, in particular to verify the variability of practices between centers and to evaluate the adherence to the 2010 national or 2008 international recommendations.

Method.

A questionnaire was sent on July 15, 2021, via the French Society of Nuclear Medicine (SFMN), to obtain details about this examination in nuclear medicine centers: indications and number of examinations performed, foods and beverages used, radiolabeling method, acquisition modalities, parameters extracted from the images, and diagnostic threshold values used. Centers that did not respond were secondarily contacted by telephone, to find out if they performed the examination, and if so, to propose them to answer the survey again.

Results.

A total of 149 centers were contacted, of which 56 were performing the examination (38%). Of these, 38 responses to the questionnaire were obtained: 25 centers performing only solids emptying analysis and 13 performing both solids and liquids emptying analysis. All of them used egg as radiolabeled food, but it could be whole eggs (22 centers), egg whites only (15 centers), or both depending on the case (1 center). The other foods used are very variable, the most common being bread or rusks with butter or jam. Drinks are also very variable: water (one glass or on demand), orange juice, milk, tea or coffee. Among 35 menus provided, there are 23 different menus. Adherence to the recommendations is low for the preparation of the meal: 4 centers follow the French recommendations, 5 follow the North American recommendations, and 26 use a meal that is not completely compliant. Of these, 6 use thresholds from recommendations without using their meal.

Conclusion.

There is still considerable variability in practices, despite the existence of national and international recommendations, with frequent use of local protocols. This variability concerns the foods and beverages used, the methods of image acquisition and the diagnostic thresholds of the extracted parameters. An effort to harmonize practices appears necessary in this context.

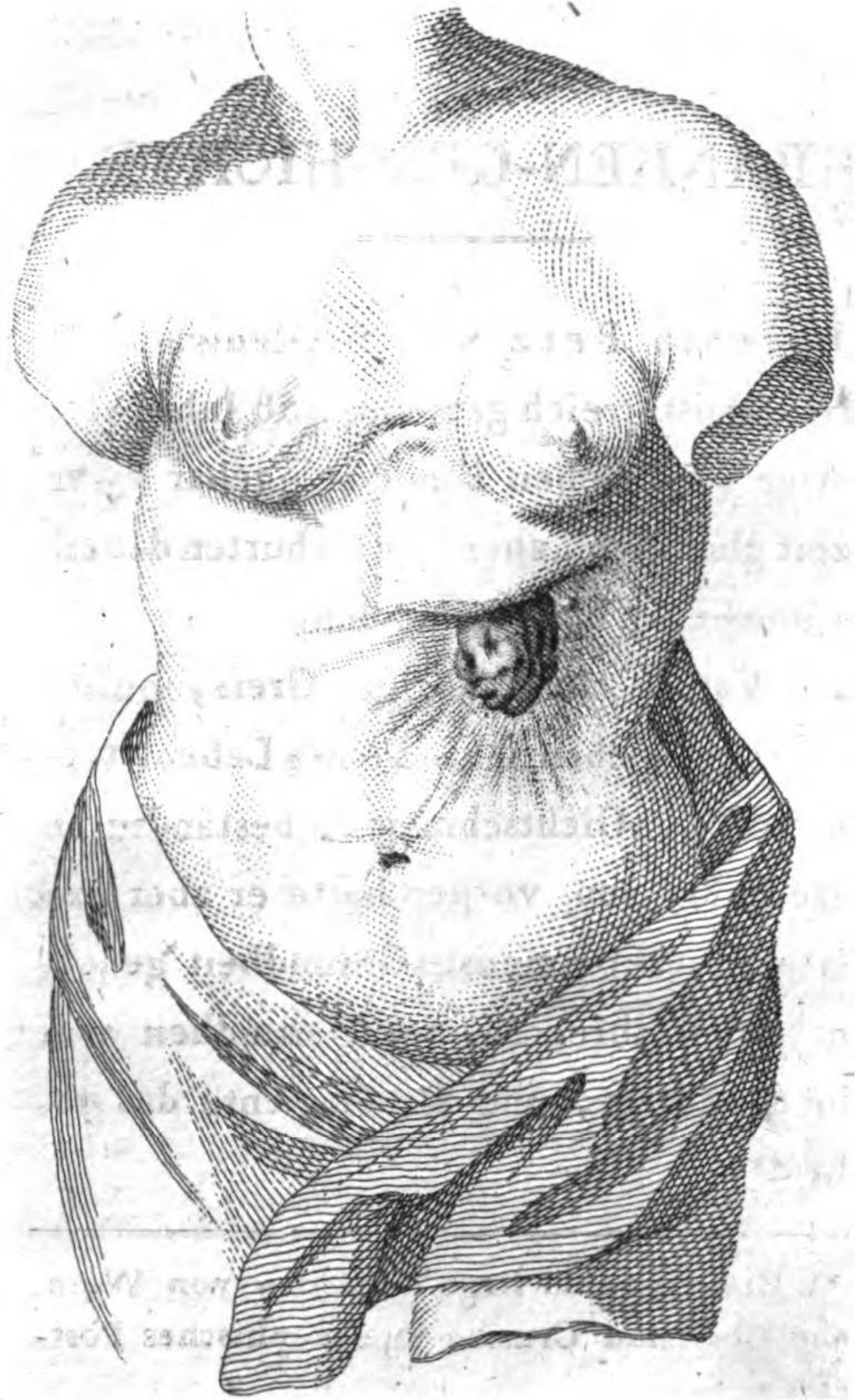


Figure 1 : Fistule gastrique chez une femme de 58 ans (Helm 1803, page XVIII).¹

1. Introduction générale.

1.1. Historique de l'étude de la vidange gastrique.

Historiquement, les premières études des activités motrices et sécrétrices de l'estomac réalisées chez l'Homme, au début du XIX^e siècle, ont été possibles grâce à des individus présentant une fistule gastrique d'origine traumatique ou ulcéreuse, permettant à des médecins de voir directement les processus en œuvre après l'ingestion d'aliments et leur permettant même de récupérer le contenu stomacal à l'aide d'une canule à différentes étapes de ces processus¹⁻³ (figure 1).

Dès les débuts de la radiographie, des analyses des mouvements de l'estomac ont été réalisées en prenant des clichés après ingurgitation d'un liquide contenant un agent de contraste radio-opaque, le bismuth⁴, puis la baryte. Cela ne permettait néanmoins que d'évaluer un temps d'évacuation complet, et non la cinétique précise. Mais une méthode basée sur des intubations gastriques répétées sur plusieurs jours a plus permis l'analyse de la vidange des liquides, et ainsi la constatation de leur cinétique d'élimination exponentielle⁵.

Le premier article décrivant une scintigraphie de vidange gastrique remonte quant à lui à 1966, par Griffith *et al.*⁶. Le repas était composé de gruau, d'œuf brouillés, de lait, de pain et de beurre. Le traceur consistait en 200 μCi de chrome 51 (⁵¹Cr) sous la forme de chromate de sodium incorporé au gruau et aux œufs. Pour l'acquisition, le patient était allongé sur une table qui se déplaçait entre deux têtes de détecteurs pour mesurer point par point l'émission du chrome (figures 2 et 3). Il fallait 6 à 10 minutes pour une image complète de l'estomac, et cela était répété toutes les demi-heures.

En réponse à cet article, Brömster *et al.* publièrent une lettre la même année et dans le même journal, décrivant leur propre méthode, moins aboutie et passée jusque-là inaperçue car évoquée seulement dans des revues et conférences scandinaves. Ils utilisaient un repas liquide de 300 ml, le traceur était de l'albumine humaine marquée avec 10 μCi d'iode 131, et l'acquisition se faisait en un point unique avec un détecteur statique⁷.

Par la suite, les caméras gamma ont été introduites, permettant l'acquisition d'images en une fois et non plus point par point⁸, et d'autres radionucléides ont été utilisés, comme le césium 129 (¹²⁹Cs)^{9,10}, ou l'indium 113 métastable (^{113m}In)¹¹. En 1976, Heading *et al.* publièrent la première analyse simultanée de la vidange des solides et de celle des liquides, en utilisant deux radionucléides différents pour marquer chacune des phases du repas¹².

Un des problèmes du radiomarquage était alors sa stabilité : le chrome 51, notamment, se séparait de l'œuf une fois dans l'estomac, et en était donc éliminé trop rapidement, évacué en partie avec les liquides au lieu d'y rester plus longtemps avec les solides en phase de trituration. Pour pallier cela, une variante notable avec un radiomarquage *in vivo* a donc été proposé par Meyer *et al.* en 1976 : un poulet vivant reçoit une injection intraveineuse de colloïdes de technétium 99 métastable (^{99m}Tc), qui se distribuent dans tout le corps, et notamment dans le foie (où ils s'accumulent dans les cellules de Kupffer). Le poulet peut alors être abattu et son foie recueilli et broyé avec de la viande de bœuf pour la réalisation d'un steak haché destiné à la confection d'un hamburger^{13,14}.

