ÉVALUATIONS TOMODENSITOMÉTRIQUES QUI ATTEIGNENT 100 MSV : SONT-ELLES CLINIQUEMENT JUSTIFIÉES?

Intissar Hagouch et Ariane-Sophie Painchaud-Bouchard (R3)
Sous la supervision Moulay Ali Nassiri, PhD

Département de radiologie diagnostique
Université de Sherbrooke
Journée scientifique 30 octobre 2024

Plan de la présentation

- Contexte
- Population étudiée
- Objectifs
- Collecte de données
- Analyses
- Résultats
- Conclusion

CONTEXTE

Contexte

- Augmentation de l'utilisation des tomodensitométries
- Commission internationale de protection radiologique : ALARA et NRD
- Surveillance dans notre centre par Nexodose
  - CTDI, DPL et dose efficace
  - Niveaux de référence diagnostique
- Nexodose : plateforme de surveillance

NEXO[DOSE]®
Multi-Modality Radiation Informatics

NRD local de CIUSSS de l'Estrie – CHUS

- Les indicateurs de doses du CIUSSS de l'Estrie-CHUS sont comparables à ceux des États-Unis et du Canada, mais ils sont supérieurs à ceux des pays de l'Union européenne et de l'Australie.

- Pourquoi ?
  - Est-ce que ces observations s'expliquent par les instances de suivi et l'évaluation des doses aux patients actuelles ?

- Autre préoccupation
  - Les évaluations abdomino-pelviennes dépassent les normes.

Table 4
DRLs and 50th percentile values comparison between this study and several international DRLs.

	75th percentile [50th percentile]					
	Head		**Chest**		**Abdomen-Pelvic**	
	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy.cm)	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy.cm)	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy.cm)
This study (2021)	65.6 [57.7]	1149 [997]	9.6 [6.3]	374 [243]	14.6 [10.1]	1059 [662]
Canada (2016) [47]	79.1 [71.7]	1302 [1044]	14.1 [9.5]	521 [362]	18.1 [12.8]	874 [609]
Ontario (2017) [48]	74.2 [60.1]	1357 [10511]	–	–	15.8 [11.7]	816 [589]
France (2019) [49]	46.0 [40.0]	850 [725]	9.5 [7.5]	350 [275]	13 [11]	626 [525]
USA* (2017) [50]	57.0 [49.0]	1011 [849]	15.4 [10]	566 [358]	19.4 [13]	998 [631]
UK (2019) [42]	60.0 [56.0]	970 [896]	12.0 [9.1]	350 [296]	15 [–]	745[–]
AU (2018) [51]	52.0 [43.0]	880 [770]	10.0 [7.7]	390 [300]	13 [9.8]	940 [740]
Belgium	50	800	8	260	8.5	800

N. Moghadam et al. EJR 142 (2021) 109861

OBJECTIFS

Objectifs

- Identifier le ou les différents facteurs causaux responsables des doses efficaces dépassant 100 mSv lors des examens tomodensitométriques abdomino-pelviens.
- Développer des recommandations et des stratégies d'optimisation pour réduire l'exposition aux rayonnements tout en maintenant la qualité diagnostique des images.
- Dresser un portrait général de l'utilisation des tomodensitométries.

MÉTHODOLOGIE

COLLECTE DE DONNÉES

Population étudiée

Population 1

Tous les patients ayant reçus un examen tomodensitométrique à l'Hotel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023

Population 2

Tous les patients ayant reçus un examen tomodensitométrique abdomino-pelvien à l'Hotel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023 pour lequel la dose effective calculée dépasse les 100 mSV

Population 3

Patients, échantillonnés de façon aléatoire, ayant reçus un examen tomodensitométrique abdomino-pelvien à l'Hôtel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023 pour lequel la dose effective calculée est de moins de 100 mSV

Collecte de données

Population 1

Automatique par le logiciel Nexodose

Données de base pour statistiques générales:

- Âge du patient
- Sexe
- Type d'examen par région anatomique
- Dose efficace, PDL, CDTL
- Installation (Hôtel-Dieu versus Fleurimont)
- Scanner
- Dimensions du patient

NEXO[DOSE]®
Multi-Modality Radiation Informatics

Population étudiée

Population 1

Tous les patients ayant reçus un examen tomodensitométrique à l'Hotel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023

Population 2

Tous les patients ayant reçus un examen tomodensitométrique abdomino-pelvien à l'Hotel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023 pour lequel la dose effective calculée dépasse les 100 mSV

Population 3

Patients, échantillonnés de façon aléatoire, ayant reçus un examen tomodensitométrique abdomino-pelvien à l'Hôtel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023 pour lequel la dose effective calculée est de moins de 100 mSV

Collecte de données

Population 2

- Révision des dossiers de chaque patient ayant subi un scan AP dépassant plus de 100msv
- Tous les dossiers ont été révisé indépendamment par les deux résidents
- Révision par la suite des résultats discordants

Population étudiée

Population 1

Tous les patients ayant reçus un examen tomodensitométrique à l'Hotel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023

Population 2

Tous les patients ayant reçus un examen tomodensitométrique abdomino-pelvien à l'Hotel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023 pour lequel la dose effective calculée dépasse les 100 mSV

Population 3

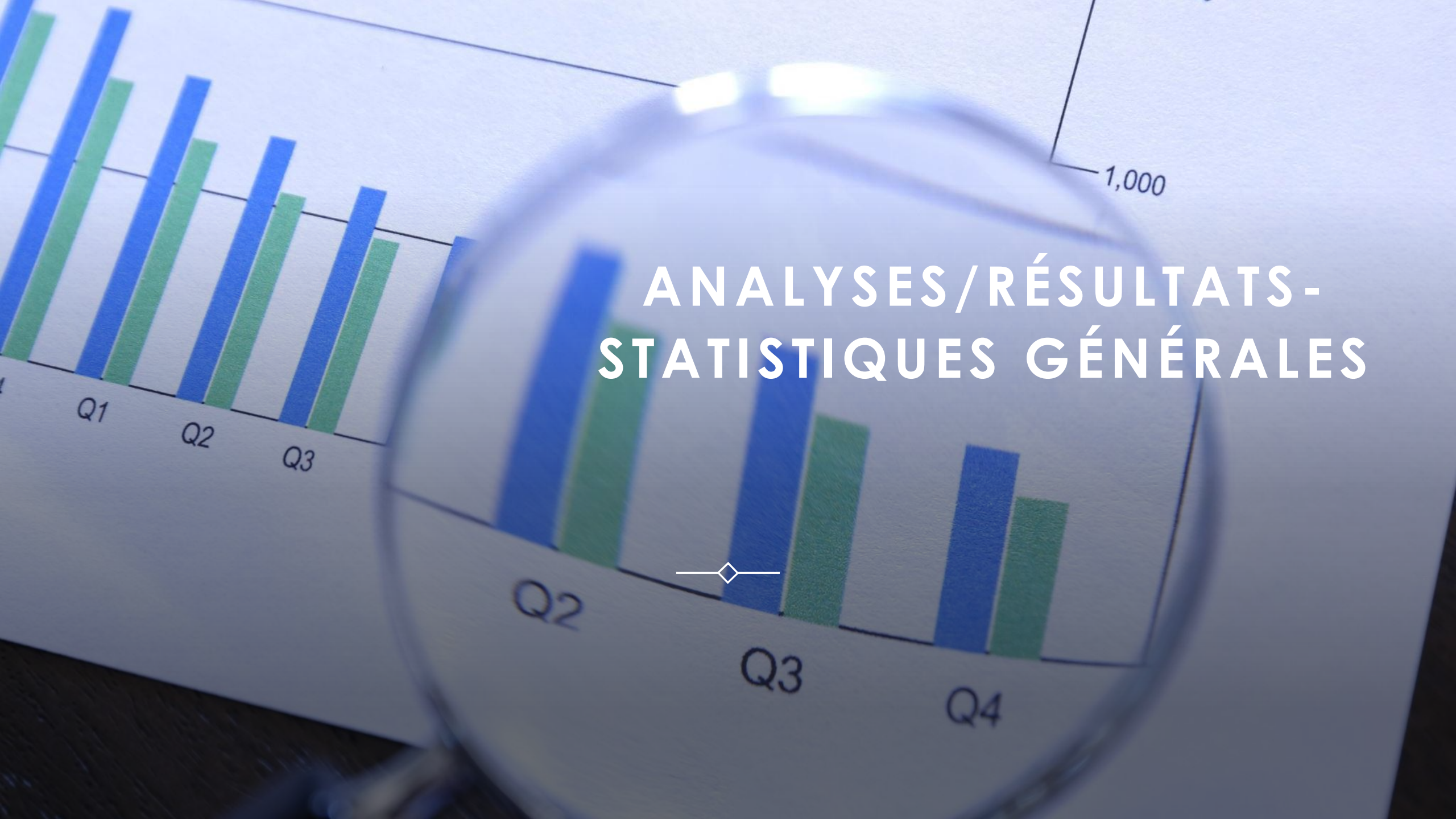
Patients, échantillonnés de façon aléatoire, ayant reçus un examen tomodensitométrique abdomino-pelvien à l'Hôtel Dieu de Sherbrooke et au CHUS Fleurimont entre novembre 2021 et décembre 2023 pour lequel la dose effective calculée est de moins de 100 mSV