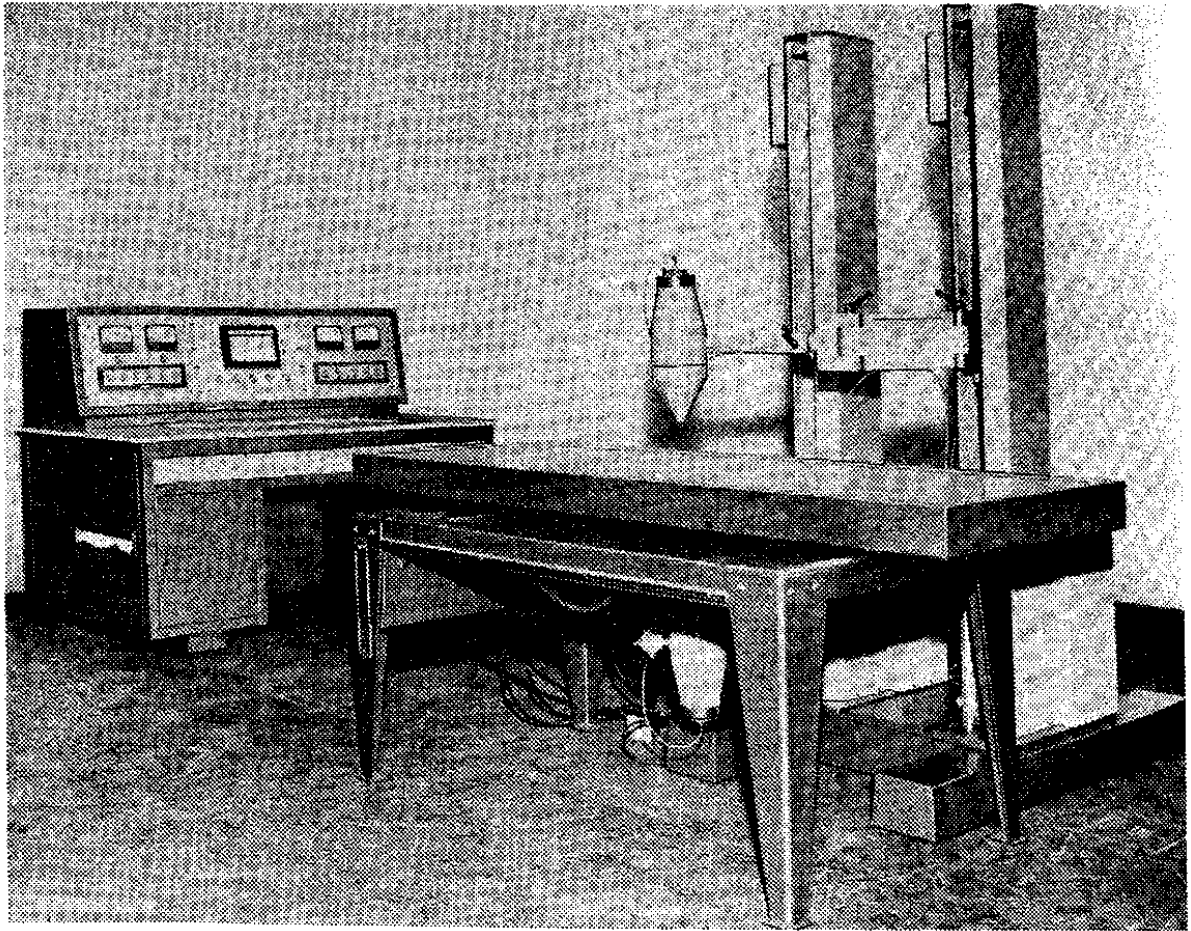


Figure 2 : Caméra à un seul détecteur (Griffith 1966).⁶

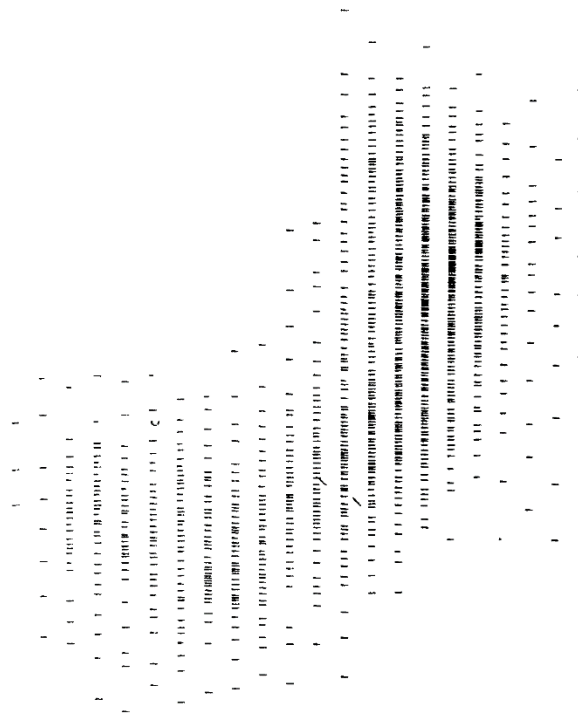


Figure 3 : Première image de scintigraphie gastrique publiée (Griffith 1966).⁶

1.2. La scintigraphie de vidange gastrique de nos jours.

1.2.1. Physiologie et exploration de la vidange gastrique.

Succinctement, la vidange de l'estomac se fait comme suit : les aliments solides arrivant de l'œsophage sont emmagasinés dans le fundus qui se distend pour les accueillir, puis le péristaltisme les pousse progressivement dans le corps gastrique en direction de l'antrum, où ils sont malaxés jusqu'à obtention de particules de 2 ou 3 mm de diamètre capable de franchir le pylore, sphincter situé entre l'estomac et le duodénum. Les boissons, elles, atteignent directement l'antrum et sont rapidement éliminées via le pylore¹⁵.

La vidange des solides se fait avec une cinétique bimodale : une phase de latence, correspondant à l'accommodation de l'estomac (destinée à une dilatation sans augmentation de la pression interne), puis une phase d'évacuation relativement linéaire. La vidange des liquides se fait de façon exponentielle, du fait de leur dilution progressive dans le suc gastrique qui est produit continuellement¹⁵.

L'exploration de la vidange gastrique peut se faire de diverses manières : par scintigraphie de vidange gastrique (qui est considérée comme la référence), par échographie, test respiratoire à l'acide octanoïque marqué au ¹³C ou encore vidéocapsule¹⁶.

La pertinence clinique et l'intérêt sur la prise en charge du patient de la scintigraphie de vidange gastrique ne sont pas complètement démontrés, notamment du fait d'un manque de données sur le changement d'attitude thérapeutique induit¹⁷.

1.2.2. Gastroparésie.

La gastroparésie est définie par une vidange gastrique retardée en l'absence d'obstacle organique, et peut causer des symptômes comme une satiété précoce, une plénitude voire une douleur épigastrique, une nausée voire des vomissements, le tout surtout en période post-prandiale¹⁶. La sévérité de ces symptômes peut être évalué à l'aide du GCSI (*gastroparesis cardinal symptom index*)¹⁸.

Même si les deux semblent proches, il ne faut pas confondre la gastroparésie, qui a une définition diagnostique (le retard de vidange) et la dyspepsie, qui a une définition syndromique (critères cliniques).

Les troubles gastro-intestinaux fonctionnels (ou troubles de l'interaction intestin-cerveau) sont actuellement définis par les critères Rome IV, publié en 2016¹⁹. La dyspepsie fonctionnelle y est définie par la présence depuis plus de six mois d'au moins un symptôme parmi quatre (plénitude post-prandiale, satiété précoce, douleur épigastrique et brûlure épigastrique), en l'absence d'anomalie organique (notamment à l'endoscopie haute)²⁰.

Deux sous-types sont distingués : le syndrome de détresse postprandiale (SDPP) et le syndrome de douleur épigastrique (SDE). Le SDPP est caractérisé par la survenue au moins trois jours par semaine d'un épisode de plénitude postprandiale gênant les activités ou de satiété précoce empêchant de terminer un repas de taille habituelle. Le SDE est caractérisé par une douleur ou une brûlure épigastrique gênant les activités habituelles survenant au moins une fois par semaine. Certains patients sont inclassables dans un sous-groupe, il existe des chevauchements entre les deux sous-types, et d'autres symptômes fonctionnels peuvent coexister.

Seul un tiers des patients présentant un syndrome dyspepsique ont un retard de vidange gastrique objectivable, et dans ce cas il s'agit surtout de SDPP²¹.

Inversement, la gastroparésie peut être asymptomatique, et la corrélation entre la sévérité des symptômes et la sévérité du retard de vidange est faible^{22,23}.

Même si la gastroparésie est le plus souvent idiopathique, la principale cause identifiée est le diabète ; elle peut aussi être post-chirurgicale (vagotomie, fundoplicature, interventions bariatriques, etc.), ou causée par diverses affections neurologiques (notamment la maladie de Parkinson), la mucoviscidose ou encore les maladies auto-immunes du tissu conjonctif (comme la sclérodermie et le lupus)²⁴.

Déterminer la prévalence de la gastroparésie en population générale est délicat. Une étude extensive réalisée dans le comté d'Olmsted, aux États-Unis, fournit une prévalence de 9,6 pour 100 000 chez l'homme et 37,8 chez la femme²⁵, mais la généralisation de ces chiffres est évidemment épineuse. Une autre étude de la même équipe a permis de déterminer la proportion de patients diabétiques développant une gastroparésie sur une période de 10 ans : 5,2 % pour le type 1 et 1,0 % pour le type 2 (contre 0,2 % en l'absence de diabète)²⁶.

Chez les patients diabétiques, un mauvais contrôle glycémique semble augmenter le risque de gastroparésie et la sévérité des symptômes²⁷. De même, un pic hyperglycémique allonge le temps de vidange²⁸.

La présence d'une gastroparésie chez les patients diabétiques est associée à une morbidité accrue²⁹.

1.2.3. Exemple de la cohorte grenobloise.

L'analyse des 459 examens réalisés au CHU de Grenoble en 2018 et 2019 a permis de démontrer les limites de l'ancien protocole utilisé, qui était basé sur un repas de conception locale, et des valeurs normales établies elles-aussi localement.