Collecte de données

Population 3

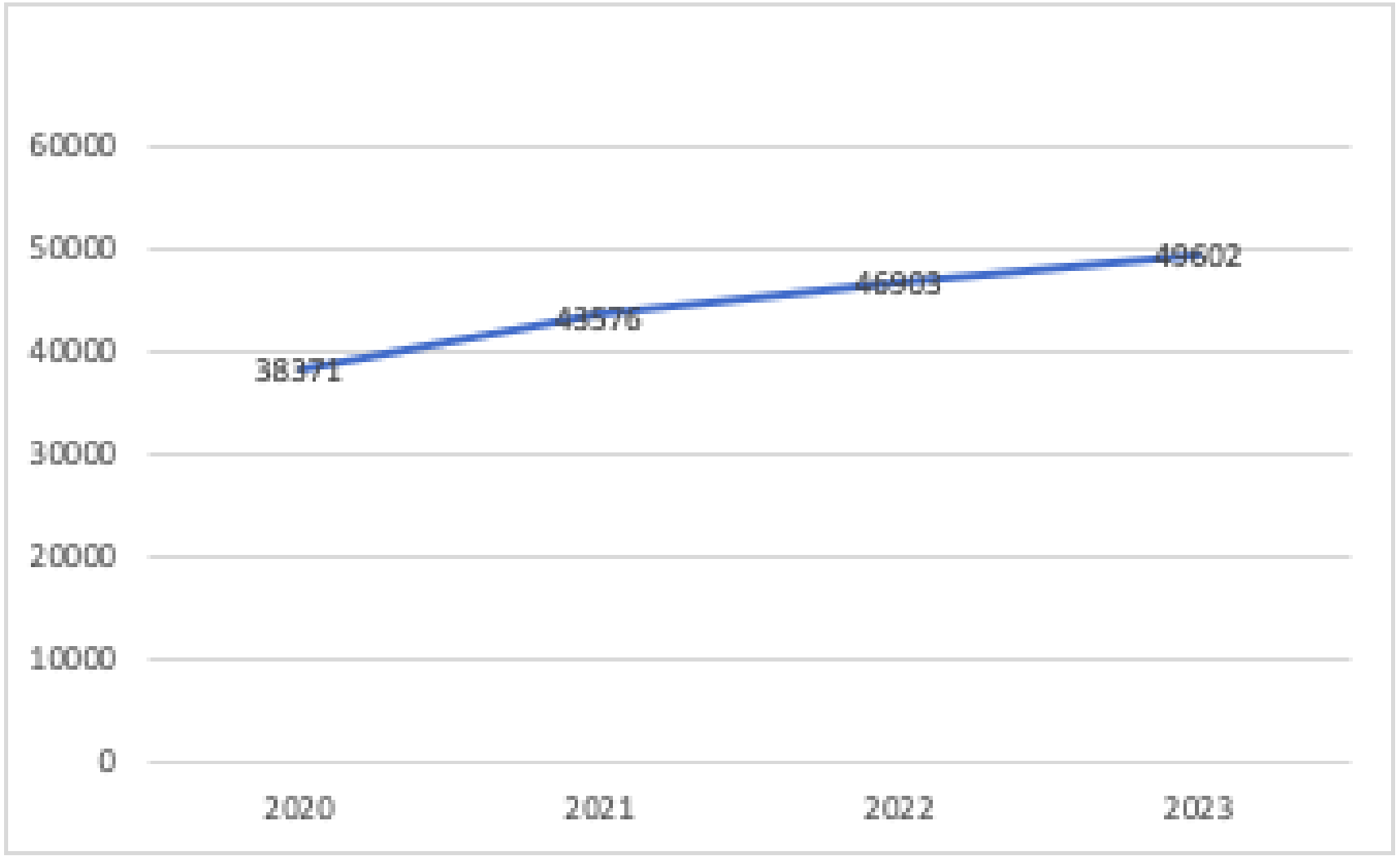
- Collecte de données sélectionnée de manière aléatoire dans la liste des patients ayant subi un CT scan abdominaux-pelvien entre 2021 et 2023 avec une dose <100msv pour comparaison avec la population 2

- Même méthodologie que la collecte de la population 2



ANALYSES/RÉSULTATS-STATISTIQUES GÉNÉRALES

Nombre d'évaluations TDM par année

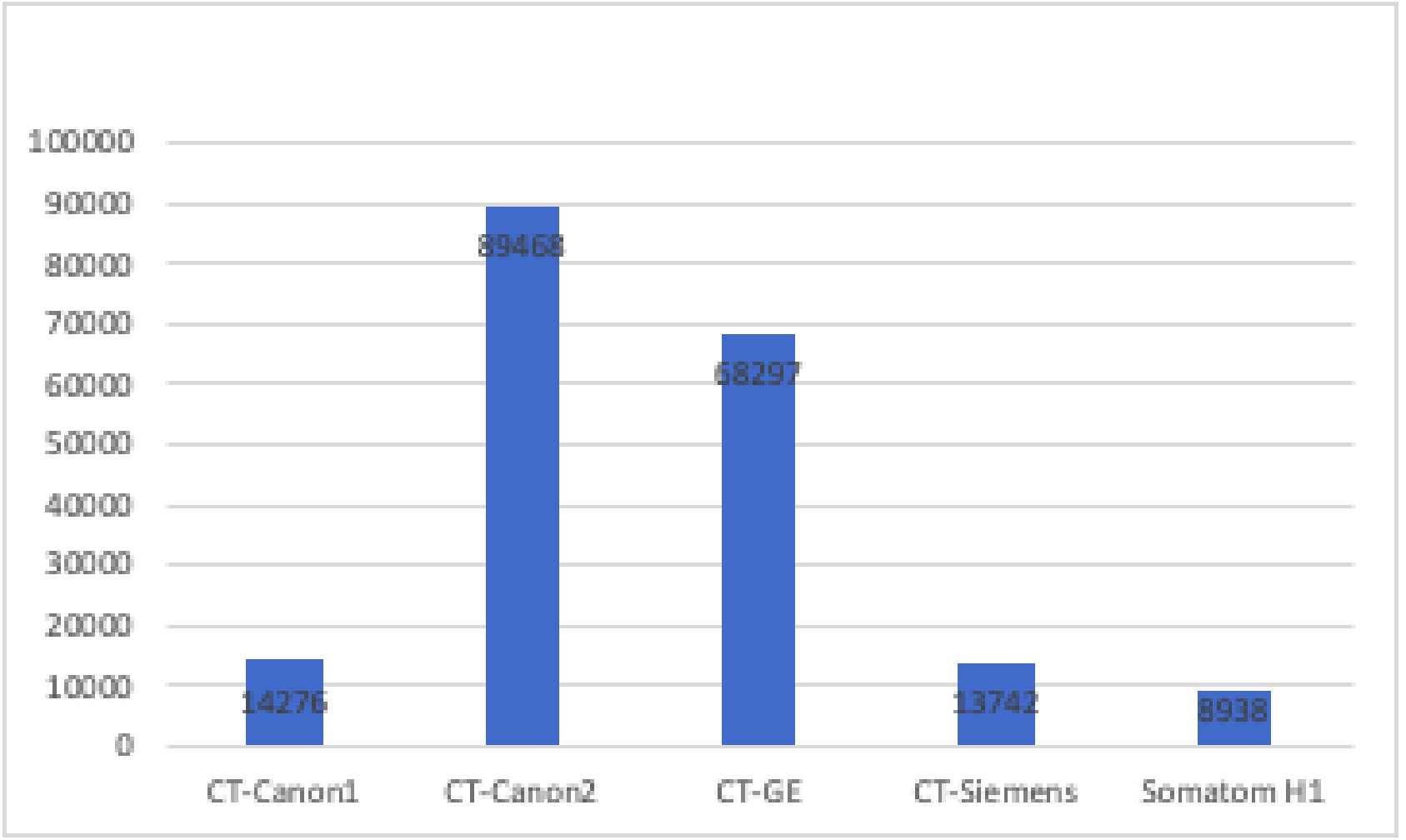


Scanners utilisés pendant l'étude

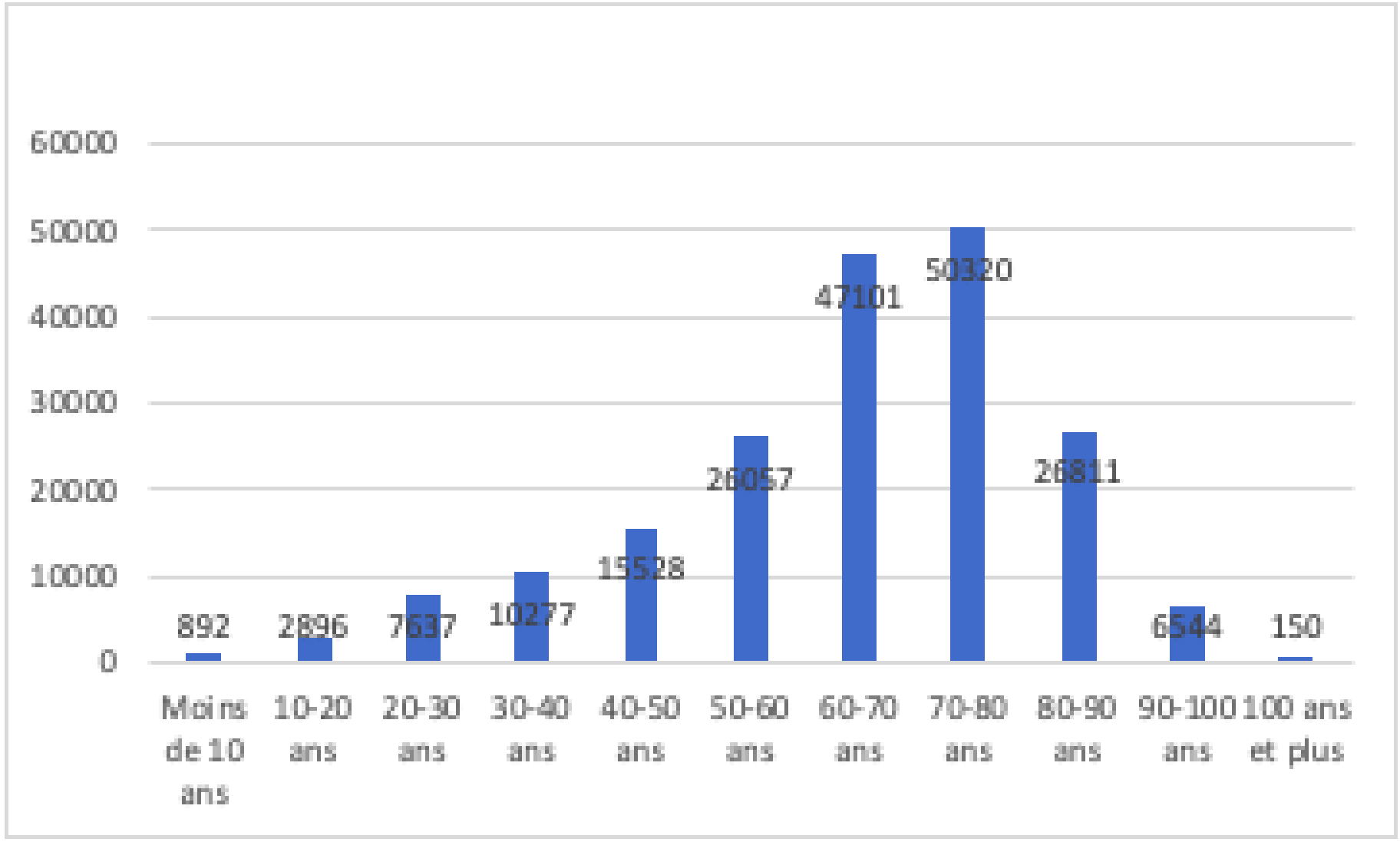
SITE	SCANNER	MODÈLE	INSTALLATION
Fleurimont	CT Canon 1	Acquilion Prime	mars-2018
Fleurimont	CT Canon 2	Acquilion One	oct-2009
Hôtel-Dieu	CT GE	LightSpeed VCT 64	juill-2009
Hôtel-Dieu	CT Siemens	Somatom Def. As +&	mai-2011
Hôtel-Dieu	Ct Somatom H1	Somatom Def. Edge	oct-2022