	Quantité (g)	Protides (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	kCal
Pain	50	4	0	25	116
Beurre	30	0	24	0	221,4
Poisson	130	22,1	1,3	0	100
Fromage	60	17	18	0	224
Œuf	100	11	10,2	0	136
Total		54,1	53,5	25	797,4

Tableau 1 : Composition de l'ancien repas proposé au CHU de Grenoble.

Les valeurs normales, consistant en des temps de demi-évacuation, étaient les suivantes : 113 ± 24 min pour les solides et 53 ± 12 min pour les liquides.

Chez 305 patients pour lesquels une évaluation de la prise alimentaire a été faite, seuls 49 % des patients parvenaient à prendre au moins 90 % du repas, ce qui altère évidemment les performances de l'examen : la quantité d'aliments ingurgités influe beaucoup sur le temps de demi-évacuation^{30,31}. Les raisons étaient probablement multiples, mais avec en premier lieu l'utilisation d'un repas trop

copieux et probablement aussi du fait d'aliments trop nombreux et parfois inadaptés aux goûts et aux intolérances des patients (comme le poisson et le fromage).

Il n'y avait par ailleurs pas de différence significative des moyennes du temps de demi-évacuation entre les patients ayant ingurgité le repas en entier et ceux n'ayant ingurgité qu'une moitié (189 ± 116 et 171 ± 132 min respectivement), alors que l'on s'attendrait à une vidange bien plus rapide si le repas est à moitié prit. Cela s'explique peut-être, justement, par le fait que les patients ayant du mal à finir le repas sont les patients gastroparétiques ; dans ce cas, la sous-estimation de la valeur peut masquer une anomalie, et donc faire rater un diagnostic.

Dans ce contexte, il a paru nécessaire de changer de protocole pour améliorer les performances de l'examen, et d'en adopter un qui soit publié et largement utilisé, en l'occurrence celui mis en avant par les recommandations nord-américaines de 2008.

1.3. Repas types les plus courants avec leurs valeurs normales.

Au cours des six dernières décennies, de très nombreux repas types ont été proposés pour la réalisation de l'examen, souvent accompagnés de valeurs mesurées chez des individus sains, parfois aussi de valeurs mesurées chez des patients présentant différentes affections.

Parmi ces repas, certains sont fréquemment utilisés, notamment du fait de leur inclusion dans des recommandations nationales ou internationales, ou de leur utilisation dans de vastes études thérapeutiques.

D'autres, plus anecdotiques, ont tenté de pallier les problèmes habituellement rencontrés avec les repas plus classiques, notamment pour les adapter à des régimes alimentaires différents ou pour les adapter à des patients présentant des difficultés à ingurgiter un repas solide.

1.3.1. Repas type de Lartigue *et al.*

Il s'agit d'un repas publié en 1994³², et c'est celui qui a été utilisé pour les recommandations de la Société française de médecine nucléaire (SFMN) de 2010. Sa composition et ses caractéristiques nutritionnelles sont les suivantes : 50 g de jambon, un œuf, deux tranches de pain de mie avec 10 g de beurre, 100 ml de jus d'orange et 100 ml d'eau, pour un total de 1750 kJ (\approx 418 kcal) avec 45 % de glucides, 37 % de lipides et 18 % de protéides.

L'article princeps fournit des valeurs normales déterminées chez 28 volontaires sains (avec une analyse de reproductibilité intra-individuelle pour 12 d'entre eux) mais un article de Couturier *et al.* de 2004, utilisant le même repas chez 53 sujets sains (11 femmes et 42 hommes), contient des données un peu plus intéressantes. En effet, en plus d'un effectif plus important (permettant d'obtenir des valeurs similaires mais des écarts-types moindres), il distingue hommes et femmes et étudie aussi la vidange des liquides en marquant le verre d'eau avec de l'indium 111 (¹¹¹In) chélaté par du DTPA³³. Le verre d'eau doit alors être avalé à la toute fin du repas. Ces valeurs normales sont fournies dans le tableau 1, avec des temps de demi-évacuation des solides et des liquides, mais aussi un temps de latence pour les solides. L'article contient aussi des données chez 476 patients (présentant par exemple un syndrome dyspepsique, un diabète ou un reflux gastro-œsophagien).

Il est à noter que le temps de demi-évacuation est légèrement plus élevé chez la femme que chez l'homme. Même si l'effectif est plus faible pour les femmes et que les écarts-types sont larges et se recouvrent, il ne s'agit pas d'un aléa statistique, car cela se retrouve en fait dans d'autres études : les femmes ont une vidange gastrique des solides un peu plus lente que celle des hommes^{34,35}.

	T ^{1/2} des solides (min)	T _{lag} (min)	TRE (min)	T ^{1/2} des liquides (min)
Femme (11)	81,95 ± 18,83	24,34 ± 15,32	114,02 ± 33,57	39,88 ± 11,26
Homme (42)	73,72 ± 13,75	21,56 ± 10,59	103,77 ± 17,24	41,59 ± 17,2
Tous (53)	75,43 ± 15,13	22,14 ± 11,61	105,90 ± 21,65	41,24 ± 16,06

Tableau 2 : valeurs normales de Couturier (2004).

1.3.2. Repas type de Tougas *et al.*

Il s'agit d'un repas publié en 2000³⁶, et c'est ce repas qui a été recommandé par le consensus nord-américain de 2008³⁷. Il n'évalue que la vidange des solides.

Il est composé de 120 g de blanc d'œuf liquide en bouteille (60 kcal), deux tranches de pain de mie (120 kcal), 30 g de confiture de fraise (75 kcal) et de 120 ml d'eau, pour un total de 255 kcal (avec 72 % de glucides, 24 % de protéides, 2 % de lipides et 2 % de fibres).

Le consensus précise que certains Européens ajoutent souvent à ce repas 10 g de beurre, le faisant monter à 345 kcal (avec 69 % de glucides, 22 % de protéides, 7 % de lipides et 2 % de fibres).

L'article princeps qui le décrit fournit aussi les valeurs normales établies chez 123 sujets sains dans onze centres nord-américains et européens, uniquement pour la vidange des solides et avec uniquement des plafonds de normalité pour déterminer la présence d'un retard de vidange. Il fournit ainsi un temps de latence et un temps de demi-évacuation, mais aussi des taux de rétention à 1, 2 et 4 h. Les recommandations de 2008 fournissent aussi un taux de rétention à 3 h (basé sur un article de Lin *et al.* de 2006), et des taux de rétention minimaux pour le diagnostic d'une vidange gastrique accélérée, à un demi-heure et une heure (basé sur un article de Abell *et al.* de 2006).

Ce sont les valeurs du 95^e percentile qui servent de seuils pour diagnostiquer la gastroparésie.

Les deux principaux problèmes de ce repas type sont l'absence d'analyse de la vidange des liquides (qui apporte pourtant des informations supplémentaires et peut parfois révéler une gastroparésie sans anomalie de la vidange des solides, voir infra la section 1.4) et surtout sa très faible quantité de matières grasses (ce qui est très peu représentatif d'un repas habituel, et pourrait par ailleurs diminuer la sensibilité de l'examen³⁸).

	Médiane	1 ^{er} quartile	3 ^e quartile	90 ^e percentile	95 ^e percentile
1 h	69	53	79	86	90
2 h	24	16	37	50	60
4 h	1.2	0.8	3.2	6.3	10
T ₅₀ (min)	83	64	103	117	132
Latence (min)	21	12	30	44	49

Tableau 3 : valeurs normales de Tougas (2000).

1.3.3. Repas type de Camilleri *et al.*

Il s'agit du repas utilisé par la clinique Mayo depuis plus de trente ans, en particulier pour des études de pharmacologie, et dont les valeurs normales ont été validées par plusieurs études, notamment une de 2012 sur une grande base de données de 319 sujets sains³⁴. Néanmoins, ce repas varie un peu selon les études, principalement dans les quantités de chaque aliment.

Le repas original de 1989, validé chez 20 sujets sains, est composé d'un œuf brouillé, de pain au blé complet et d'un verre de lait écrémé, pour un total de 219 kcal, avec 52 % de glucides, 35 % de protéides, 13 % de lipides et 2,5 g de fibres³⁹. C'est aussi la composition donnée dans une étude de 1991⁴⁰.

Une autre version du repas publiée en 1995 est composée de deux œufs, une tranche de pain de mie au blé complet et un verre de lait de 240 ml, pour un total de 284 kcal, avec 32 % de glucides,

31 % de protides, 37 % de lipides et 2,0 g de fibres⁴¹. Une autre version encore, publiée en 2002, est composée de deux œufs, deux tranches de pain beurré et un verre de 240 ml de lait, pour un total de 296 kcal, avec 33 % de glucides, 32 % de protides et 35 % de lipides⁴².

Les études de pharmacologie utilisées pour la compilation de 2012 ne fournissent pas toutes de détails sur le repas utilisé ; certaines renvoient aux études de 1989 et 1991 ou à celle de 2002, d'autres fournissent seulement un nombre de calories (souvent 296 kcal). De fait, il paraît difficile de déterminer précisément les variations de ce repas lors des différentes études.

Les valeurs normales (un temps de demi-évacuation et des taux de rétention à 1, 2, 3 et 4 h) sont issues de l'étude de 2012 de Camilleri *et al.* utilisant les données de vingt-deux cohortes de patients issues d'études de pharmacologie, pour un total de 319 sujets sains dont 47 ont été testés plusieurs fois, permettant des analyses inter-individuelles mais aussi intra-individuelles³⁴. Il n'y a de valeurs que pour les solides.

T^{1/2}	Vidange à 1 h	Vidange à 2 h	Vidange à 3 h	Vidange à 4 h
121,7 ± 29,8 min	18,1 ± 9,5 %	51,4 ± 15,7 %	78,1 ± 14,5 %	93,2 ± 8,9 %

Tableau 4 : Exemples de valeurs normales de Camilleri (2012).

1.4. Repas types alternatifs.

Les repas les plus utilisés comportant de l'œuf et du pain (et donc du gluten), d'autres types d'aliments ont été proposés, et ont souvent été comparés à des repas à base d'œufs brouillés pour vérifier leur similarité. L'objectif est d'offrir une alternative en cas d'intolérance, d'allergie, ou de régime alimentaire particulier.

Cela concerne aussi les aliments non marqués : en plus de l'œuf et du pain, certains centres utilisent un repas contenant de la viande ou du fromage. Lorsque les patients ne peuvent ou ne veulent pas manger un de ces aliments, il est parfois remplacé (avec le risque d'une perte d'équivalence), voire supprimé (avec un risque, plus gênant encore, de sous-estimation du temps de vidange puisque le repas est alors allégé mais que les valeurs normales utilisées restent les mêmes).

1.4.1. Repas semi-solides : le problème de la consistance.

Des repas à base de boisson de renutrition ont été proposés⁴³. Ces repas sont surtout destinés aux patients incapables de prendre un repas solide, et ils peuvent même être administré par sonde nasogastrique. Ils ont le désavantage d'être semi-solides, et donc de ne pas correspondre à un repas solide physiologique, avec un risque de manque de sensibilité : ils présentent des profils de cinétique à mi-chemin entre celle d'une vraie vidange des solides et d'une vidange des liquides^{15,38}.

Une possibilité est alors d'utiliser une boisson riche en lipides : la vidange se fait toujours sans temps de latence (puisque ce temps correspond à la trituration nécessaire des aliments solides avant leur passage du pylore), mais la vitesse d'évacuation est ensuite similaire⁴⁴.

Au Royaume-Uni, les repas à base de gruau sont très fréquents⁴⁵, alors qu'il semblent ne pas être utilisés du tout en France. Hansrod *et al.* ont publié en 2020 une comparaison et des valeurs normales chez vingt sujets sains ayant réalisé deux fois une étude de vidange gastrique, avec un repas à base d'œuf et un à base de gruau d'avoine⁴⁶. Leur repas à base d'œuf est composé de deux œufs moyens brouillés et de deux tranches de pain de mie composé à moitié de farine classique et à moitié de farine au blé complet, pour un total de 268 kcal, avec 24 g de glucides, 18 g de protides et 10 g de lipides. Celui à base de gruau est composé de 40 g de d'avoine et 200 ml de lait entier, pour un total de 278 kcal, avec 34 g de glucides, 11 g de protides et 10 g de lipides. La vidange du repas à base de gruau est plus rapide, presque exponentielle plutôt que linéaire, et le temps de latence est presque inexistant (ce qui le rapproche là aussi d'une cinétique de vidange des liquides, comme les boissons de renutrition).

Il y a un autre problème avec les repas semi-solide. L'analyse des images sert surtout à déterminer des paramètres quantitatifs, généralement un temps de demi-évacuation et des taux de rétention à différents temps. Ce sont ces seuils qui sont utilisés pour le diagnostic de gastroparésie (ou inversement de vidange gastrique accélérée). Néanmoins, l'analyse qualitative, visuelle, permet aussi d'obtenir des informations. En cas d'ingestion d'aliments solides, le bol alimentaire est emmagasiné dans le fundus gastrique, puis progressivement trituré dans l'antra et enfin évacué par le pylore. Il est ainsi par exemple possible, sur les images, de détecter un défaut d'accommodation fundique ou de contraction antrale⁴⁷⁻⁴⁹. Avec un repas semi-solide, le bol alimentaire arrive directement dans l'antra, comme un liquide, puis est évacué sans nécessité de trituration, empêchant cette analyse visuelle.

L'analyse de la contraction antrale n'est en pratique pas faite, nécessitant une acquisition dynamique puisque la fréquence des contractions antrales (environ trois par minutes) ne peut se percevoir sur une image statique acquise sur une minute⁵⁰. L'étude de l'accommodation fundique, elle, peut se faire sur les images classiques. Le fait que ces anomalies ne soient pas perceptibles avec un repas semi-solide est donc un problème, et celui-ci ne devrait donc être proposé qu'en cas d'impossibilité pour le patient d'ingurgiter un repas solide.

1.4.2. Repas à base de riz : exemples d'adaptation culinaire en Asie.

Pour des raisons essentiellement culturelles, des repas différents ont été proposés en Asie, notamment à base de riz. Cela doit faire souligner la difficulté de transposer un repas d'un pays à un autre, d'une part du fait de la possible indisponibilité de certains ingrédients, et d'autre part du fait d'habitudes alimentaires parfois très différentes.

Vasavid *et al.* ont ainsi proposé un repas à base de riz à la vapeur (100 g), associé à un œuf entier (radiomarké et cuit au micro-onde avec 5 ml d'huile) et à 100 ml d'eau, pour lequel des valeurs normales ont été obtenues chez 92 volontaires sains en Thaïlande, et qui est destiné selon ses créateurs aux patients non habitués aux repas « à l'occidentale »⁵¹. Ce repas contient alors 267 kcal (57 % de glucides, 23 % de lipides et 19 % de protides), et une sauce au soja salée est proposée pour améliorer ses caractéristiques organoleptiques.

Somasundaram *et al.* ont de leur côté proposé un repas composé d'un verre d'eau de 50 ml et d'un idli, un gâteau de lentilles noires et de riz consommé en Inde : 75 g de préparation instantanée sont mélangés avec 5 ml d'huile et 70 ml d'eau, et la pâte obtenue est marquée avec des colloïdes de ^{99m}Tc puis cuite à la vapeur⁵².

1.4.3. Repas sans œuf : s'adapter au régime alimentaire du patient.

Parfois, la mise au point d'un nouveau repas obéit à des impératifs pragmatiques : offrir aux patients un repas différent lorsque la composition du repas proposé est incompatible avec ses habitudes alimentaires.

Ainsi, par exemple, Garrigue *et al.* ont créé deux repas sans œuf, qui ont été comparés à leur repas habituel : l'un est un gâteau au chocolat cuit au micro-onde, l'autre est du tofu brouillé⁵³. Les deux ont chez six volontaires sains une cinétique de vidange superposable à celle du repas à base d'œuf entier habituellement proposé. Ces recettes ont été développées comme alternative pour les patients ne voulant pas du repas à base d'œuf, et non comme repas principal. Pour des raisons de goût, des deux aliments, c'est le gâteau au chocolat qui a été retenu.

Plus largement, il paraît important de pouvoir disposer de repas dument validés pour réaliser l'examen chez les patients présentant des allergies, des intolérances, ou un régime végétalien.

1.5. Vidange des liquides.

La plupart des repas publiés ne s'intéressent qu'à la vidange des solides. L'analyse de la vidange des liquides, elle, est très mal standardisée, surtout quand elle est faite en simultanée avec la vidange des solides. Cela vient du fait qu'elle n'est en fait pas toujours réalisée dans la pratique, même si elle pourrait permettre de diagnostiquer des gastroparésies chez des patients ne présentant par ailleurs pas d'anomalie de la vidange des solides⁵⁴⁻⁵⁶.

Il n'est pas possible de simplement radiomarquer l'eau d'un repas s'il n'existe pas de valeurs normales de la vidange des liquides de ce même repas : la prise d'aliments solides perturbe évidemment la cinétique de vidange des liquides associés, et il n'est donc pas possible d'utiliser les valeurs issues d'études de vidange isolée des liquides ou d'études réalisées avec un repas différents.

Le repas de Lartigue *et al.*, grâce aux données de Couturier *et al.*, permet l'analyse simultanée des deux phases³³. Ce n'est pas le cas avec les autres repas présentés plus haut.

Une possibilité est de faire une acquisition séquentielle, avec une vidange des liquides suivie d'une vidange des solides selon un protocole quelconque ; dans ce cas, le temps de demi-évacuation des liquides est celui d'une étude isolée des liquides.

Ziessman *et al.* ont établi des valeurs normales chez 30 sujets sains ayant bu 300 ml d'eau à jeun : un maximum de 19 minutes avec deux écart-types en plus de la moyenne ou 22 minutes avec trois écart-types⁵⁴.

Néanmoins, le fait d'enchaîner 30 min après avec une vidange des solides reste délicat : l'interaction entre les deux n'est pas claire. En effet, le repas solide n'est alors pas pris strictement à jeun, même si cela ne devrait en théorie poser un problème qu'en cas de gastroparésie aux liquides, et que dans ce cas l'effet irait plutôt dans le sens d'un discret allongement du temps de vidange des solides, ce qui ne serait alors pas un véritable problème.

Il est à noter que tous ces éléments concernent le marquage d'un verre d'eau. L'utilisation d'un jus de fruit ou de lait complique légèrement la tâche puisque la valeur calorique d'une boisson influe sur la vitesse de vidange⁵⁷, et qu'il n'existe pas de valeurs normales établies pour des liquides autre que l'eau.

2. Questionnaire national sur la scintigraphie de vidange gastrique.

2.1. Introduction.

La première version des recommandations française sur la scintigraphie de vidange gastrique chez l'adulte (et la dernière version en date) remonte à 2010, soit plus de dix ans. Elles recommandaient le repas de Lartigue *et al.*, avec un marquage systématique de la phase liquide pour augmenter la sensibilité de l'examen, et fournissaient les valeurs normales de Couturier *et al.* Un comité de rédaction a été formé en 2020 pour réaliser une réactualisation du guide.

Une des principales problématiques en médecine nucléaire est la standardisation des protocoles. Concernant la scintigraphie de vidange gastrique, une telle normalisation des pratiques nécessite d'adapter non seulement les modalités d'acquisition, comme pour tout examen, mais aussi le repas utilisé. Cela rend la tâche plus ardue, d'autant qu'il s'agit d'un examen relativement rare.