*** Modifications récentes des scanners actuels**

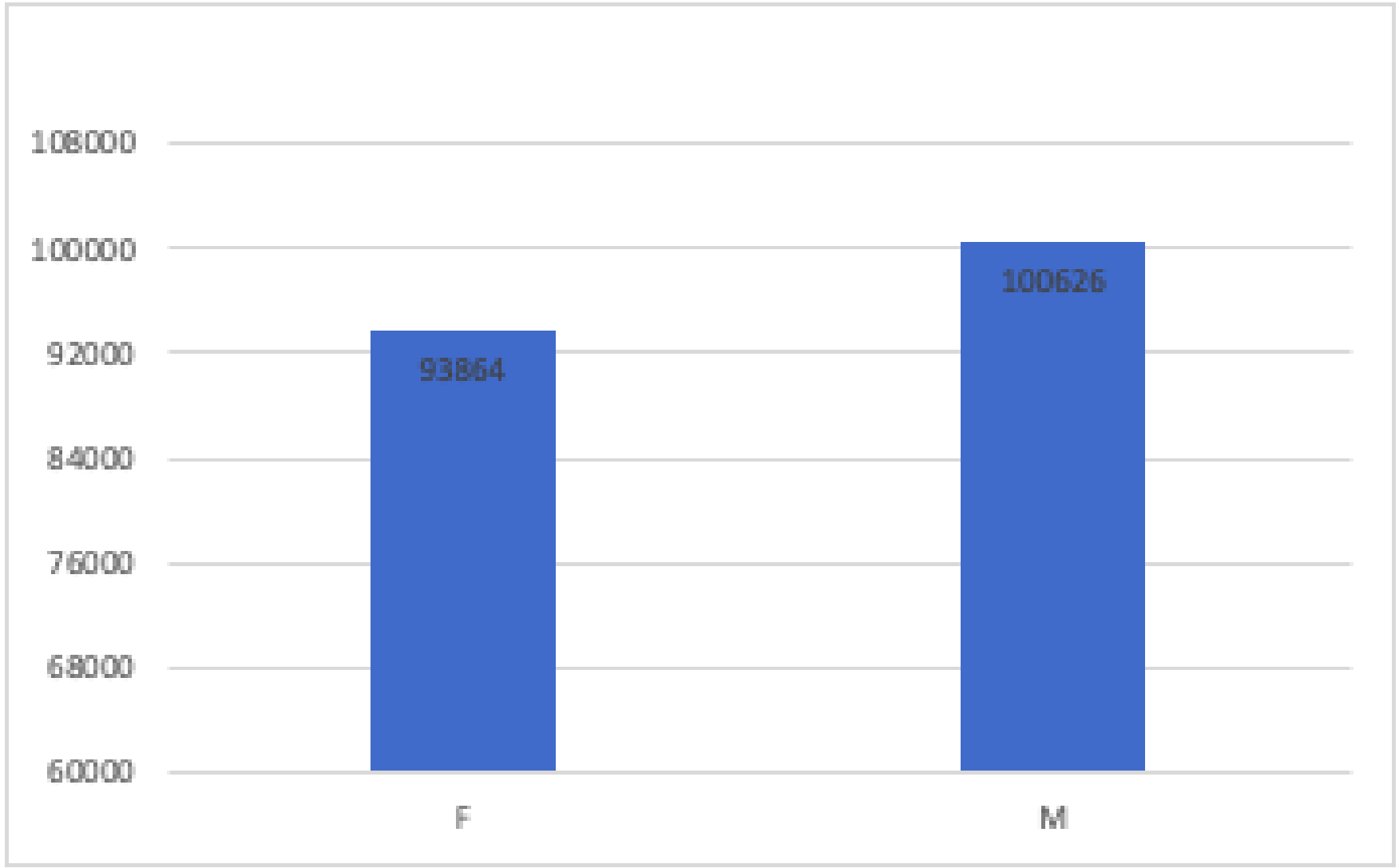
Nombres d'examens TDM par Scanner



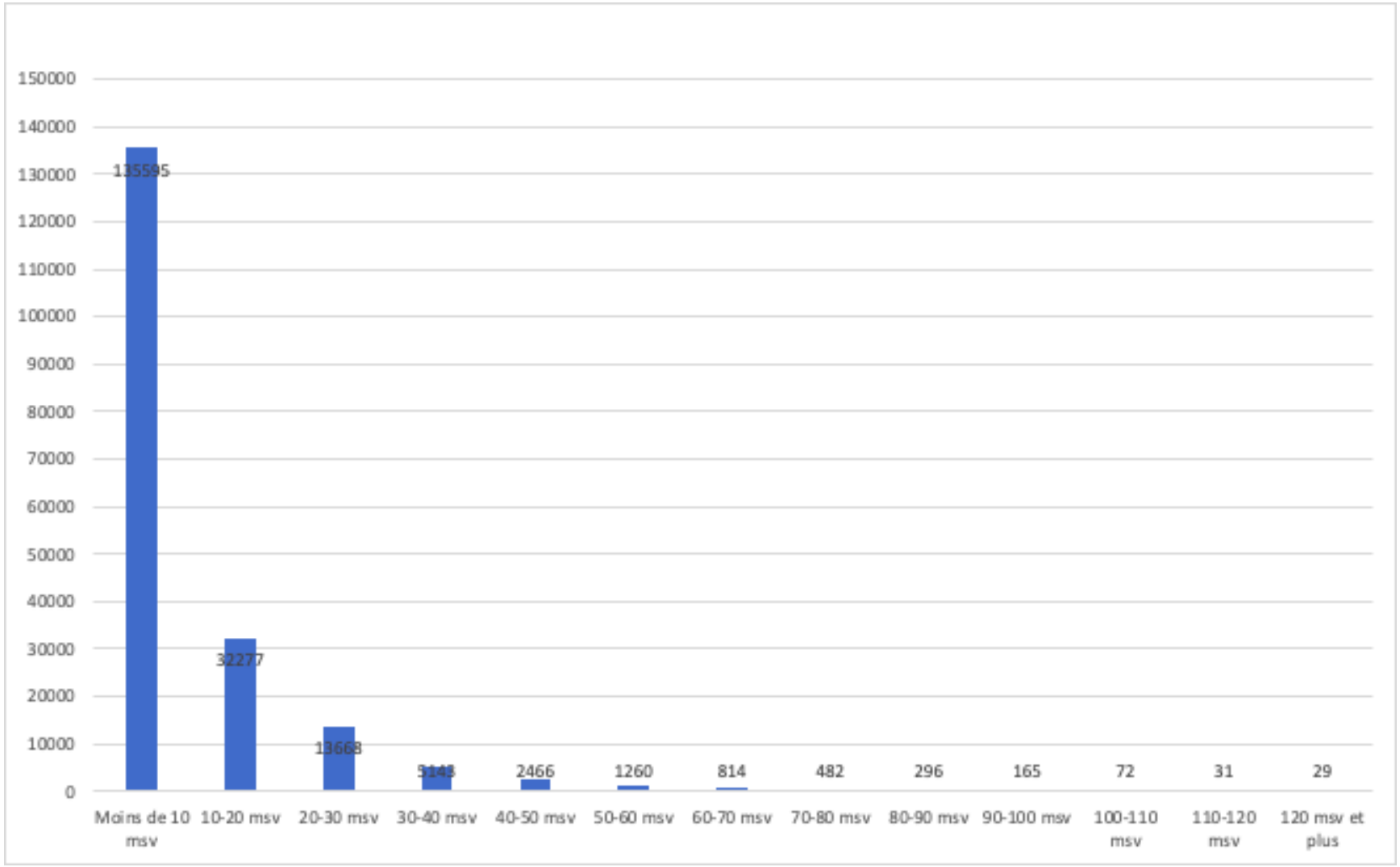
Nombres d'examen selon le groupe d'âge