J'ai dans ce contexte proposé la réalisation d'un questionnaire visant à déterminer comment les centres de médecines nucléaires francophones réalisent cet examen, notamment parce qu'il paraissait évident qu'il existât une très grande variabilité, notamment dans la composition du repas à ingérer. Une évaluation similaire avait d'ailleurs déjà été faite au Royaume-Uni, et publiée en 2018⁴⁵. Une étude un peu différente et visant spécifiquement à vérifier le respect des recommandations nord-américaines avait aussi été conduite aux États-Unis et publiée en 2017⁵⁸. Dans les deux cas, les recommandations étaient assez peu suivies, et les pratiques très différentes d'un centre à l'autre, ce qui conforte la nécessité de réaliser une telle évaluation en France.

À Grenoble, par exemple, le repas utilisé jusqu'à récemment était un repas dont la composition et les valeurs normales avaient été établies localement, comme évoqué plus haut. Il s'agissait donc d'un protocole unique, difficilement comparable avec ceux d'autres centres, et qui par ailleurs n'avait jamais été publié dans une quelconque revue médicale. Dans quelques autres villes, les protocoles étaient eux aussi locaux, mais il était difficile de se faire un aperçu réel à plus grande échelle.

L'enquête devait donc permettre d'évaluer la diversité des pratiques en France et dans les autres centres francophones d'Europe limitrophe, et ce avant la mise à jour des recommandations dont la sortie est prévue pour 2022.

2.2. Méthode.

2.2.1. Contenu du questionnaire.

Le questionnaire tente de recueillir toutes les informations possibles sur les modalités de réalisation de la scintigraphie de vidange gastrique chez l'adulte. Il est divisé en trois parties.

La première partie sert simplement à renseigner le nom du centre et à répondre à trois questions d'ordre générale : nombre d'examen réalisés par mois, indications les plus fréquentes et proportion d'examen considérés pathologiques.

La deuxième partie concerne les modalités pratiques de la confection et de l'absorption du repas radiomarqué. Elle est différente selon que le centre réalise uniquement des vidanges des solides, uniquement des vidanges des liquides ou les deux. Les questions demandent de détailler les conditions de la prise du repas, les aliments et boissons utilisés, ainsi que les produits et la méthode du radiomarquage.

La troisième partie porte sur la réalisation des images et leur interprétation. Les questions demandent de détailler le mode d'acquisition des images (délai après prise du repas, réalisation ou non d'images dynamiques, fréquence et durée des images statiques), la durée de l'examen, les modalités techniques d'acquisition et de traitement des images, ainsi que les paramètres extraits (avec leurs valeurs normales).

Ce questionnaire est fourni en annexe.

2.2.2. Diffusion du questionnaire.

L'enquête a été diffusée via la SFMN (Société française de médecine nucléaire), et les centres pouvaient répondre de deux façons : soit en remplissant le questionnaire (proposé sous deux formes, une en ligne ou une via un document à renvoyer par courrier électronique) soit en envoyant simplement leur protocole écrit pour que l'on puisse en extraire les informations.

Des centres n'ayant pas initialement répondu ont été contacté individuellement par téléphone, afin de déterminer s'ils réalisaient l'examen, et le cas échéant en leur proposant à nouveau de répondre à l'enquête.

2.3. Résultats.

2.3.1. Centres réalisant l'examen et modalités pratiques.

Le questionnaire a été diffusé le 15 juillet 2021. Des centres n'ayant initialement pas répondu ont été contactés par téléphone à partir de début septembre.

En tout, 151 centres ont pu être contactés pour l'enquête. Parmi eux, 54 réalisent l'examen (soit 36 %). Parmi ceux qui réalisent l'examen, seuls certains ont répondu au questionnaire ou fourni leur protocole.

Pour des raisons pratiques, il a été considéré que lorsqu'un centre est situé sur plusieurs sites, utilisant un même protocole, cela ne compte que pour un. On considérera donc, pour la suite, 38 centres qui ont répondu à l'enquête, 37 français et un belge. Tous les centres n'ayant pas répondu à toutes les questions, les données sont parfois établies sur un échantillon plus faible.

Parmi les 38 centres, 25 évaluent uniquement la vidange des solides et 13 évaluent à la fois la vidange des solides et celle des liquides. Aucun n'évalue que la vidange des liquides.

Le nombre de patients admis dans chaque centre est très variables : moins de 2 patients par mois dans 13 centres, entre 2 et 10 dans 15 centres et 10 ou plus dans 8 centres. De même, la proportion d'examens anormaux varie énormément d'un centre à l'autre, de 10 % à plus de 80 %, probablement en partie du fait d'un recrutement très différents des patients et des indications.

L'examen est réalisé uniquement le matin dans la plupart des centres (28 centres), mais peut aussi n'être réalisé que l'après-midi (3 centres) ou à n'importe quel moment de la journée (4 centres).

La durée du jeun est globalement homogène : depuis la veille au soir (7 centres) ou depuis 6 h (23 centres), même si 4 centres imposent 12 h et 3 centres 4 h.

2.3.2. Composition et radiomarquage de la phase solide.

Dans les 38 centres, tous les repas sont à base d'œuf, qui est alors l'aliment utilisé pour le radiomarquage. Il peut s'agir d'œuf entier (22 centres) ou de blanc d'œuf uniquement (15 centres), voire l'un ou l'autre selon les cas : un des centres propose deux repas au choix du patient, l'un contenant de l'œuf entier et l'autre seulement du blanc.

Habituellement, seul le blanc d'œuf est marqué (27 centres sur 35 soit 77 %), même quand l'œuf est ensuite utilisé entier, afin que le traceur soit piégé dans l'ovalbumine au moment de la cuisson.

Qu'il s'agisse de vrais œufs ou d'équivalent liquide, les quantités correspondent généralement à un ou deux œufs. Parmi 23 centres utilisant des œufs entiers, 11 utilisent un œuf et 12 deux œufs. Parmi 13 centres n'utilisant que le blanc, 2 en utilisent un seul, 6 en utilise deux, et 5 utilisent du blanc d'œuf liquide (et dans ce cas, environ 120 ml).

La cuisson se fait au four à micro-ondes (19 centres) ou à la poêle (18 centres).

En cas d'allergie ou de refus du repas habituel, 19 centres sur 28 proposent un repas alternatif remplaçant tout ou partie des aliments : boisson de renutrition, viande, foie, gâteau au soja, etc. Les 9 autres centres déclarent soit ne pas faire l'examen si le patient ne peut ou ne veut pas du repas proposé, soit n'avoir jamais eu le cas de figure.

Les radiotraceurs les plus utilisés sont le sulfure de rhénium colloïdal (Nanocis) et les nanocolloïdes d'albumine humaine (Nanocoll et ROTOP-NanoHSA), marqués au technétium 99 métastable (^{99m}Tc) et utilisés respectivement dans 22 et 24 centres (12 centres utilisant les deux). D'autres traceurs sont utilisés de façon plus anecdotique, comme le Pulmocis ou le DTPA.

L'activité recommandée par la SFMN est de 37 à 55 MBq. La plupart des centres annoncent des activités contenues dans cette fourchette (25 centres sur 36, soit 69 %).

Les aliments solides fournis en plus de l'omelette radioactive sont très variables d'un centre à l'autre, dans leur nature et dans leur quantité. Parmi les 30 centres ayant détaillés leur repas, 3 déclarent ne rien donner en plus. Parmi les 27 autres, les aliments sont : pain (17 centres), biscottes (11 centres), beurre pour tartiner (13 centres), confiture (6 centres), jambon (9 centres), steak haché (4 centres), poulet (3 centres), compote (3 centres) et yaourt (1 centre). Le poulet et les steaks hachés sont souvent proposés comme alternative au porc (dans 5 des 9 centres qui proposent du jambon).

2.3.3. Composition et radiomarquage de la phase liquide.

Pour le marquage, le liquide le plus souvent utilisé est l'eau (10 centres), suivi du jus d'orange (3 centres). Le lait, beaucoup utilisé dans la littérature (notamment par les équipes anglosaxonnes) n'est jamais utilisé pour le marquage dans cette enquête. Le volume de liquide est très variable, de 50 à 300 ml.

Dans la majorité des centres, le marquage se fait au DTPA marqué à l'indium 111 (^{111}In).

L'activité recommandée par la SFMN est de 5,5 à 9,25 MBq. La moitié des centres annoncent des activités contenues dans cette fourchette (6 centres sur 12).

Parmi les centres réalisant la vidange des liquides, certains donnent aussi aux patients une boisson supplémentaire, non marquée : jus d'orange (4 centres) ou eau (3 centres).

Parmi les centres ne réalisant pas la vidange des liquides, des boissons non marquées sont proposées en même temps que le repas, généralement de l'eau dans un verre de 12 à 20 cl (16 centres) ou à la demande (3 centres), mais aussi du jus d'orange (1 centre), du thé ou du café (1 centre) ou du lait (1 centre).

2.3.4. Particularités en cas d'évaluation des deux phases.

Lorsque les deux phases sont évaluées, cela se fait de manière simultanée dans la majorité des centres (8 centres sur 11). Si c'est le cas, le verre de liquide radiomarqué est soit bu en même temps que le repas (3 centres), soit juste après la prise du reste du repas (6 centres).

Lorsque les deux phases sont évaluées de façon successive, elles le sont toujours le même jour.

2.3.5. Acquisition des images et valeurs normales.

Dans la vaste majorité des centres, le repas doit être ingurgité en moins de 6 min, ou du moins en un temps suffisant pour débiter les acquisitions à 10 minutes du début du repas.