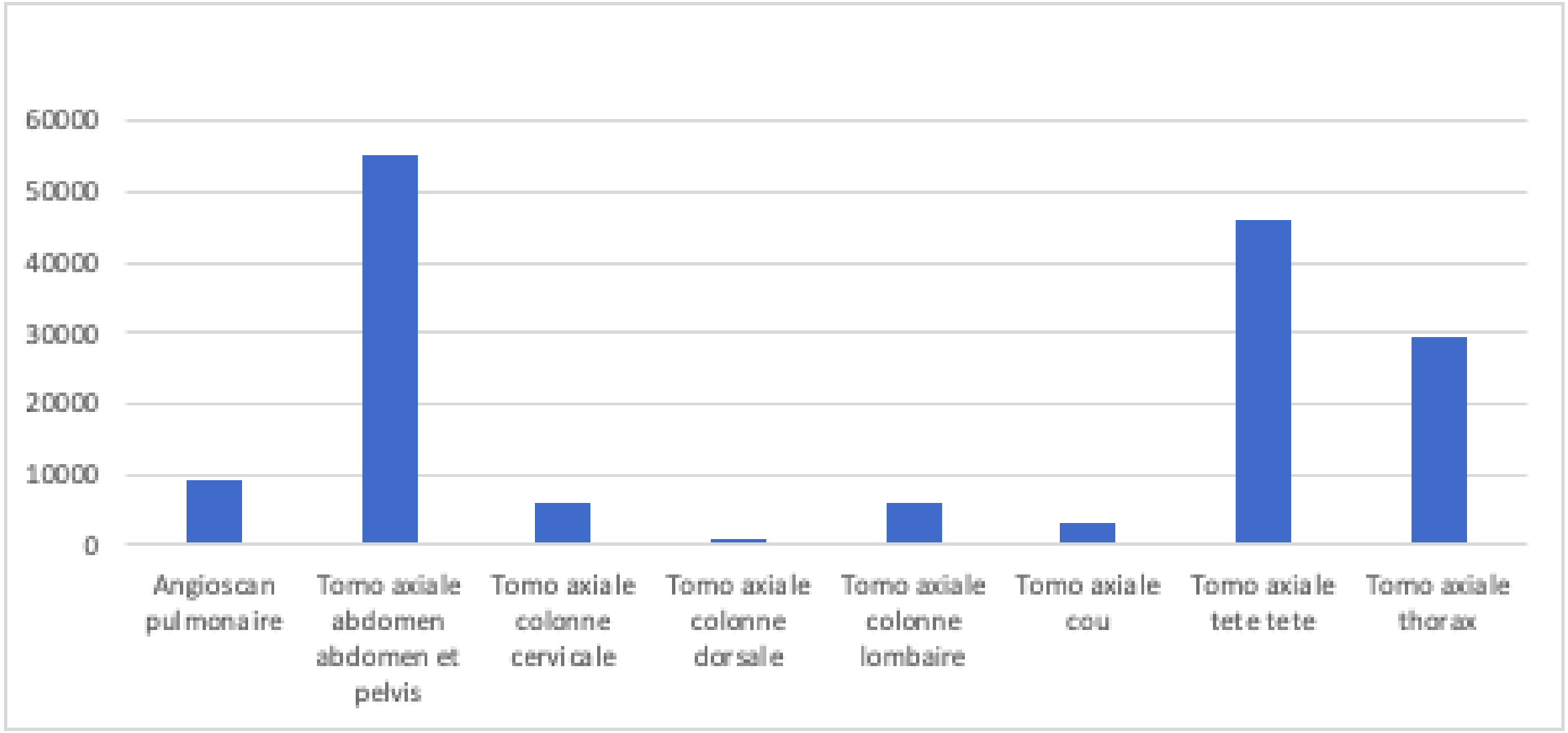
Nombres d'examen selon le sexe



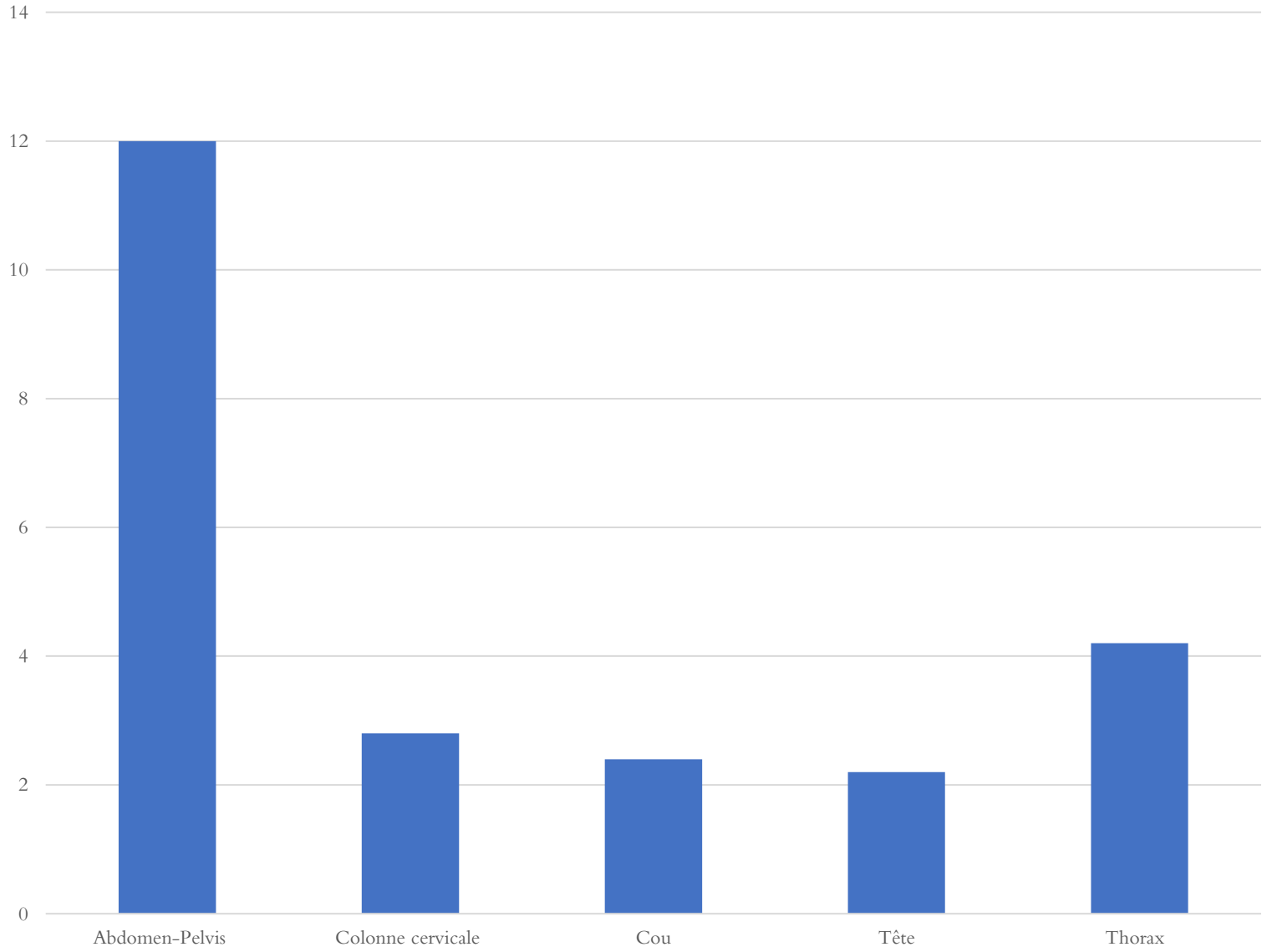
Nombres d'examen selon la dose efficace moyenne (mSv)



Distribution des examens effectués selon les différentes régions anatomiques

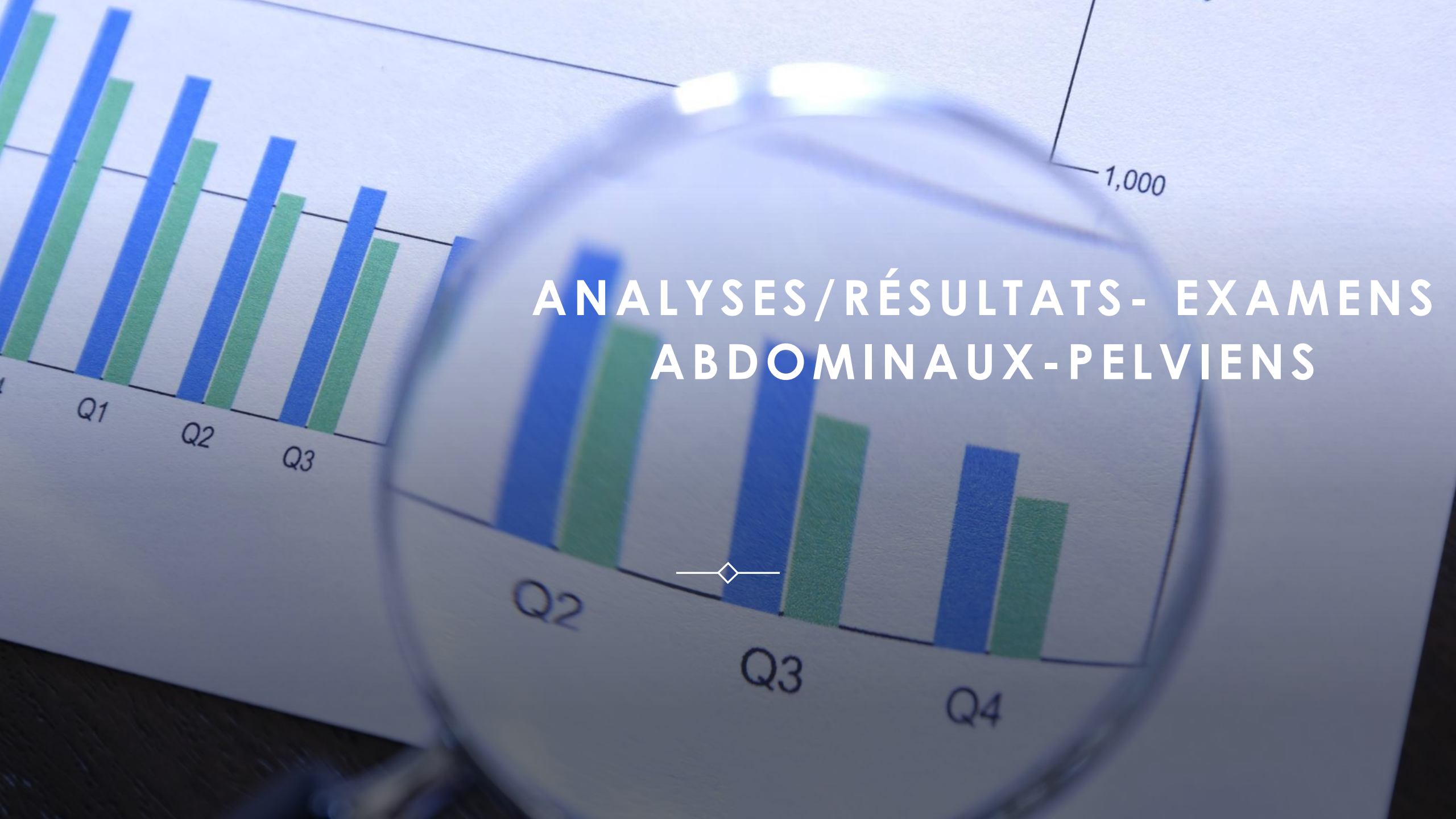


Doses efficaces médianes (mSv) selon les différentes régions anatomiques



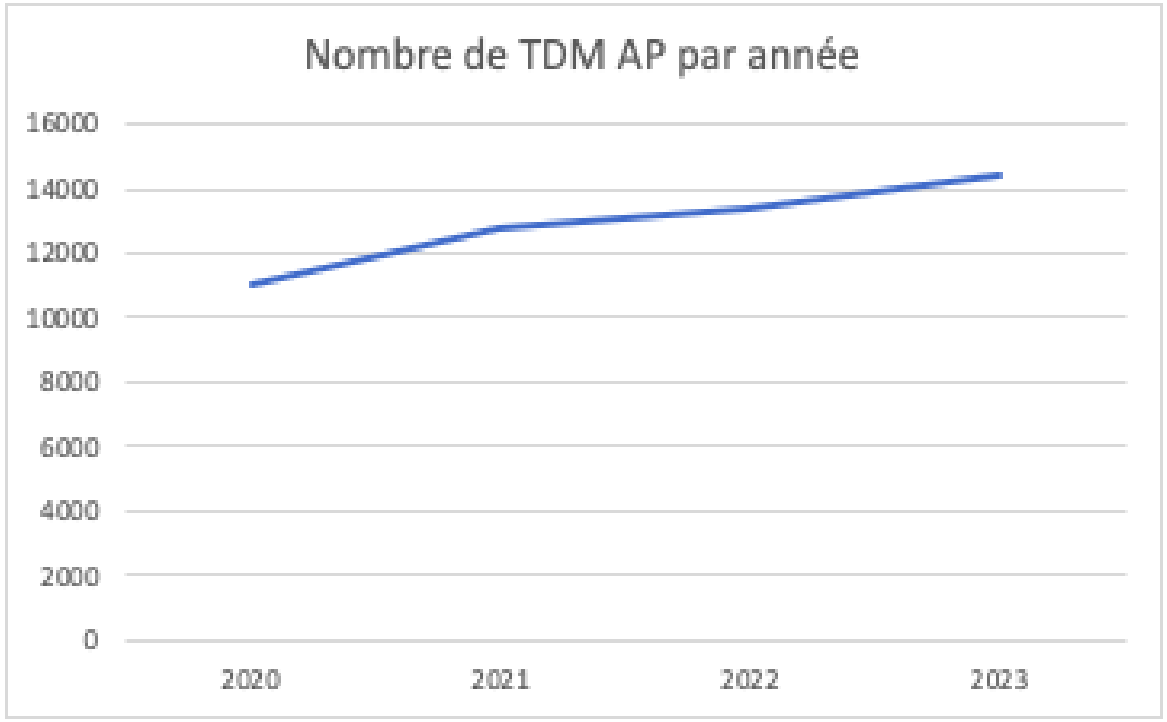
Comparaison dose efficace médiane (mSv) avec les niveaux de référence diagnostique selon la région anatomique

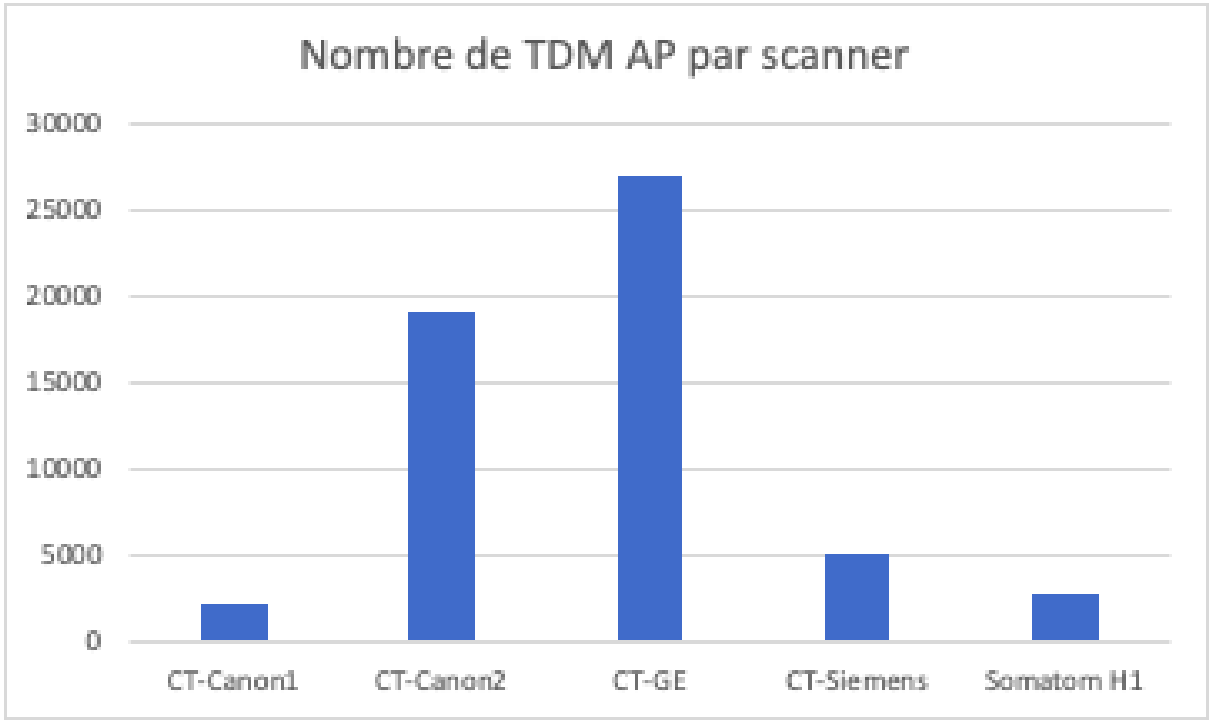
	Dose efficace médiane **de notre centre**	UNSCEAR	États-Unis	Australie	France
Tomo axiale abdomen abdomen et pelvis	**12.0**	10.3	8.4	6.3	5.4
Tomo axiale colonne cervicale	2.8	3.1	2.5		
Tomo axiale cou	2.7	2.8	2.3	1.9	
Tomo axiale tete tete	2.2	2.1	1.5	1.4	1.2
Tomo axiale thorax	4.3	3.8	5.6	4.7	3.2