La fréquence d'acquisition des images statiques est très variable, de même que leur durée. Elles sont dans certains centres réalisées toutes les 10, 20, 30 ou 60 minutes, ou encore à un rythme variable, plus fréquent la première heure et moins ensuite. Les acquisitions durent le plus souvent 1 min (21 centres sur 35), mais peuvent aussi durer 2, 3 ou 5 min.

Sur 38 centres, 35 utilisent des vues antérieures et postérieures, généralement pour réaliser des images par moyennes géométriques des deux vues.

La durée totale habituelle de l'acquisition varie généralement entre 2 et 4 h, mais peut varier au sein d'un même centre selon l'indication ou, surtout, selon le taux de rétention mesuré à chaque étape. En effet, un diagnostic de vidange accélérée ou de gastroparésie peut être posé avant la fin de l'examen complet, selon les valeurs déjà obtenues. La durée de 4 h est nécessaire surtout dans les cas litigieux, mais il est reconnu qu'elle augmente la sensibilité de l'examen.

Les acquisitions se font habituellement debout ou assis (29 centres), mais il arrive que cela se fasse en décubitus dorsal (9 centres). Même si cela n'est pas complètement éclaircie, la position pendant et entre les acquisitions pourrait influencer sur la répartition gastrique des aliments et sur la cinétique de la vidange gastrique^{31,59}, et cela ne permet donc pas la comparaison des valeurs normales entre des centres utilisant une position différente.

En dehors de l'interdiction de s'alimenter ou de s'allonger pendant l'examen (12 centres sur 33 précisent que le patient ne doit pas s'allonger ou qu'il doit rester assis), la plupart des centres ne fournissent pas de consignes particulières aux patients pour l'attente entre les acquisitions.

Sur 35 centres, 27 déterminent des taux de rétention, 29 un temps de demi-évacuation et 13 un temps de latence.

Les normes utilisées sont variables, mais 10 centres utilisent les valeurs du consensus nord-américain (dont 6 qui utilisent comme seuil un taux de rétention de 10 % à quatre heures alors qu'ils utilisent un repas qui n'est pas conforme au repas associé à cette norme).

2.3.6. Diversité entre les repas et concordance avec les recommandations.

L'analyse des repas proposés montre que sur 35 centres, il existe 23 repas différents. Certains sont identiques parce qu'ils sont basés sur des repas types publiés, d'autres semblent l'être par hasard, du fait d'un protocole simple avec seulement deux aliments.

La comparaison aux repas des recommandations montre que certains suivent les recommandations françaises (4 centres, soit 11 %) ou nord-américaines (5 centres, soit 14 %), tandis que d'autres utilisent un protocole similaire à celui des recommandations françaises mais avec des variations de quantités (3 centres soit 9 %) ou un protocole complètement original (23 centres, soit 66 %).

Il existe donc, d'une part une grande diversité dans les repas utilisés pour la scintigraphie de vidange gastrique, et d'autre part une adhésion modeste aux recommandations françaises ou nord-américaines.

2.4. Discussion.

Actuellement, les modalités de réalisation de la scintigraphie de vidange gastrique sont très hétérogènes. Les repas utilisés par les centres répondeurs sont systématiquement à base d'œuf (en dehors des quelques repas alternatifs proposés en cas d'allergie ou de refus), mais sa nature (œuf entier ou seulement le blanc), sa quantité (généralement un ou deux œufs), et surtout son accompagnement (tartines de beurre ou de confiture, viande, etc.) sont très différents d'un centre de médecine nucléaire à un autre.

Évidemment, les valeurs normales utilisées sont elles aussi variables, les centres utilisant un protocole maison ayant généralement leurs propres valeurs, déterminées chez des sujets sains.

Les résultats de cette enquête témoignent donc, en 2021, d'une très grande variabilité des pratiques et d'une faible adhésion aux recommandations existantes.

L'actualisation prochaine des recommandations françaises, qui s'aligneront probablement sur les recommandations nord-américaines, permettra peut-être d'homogénéiser un peu plus les protocoles, mais les défauts du repas type de Tougas *et al.* (notamment sa faible teneur en graisse) rendront peut-être nécessaire l'utilisation d'un autre repas dans l'avenir. De même, l'incompatibilité des repas actuels avec certains régimes alimentaires nécessite de proposer aux patients des alternatives dûment validées.

On constate aussi quelques adaptations par rapport aux autres pays. Les tranches de pain de mie, très prisées dans les pays anglosaxons, sont souvent remplacées par du vrai pain, ou par des biscottes, en France (ces aliments étant plus facilement disponibles dans nos hôpitaux). De même, le gruau d'avoine, très courant dans les centres britanniques, n'est tout simplement pas utilisé en France. Par ailleurs, le mode de préparation peut différer : les recommandations nord-américaines recommandent, afin de simplifier la prise du repas, de le fournir aux patients sous la forme d'un sandwich, où le blanc d'œuf est inclus entre les deux tartines de confiture de fraise. Une telle abomination semble difficilement envisageable en France.

Une limite possible de cette étude est le fait que depuis le début du travail d'actualisation des recommandations, plusieurs centres participants directement à la rédaction ont changé leurs protocoles au profit de celui des recommandations nord-américaines, et cela justement pour se mettre en conformité avec les prochaines recommandations françaises en utilisant un protocole publié. Si cette étude avait été menée un peu plus tôt, le nombre de protocoles maisons aurait donc été plus important encore. Cet état des lieux, qui se voulait préparatoire aux nouvelles recommandations, a donc paradoxalement été influencé par elles avant même leur publication.

3. Références.

- 1 Helm J. *Zwey Kranken-Geschichten*. Camesina: Wien, 1803.
- 2 Beaumont W. *Experiments and Observations on the Gastric Juice, and the Physiology of Digestion*. F. P. Allen, 1833.
- 3 Longet F-A. *Traité de physiologie*. Victor Masson, 1857.
- 4 Cannon WB. Movements of the Stomach, Studied by Means of the Röntgen Rays. *J Boston Soc Med Sci* 1898; **2**: 59–66.
- 5 Hunt JN, Spurrell WR. The pattern of emptying of the human stomach. *J Physiol* 1951; **113**: 157–168.
- 6 Griffith GH, Owen GM, Kirkman S, Shields R. Measurement of rate of gastric emptying using chromium-51. *The Lancet* 1966; **287**: 1244–1245.
- 7 Brömster D, Carlberger G, Lundh G. Measurement of gastric emptying-rate. *Lancet Lond Engl* 1966; **2**: 224–225.
- 8 Harvey RF, Mackie DB, Brown NJ, Keeling DH, Davies WT. Measurement of gastric emptying time with a gamma camera. *The Lancet* 1970; **1**: 16–18.
- 9 Tinker J, Kocak N, Jones T, Glass HI, Cox AG. Supersensitivity and gastric emptying after vagotomy. *Gut* 1970; **11**: 502–505.
- 10 Jones T, Clark JC, Kocak N, Cox AG, Glass HI. Measurement of gastric emptying using the scintillation camera and 129Cs. *Br J Radiol* 1970; **43**: 537–541.
- 11 Heading RC, Tothill P, Laidlaw AJ, Shearman DJC. An evaluation of 113mIndium DTPA chelate in the measurement of gastric emptying by scintiscanning. *Gut* 1971; **12**: 611–615.
- 12 Heading RC, Tothill P, McLoughlin GP, Shearman DJ. Gastric emptying rate measurement in man. A double isotope scanning technique for simultaneous study of liquid and solid components of a meal. *Gastroenterology* 1976; **71**: 45–50.
- 13 Meyer JH, MacGregor IL, Gueller R, Martin P, Cavalieri R. 99mTc-tagged chicken liver as a marker of solid food in the human stomach. *Am J Dig Dis* 1976; **21**: 296–304.
- 14 Collins PJ, Horowitz M, Cook DJ, Harding PE, Shearman DJ. Gastric emptying in normal subjects--a reproducible technique using a single scintillation camera and computer system. *Gut* 1983; **24**: 1117–1125.
- 15 Goyal RK, Guo Y, Mashimo H. Advances in the physiology of gastric emptying. *Neurogastroenterol Motil* 2019; **31**: e13546.
- 16 Camilleri M, Parkman HP, Shafi MA, Abell TL, Gerson L. Clinical Guideline: Management of Gastroparesis: *Am J Gastroenterol* 2013; **108**: 18–37.