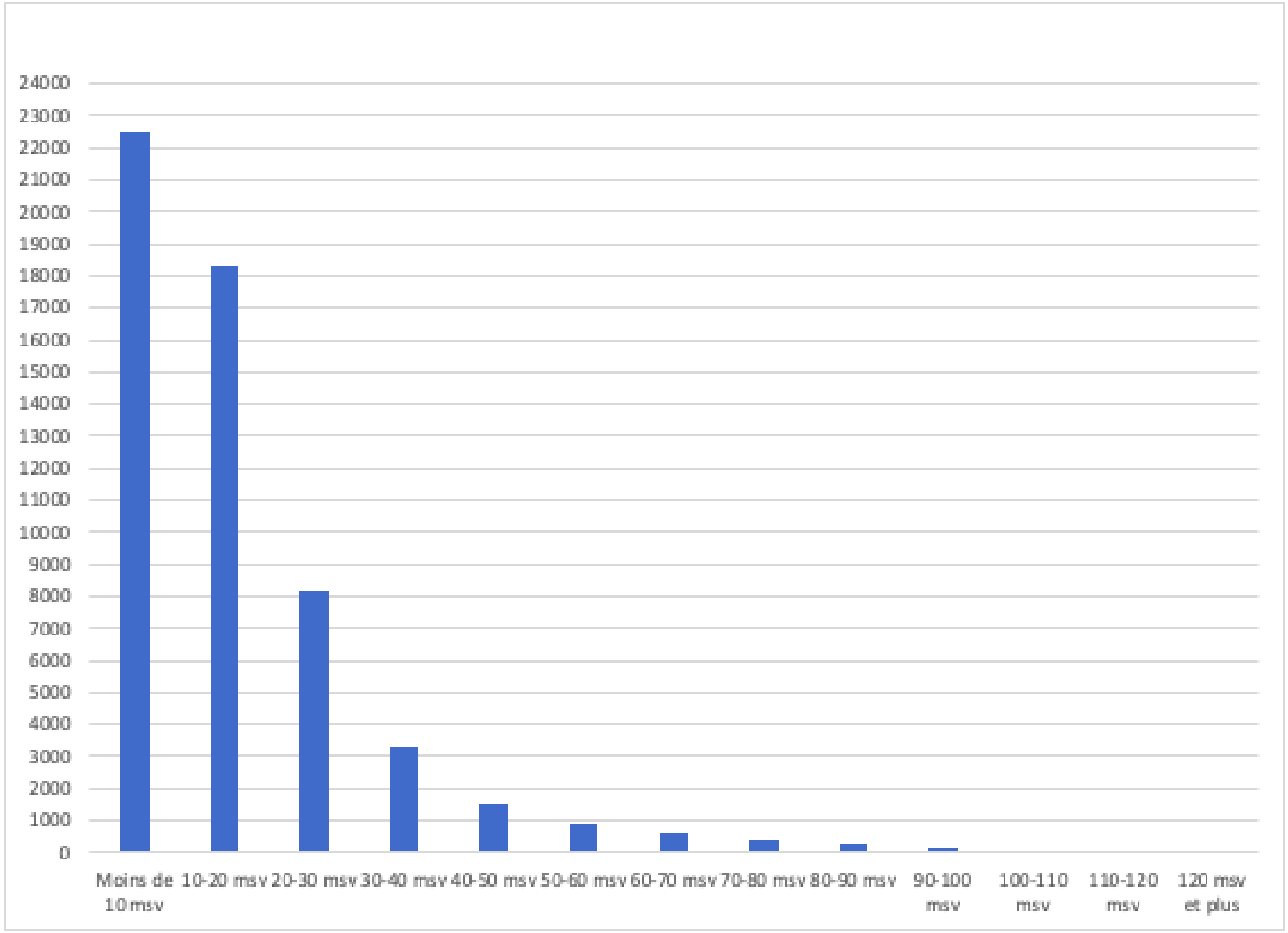
ANALYSES/RÉSULTATS- EXAMENS ABDOMINAUX-PELVIENS

Évaluations abdominopelviennes



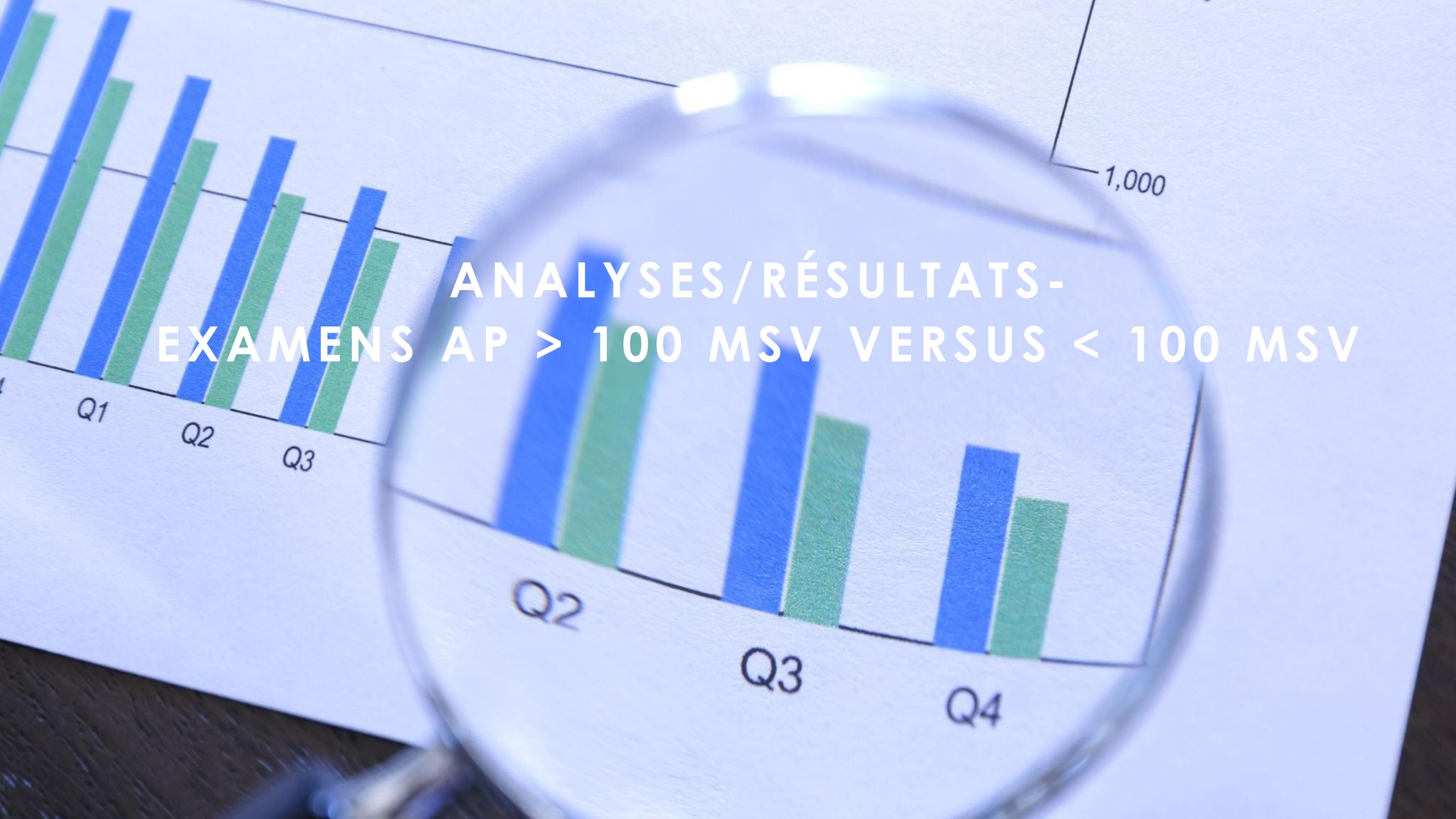


Distribution du nombre d'examens AP en fonction de la dose efficace (mSv)



Dose efficace des évaluations abdominopelviennes

Dose efficace (mSv)	
100 et moins	56086 (99.8%)
Plus de 100	**97 (0.2%)**



ANALYSES/RÉSULTATS-
EXAMENS AP > 100 MSV VERSUS < 100 MSV

Données démographiques pertinentes

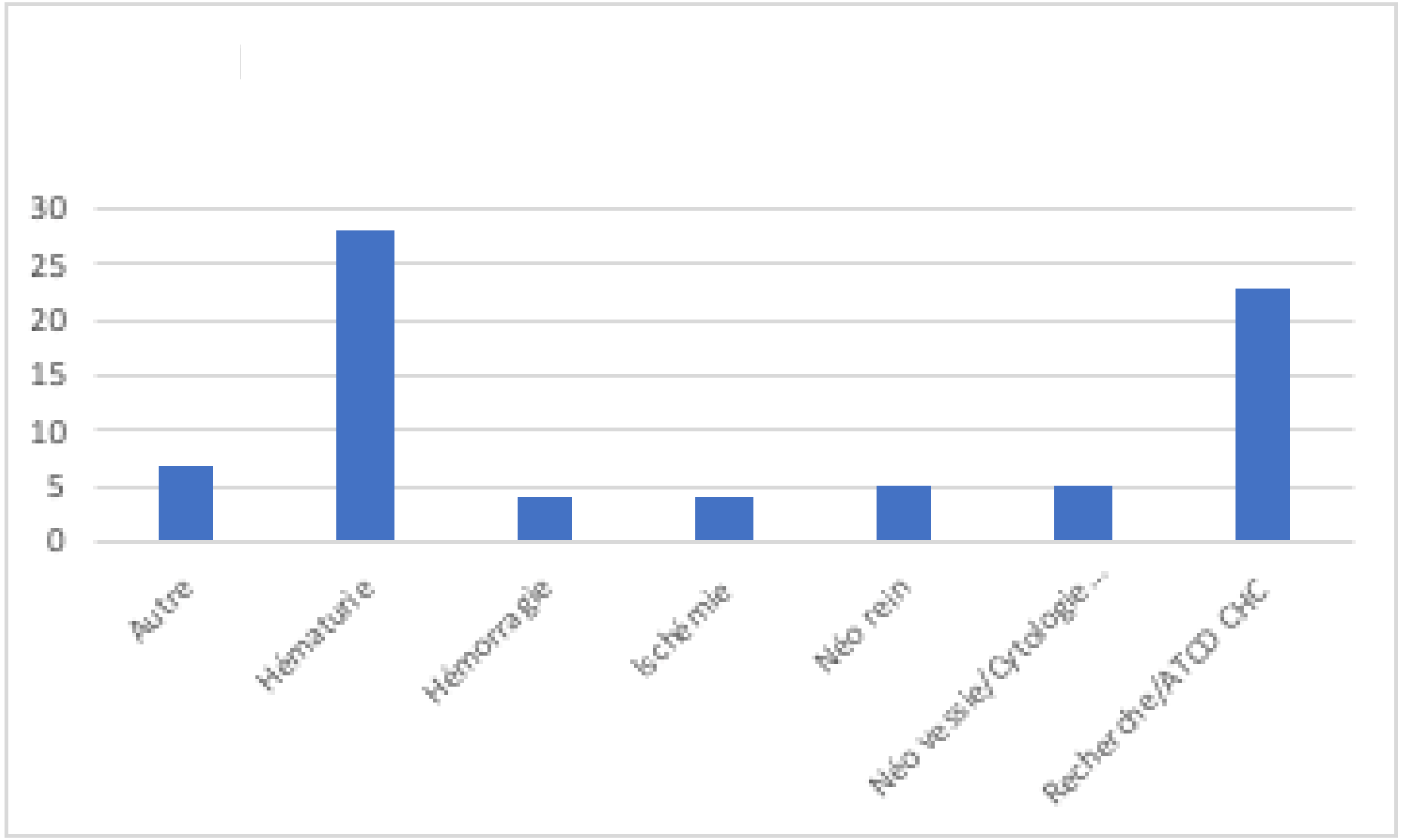
	Contrôle (N=70)	> 100msv (N=76)	P-value
Age			
Mean (SD)	64.0 (17.7)	57.4 (12.8)	0.004
Median [Q1 - Q3]	65.0 [53.3 - 76.0]	58.0 [49.0 - 66.0]	
Sexe			
F	34 (48.6%)	22 (28.9%)	0.018
M	36 (51.4%)	54 (71.1%)	