- 17 Tseng AS, Crowell MD, DiBaise JK. Clinical utility of gastric emptying scintigraphy: Patient and physician perspectives. *Neurogastroenterol Motil* 2018; **30**: e13279.
- 18 Revicki DA, Rentz AM, Dubois D, Kahrilas P, Stanghellini V, Talley NJ *et al*. Gastroparesis Cardinal Symptom Index (GCSI): development and validation of a patient reported assessment of severity of gastroparesis symptoms. *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil* 2004; **13**: 833–844.
- 19 Drossman DA. Functional Gastrointestinal Disorders: History, Pathophysiology, Clinical Features, and Rome IV. *Gastroenterology* 2016; **150**: 1262-1279.e2.
- 20 Stanghellini V, Chan FKL, Hasler WL, Malagelada JR, Suzuki H, Tack J *et al*. Gastroduodenal Disorders. *Gastroenterology* 2016; **150**: 1380–1392.
- 21 Stanghellini V, Tack J. Gastroparesis: separate entity or just a part of dyspepsia? *Gut* 2014; **63**: 1972–1978.
- 22 Vijayvargiya P, Jameie-Oskooei S, Camilleri M, Chedid V, Erwin PJ, Murad MH. Association between delayed gastric emptying and upper gastrointestinal symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Gut* 2019; **68**: 804–813.
- 23 Correction: Association between delayed gastric emptying and upper gastrointestinal symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Gut* 2019; **68**: 1908.
- 24 Quigley EMM. Other forms of gastroparesis: postsurgical, Parkinson, other neurologic diseases, connective tissue disorders. *Gastroenterol Clin North Am* 2015; **44**: 69–81.
- 25 Jung H-K, Choung RS, Locke GR, Schleck CD, Zinsmeister AR, Szarka LA *et al*. The incidence, prevalence, and outcomes of patients with gastroparesis in Olmsted County, Minnesota, from 1996 to 2006. *Gastroenterology* 2009; **136**: 1225–1233.
- 26 Choung RS, Locke GR, Schleck CD, Zinsmeister AR, Melton LJ, Talley NJ. Risk of gastroparesis in subjects with type 1 and 2 diabetes in the general population. *Am J Gastroenterol* 2012; **107**: 82–88.
- 27 Hammer J, Howell S, Bytzer P, Horowitz M, Talley NJ. Symptom clustering in subjects with and without diabetes mellitus: a population-based study of 15,000 Australian adults. *Am J Gastroenterol* 2003; **98**: 391–398.
- 28 Horowitz M, Harding PE, Maddox AF, Wishart JM, Akkermans LM, Chatterton BE *et al*. Gastric and oesophageal emptying in patients with type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia* 1989; **32**: 151–159.
- 29 Hyett B, Martinez FJ, Gill BM, Mehra S, Lembo A, Kelly CP *et al*. Delayed radionuclide gastric emptying studies predict morbidity in diabetics with symptoms of gastroparesis. *Gastroenterology* 2009; **137**: 445–452.
- 30 Christian PE, Moore JG, Sorenson JA, Coleman RE, Weich DM. Effects of meal size and correction technique on gastric emptying time: studies with two tracers and opposed detectors. *J Nucl Med* 1980; **21**: 883–885.

- 31 Doran S, Jones KL, Andrews JM, Horowitz M. Effects of meal volume and posture on gastric emptying of solids and appetite. *Am J Physiol* 1998; **275**: R1712-1718.
- 32 Lartigue S, Bizais Y, Bruley des Varannes S, Murat A, Pouliquen B, Galmiche JP. Inter- and intrasubject variability of solid and liquid gastric emptying parameters: A scintigraphic study in healthy subjects and diabetic patients. *Dig Dis Sci* 1994; **39**: 109–115.
- 33 Couturier O, Bodet-Milin C, Querellou S, Carlier T, Turzo A, Bizais Y. Gastric scintigraphy with a liquid–solid radiolabelled meal: performances of solid and liquid parameters: *Nucl Med Commun* 2004; **25**: 1143–1150.
- 34 Camilleri M, Iturrino J, Bharucha AE, Burton D, Shin A, Jeong I-D *et al*. Performance characteristics of scintigraphic measurement of gastric emptying of solids in healthy participants: Variation of gastric emptying in health. *Neurogastroenterol Motil* 2012; **24**: 1076-e562.
- 35 Datz FL, Christian PE, Moore J. Gender-related differences in gastric emptying. *J Nucl Med* 1987; **28**: 1204–1207.
- 36 Tougas G, Abrahamsson H, Hocking MP, Koch KL, Chen Y, Huizinga JD *et al*. Assessment of Gastric Emptying Using a Low Fat Meal: Establishment of International Control Values. 2000; **95**: 7.
- 37 Abell TL, Camilleri M, Donohoe K, Hasler WL, Lin HC, Maurer AH *et al*. Consensus Recommendations for Gastric Emptying Scintigraphy: A Joint Report of the American Neurogastroenterology and Motility Society and the Society of Nuclear Medicine. *J Nucl Med Technol* 2008; **36**: 44–54.
- 38 Camilleri M, Shin A. Novel and Validated Approaches for Gastric Emptying Scintigraphy in Patients with Suspected Gastroparesis. *Dig Dis Sci* 2013; **58**: 1813–1815.
- 39 Camilleri M, Colemont LJ, Phillips SF, Brown ML, Thomforde GM, Chapman N *et al*. Human gastric emptying and colonic filling of solids characterized by a new method. *Am J Physiol-Gastrointest Liver Physiol* 1989; **257**: G284–G290.
- 40 Camilleri M, Zinsmeister AR, Greydanus MP, Brown ML, Proano M. Towards a less costly but accurate test of gastric emptying and small bowel transit. *Dig Dis Sci* 1991; **36**: 609–615.
- 41 Thomforde GM, Camilleri M, Phillips SF, Forstrom LA. Evaluation of an inexpensive screening scintigraphic test of gastric emptying. *J Nucl Med Off Publ Soc Nucl Med* 1995; **36**: 93–96.
- 42 Cremonini F, Mullan BP, Camilleri M, Burton DD, Rank MR. Performance characteristics of scintigraphic transit measurements for studies of experimental therapies. *Aliment Pharmacol Ther* 2002; **16**: 1781–1790.
- 43 Solnes LB, Sheikhabaei S, Ziessman HA. EnsurePlus as an Alternative to the Standardized Egg Gastric-Emptying Meal: *Clin Nucl Med* 2019; **44**: 459–461.

- 44 Sachdeva P, Kantor S, Knight LC, Maurer AH, Fisher RS, Parkman HP. Use of a High Caloric Liquid Meal as an Alternative to a Solid Meal for Gastric Emptying Scintigraphy. *Dig Dis Sci* 2013; **58**: 2001–2006.
- 45 Notghi A, Hansrod S. National survey of gastric emptying studies in the UK: *Nucl Med Commun* 2018; **39**: 881–886.
- 46 Hansrod S, James G, Notghi A, Croasdale J, O'Brien J, Thomson WH. Gastric emptying: methodology and normal ranges for two commonly used meals in the UK. *Nucl Med Commun* 2020; **41**: 636–650.
- 47 Orthey P, Yu D, Van Natta ML, Ramsey FV, Diaz JR, Bennett PA *et al*. Intra-gastric Meal Distribution During Gastric Emptying Scintigraphy for Assessment of Fundic Accommodation: Correlation with Symptoms of Gastroparesis. *J Nucl Med* 2018; **59**: 691–697.
- 48 Orthey P, Dadparvar S, Parkman HP, Maurer AH. Enhanced Gastric Emptying Scintigraphy to Assess Fundic Accommodation Using Intra-gastric Meal Distribution and Antral Contractility. *J Nucl Med Technol* 2019; **47**: 138–143.
- 49 Ora M, Nazar A, Parashar A, Kheruka S, Gambhir S. Gastric emptying scintigraphy: Beyond numbers – An observational study to differentiate between various etiologies and a step toward personalized management. *Indian J Nucl Med* 2019; **34**: 194.
- 50 Colletti PM. Using Intra-gastric Meal Distribution and Antral Contractility for Enhanced Gastric Emptying Analysis. *J Nucl Med Technol* 2019; **47**: 137–137.
- 51 Vasavid P, Chaiwatanarat T, Pusuwan P, Sritara C, Roysri K, Namwongprom S *et al*. Normal Solid Gastric Emptying Values Measured by Scintigraphy Using Asian-style Meal: A Multicenter Study in Healthy Volunteers. *J Neurogastroenterol Motil* 2014; **20**: 371–378.
- 52 Somasundaram VH, Subramanyam P, Palaniswamy SS. A gluten-free vegan meal for gastric emptying scintigraphy: establishment of reference values and its utilization in the evaluation of diabetic gastroparesis. *Clin Nucl Med* 2014; **39**: 960–965.
- 53 Garrigue P, Bodin-Hullin A, Gonzalez S, Sala Q, Guillet B. An Alternate, Egg-Free Radiolabeled Meal Formulation for Gastric-Emptying Scintigraphy: *Clin Nucl Med* 2017; **42**: 540–541.
- 54 Ziessman HA, Chander A, Clarke JO, Ramos A, L.Wahl R. The added diagnostic value of liquid gastric emptying compared with solid emptying alone. *J Nucl Med* 2009; **50**: 726–731.
- 55 Sachdeva P, Malhotra N, Pathikonda M, Khayyam U, Fisher RS, Maurer AH *et al*. Gastric Emptying of Solids and Liquids for Evaluation for Gastroparesis. *Dig Dis Sci* 2011; **56**: 1138–1146.
- 56 Ziessman HA, Okolo PI, Chander A. Liquid Gastric Emptying is Often Abnormal When Solid Emptying is Normal. *J Clin Gastroenterol* 2009; **43**: 5.

- 57 Okabe T, Terashima H, Sakamoto A. Determinants of liquid gastric emptying: comparisons between milk and isocalorically adjusted clear fluids. *Br J Anaesth* 2015; **114**: 77–82.
- 58 Farrell MB, Costello M, McKee J-LD, Gordon LL, Fig LM. Compliance with Gastric-Emptying Scintigraphy Guidelines: An Analysis of the Intersocietal Accreditation Commission Database. *J Nucl Med Technol* 2017; **45**: 6–13.
- 59 Moore JG, Datz FL, Christian PE, Greenberg E, Alazraki N. Effect of body posture on radionuclide measurements of gastric emptying. *Dig Dis Sci* 1988; **33**: 1592–1595.

THÈSE SOUTENUE PAR : Valentin RUGGERI

TITRE :

LA SCINTIGRAPHIE DE VIDANGE GASTRIQUE : QUELS ALIMENTS, QUELLES BOISSONS ?

CONCLUSION :

La scintigraphie de vidange gastrique, utilisée depuis plusieurs décennies pour explorer les troubles de la motricité gastrique, présente toutefois l'inconvénient d'être encore mal standardisée, notamment concernant le repas radiomarqué proposé aux patients pour évaluer la capacité de leur estomac à se vidanger correctement.

Une analyse de la littérature scientifique sur le sujet montre qu'il existe de nombreux protocoles, utilisant une multitude d'aliments différents, mais qu'ils sont souvent validés à l'aide de cohortes réduites, ne contenant souvent que des individus sains et ne présentant généralement pas d'analyse intra-individuelle.

Une enquête nationale menée auprès des centres de médecine nucléaire permet de constater qu'il existe encore une très grande variabilité des pratiques, malgré l'existence de recommandations nationales et internationales, avec un fréquent recours à des protocoles locaux.

Un effort d'harmonisation des pratiques apparaît nécessaire dans ce contexte.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le : 14 octobre 2021

LE DOYEN

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Pr Patrice MORAND
Pour le Président
et par délégation
Le Doyen de Médecine
Pr. Patrice MORAND



Pr Bruno BONAZ



Le serment d'Hippocrate

Texte revu par l'Ordre des médecins en 2012

“ **Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.**

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

”

Annexe : le questionnaire.

Questionnaire

Scintigraphie de vidange gastrique chez l'adulte

Selon les questions, vous pourrez soit remplir la boîte de texte, soit cocher une ou plusieurs cases.

Quel est votre centre de médecine nucléaire ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Réalisez-vous des scintigraphies de vidanges gastriques ?

Oui

Non

→ Si oui, passez à la suite.

→ Si non, vous pouvez enregistrer ce document et nous le renvoyer.

Combien de patients en moyenne bénéficient d'une scintigraphie de vidange gastrique chaque mois ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelles en sont les principales indications dans votre centre ?

Si possible, fournissez une estimation de leurs proportions respectives.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel est approximativement la proportion d'examens pathologiques ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Parmi les suivants, quel protocole utilisez-vous habituellement ? Maintenez la touche contrôle appuyée et cliquez sur le lien correspondant.

Un repas semi-solide est considéré comme solide.

[Vidange des solides et des liquides](#)

[Vidange des solides uniquement](#)

[Vidange des liquides uniquement](#)

Vidanges des solides et des liquides.

Quel protocole utilisez-vous ?

- Solides et liquides systématiquement
- Solides systématiquement mais liquides selon les cas
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Si vous ne faites pas systématiquement de vidange des liquides, quelles en sont les indications ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Pratiquez-vous les vidanges des solides et des liquides :

- Simultanément
- À la suite mais le même jour
- Sur deux jours

Quand est réalisé l'examen ?

- Le matin uniquement
- L'après-midi uniquement
- À n'importe quel moment de la journée

Depuis combien de temps le patient doit-il être à jeun avant l'examen ?

- 2 h
- 4 h
- 6 h
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quels radiotraceurs utilisez-vous pour le marquage des solides ?

- ^{99m}Tc -phytates (Phytacis)
- ^{99m}Tc -sulfure de rhénium colloïdal (Nanocis)
- ^{99m}Tc -nanocolloïde d'albumine humaine (Nanocoll, ROTOP-NanoHSA)
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Selon quels critères se fait le choix du radiotraceur ?

- Utilisation d'un traceur ne nécessitant pas de traçabilité des médicaments dérivés du sang.
- Utilisation de n'importe quel traceur, selon les autres types d'examens réalisés le même jour.
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle activité utilisez-vous habituellement pour le marquage des solides (en MBq) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel aliment utilisez-vous habituellement pour le marquage des solides ?

- Œuf entier
- Blanc d'œuf
- Foie
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle quantité de cet aliment solide utilisez-vous (si possible en gramme) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle partie de l'aliment est marqué ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel est le mode de cuisson ?

- Au four à micro-ondes
- À la poêle
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Le marquage est fait :

- Séparément pour chaque patient
- Pour plusieurs ou tous les patients à la fois

En cas d'allergie ou d'impossibilité à utiliser cet aliment, quel autre aliment utilisez-vous pour ce marquage ?

Indiquez les quantités et le mode de préparation et de marquage.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quels autres éventuels aliments solides utilisez-vous en plus du produit marqué pour le repas ?

Précisez les quantités (si possible en grammes).

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quels radiotraceurs utilisez-vous pour le marquage des liquides ?

- ^{111}In -DTPA
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle boisson utilisez-vous pour le marquage ?

- Eau
- Jus d'orange
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel volume de ce liquide utilisez-vous (si possible en ml) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle activité utilisez-vous habituellement pour le marquage des liquides (en MBq) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelles éventuelles autres boissons utilisez-vous en plus de la boisson marquée ?

Précisez le volume.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

En combien de temps le repas doit-il être pris ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Si les deux examens sont réalisés en même temps, à quel moment est prise la boisson marquée par rapport repas solide ?

- En même temps
- Juste après
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

➔ [Pour passer à la suite, cliquez ici tout en appuyant sur la touche contrôle.](#)

Vidange des solides uniquement

Quand est réalisé l'examen ?

- Le matin uniquement
- L'après-midi uniquement
- À n'importe quel moment de la journée

Depuis combien de temps le patient doit-il être à jeun avant l'examen ?

- 2 h
- 4 h
- 6 h
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quels radiotraceurs utilisez-vous pour le marquage ?

- ^{99m}Tc -sulfure de rhénium colloïdal (Nanocis)
- ^{99m}Tc -nanocolloïde d'albumine humaine (Nanocoll, ROTOP-NanoHSA)
- ^{99m}Tc -phytates (Phytacis)
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Selon quels critères se fait le choix du radiotraceur ?

- Utilisation d'un traceur ne nécessitant pas de traçabilité des médicaments dérivés du sang.
- Utilisation de n'importe quel traceur, selon les autres types d'examens réalisés le même jour.
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle activité utilisez-vous habituellement pour le marquage des solides (en MBq) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel aliment utilisez-vous habituellement pour le marquage ?

- Œuf entier
- Blanc d'œuf
- Foie
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle quantité de cet aliment solide utilisez-vous (si possible en gramme) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle partie de l'aliment est marqué ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel est le mode de cuisson ?

- Au four à micro-ondes
- À la poêle
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Le marquage est fait :

- Séparément pour chaque patient
- Pour plusieurs ou tous les patients à la fois

En cas d'allergie ou d'impossibilité à utiliser cet aliment, quel autre aliment utilisez-vous pour ce marquage ?

Indiquez les quantités et le mode de préparation et de marquage.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quels autres éventuels aliments solides utilisez-vous en plus du produit marqué pour le repas ?

Précisez les quantités (si possible en grammes).

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelles boissons utilisez-vous en plus des aliments solides ?

Précisez le volume.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

En combien de temps le repas doit-il être pris ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

→ [Pour passer à la suite, cliquez ici tout en appuyant sur la touche contrôle.](#)

Vidange des liquides uniquement

Quand est réalisé l'examen ?

- Le matin uniquement
- L'après-midi uniquement
- À n'importe quel moment de la journée

Depuis combien de temps le patient doit-il être à jeun avant l'examen ?

- 2 h
- 4 h
- 6 h
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quels radiotraceurs utilisez-vous pour le marquage ?

- ^{111}In -DTPA
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle activité utilisez-vous habituellement pour le marquage (en MBq) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle boisson utilisez-vous pour le marquage ?

- Eau
- Jus d'orange
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel volume de ce liquide utilisez-vous (si possible en ml) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelles éventuelles autres boissons utilisez-vous en plus de la boisson marquée ?

Précisez le volume.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

→ [Pour passer à la suite, cliquez ici tout en appuyant sur la touche contrôle.](#)

Analyse des images

Combien de temps après la prise du repas commencent les acquisitions ?

- 10 minutes après le début du repas
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Réalisez-vous des images dynamiques ? **Oui** **Non**

Si oui, dans quels cas et pendant combien de temps ?

- Uniquement pour la vidange des liquides
- Pour les solides et les liquides
- Pendant la 1^{re} heure
- Tout au long de l'examen
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Si possible, précisez le protocole d'acquisition dynamique :

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Réalisez-vous des images statiques ? **Oui** **Non**

Si oui, quelle en est la fréquence d'acquisition ?

- Toutes les 10 minutes
- Toutes les 20 minutes
- Toutes les heures
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle est la durée de chaque acquisition statique (en minutes) ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle est la durée totale de l'examen ?

- 2 heures
- 3 heures
- 4 heures
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quel collimateur utilisez-vous ?

- Basse énergie, haute résolution (LEHR)
- Basse énergie, haute efficacité (MEAP)
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Comment le patient est-il installé habituellement pour la réalisation des images ?

- Debout
- Assis
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Le patient a-t-il des consignes entre les différentes acquisitions ?

- Aucune consigne particulière
- Autorisation de marcher
- Autorisation de s'allonger
- Obligation à rester assis
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelle matrice utilisez-vous ?

- 64 × 64
- 128 × 128
- 256 × 256
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelles vues utilisez-vous ?

- Antérieure uniquement
- Postérieure uniquement
- Antérieure et postérieure
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Cochez les pratiques classiquement utilisées dans votre centre :

- Utilisation d'un zoom
- Utilisation d'une moyenne géométrique
- Utilisation d'une méthode de correction des images
- Autres techniques notables : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quels paramètres sont extraits ?

- Taux de rétention à 3 h
- Taux de rétention à 4 h
- Temps de demi-évacuation ($T_{1/2}$)
- Lag-phase
- Autre : Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Quelles sont les valeurs normales que vous utilisez ?

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Réalisez-vous, en plus des images de vidanges gastriques, des images de transit intestinal ou colique ?

Si oui, précisez les indications et les modalités d'acquisition.

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Le questionnaire est terminé. Vous pouvez l'enregistrer et nous le renvoyer.
Merci de votre participation.