Gabarit des patients

76 patients considérés comme larges (diamètre de plus de 36 cm)

	Contrôle (N=70)	> 100msv (N=76)	P-value
Diamètre			
Mean (SD)	486 (122)	599 (46.5)	<0.001
Median [Q1 - Q3]	473 [401 - 565]	603 [568 - 634]	

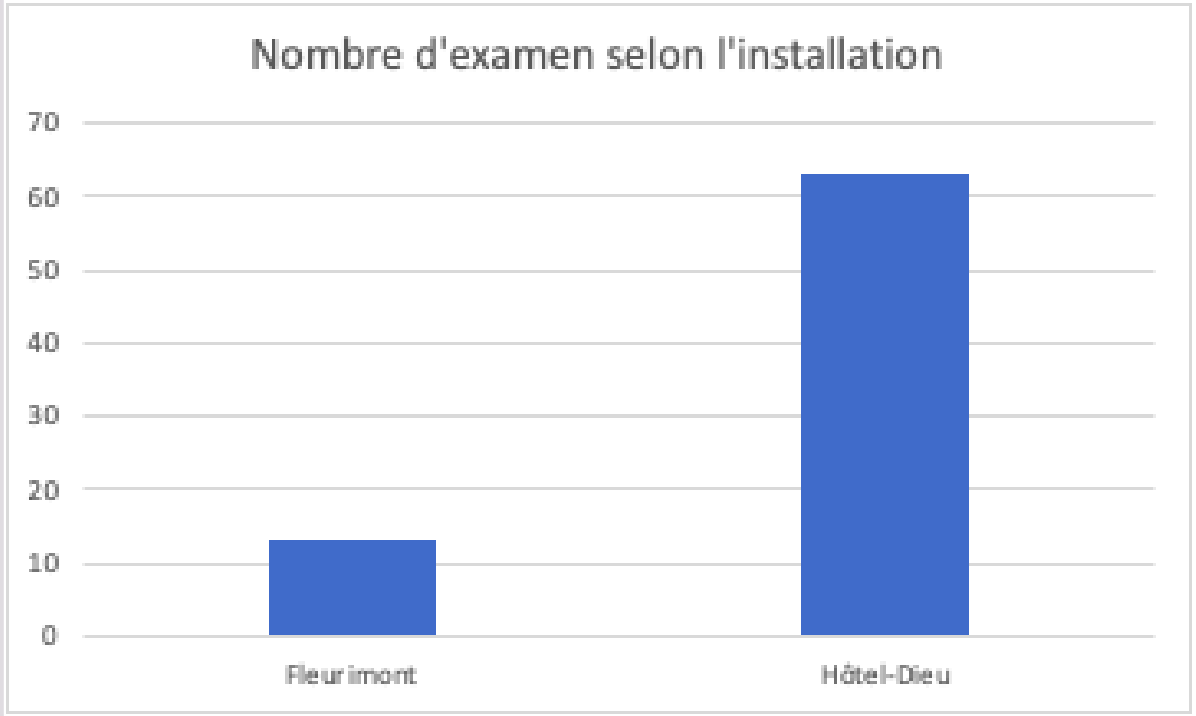
Distribution des examens > 100mSv selon l'indication

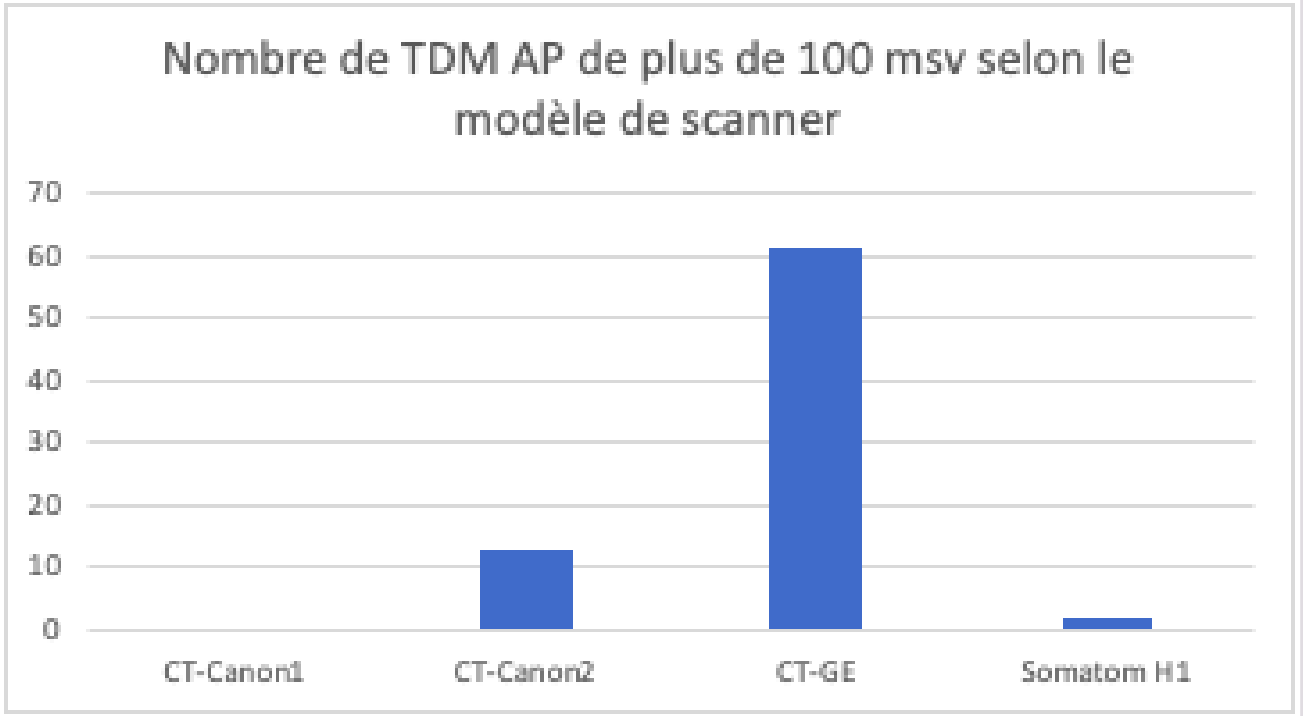


Indications

	Contrôle (N=70)	> 100msv (N=76)	P-value
Indication			
Autre	63 (90.0%)	7 (9.2%)	<0.001
Hématurie	4 (5.7%)	28 (36.8%)	
Néo rein	1 (1.4%)	5 (6.6%)	
Néo vessie/Cytologie positive	1 (1.4%)	5 (6.6%)	
Recherche/ATCD CHC	1 (1.4%)	23 (30.3%)	
Hémorragie	0 (0%)	4 (5.3%)	
Ischémie	0 (0%)	4 (5.3%)	
Nombres d'acquisition			
Mean (SD)	1.41 (0.771)	3.41 (0.593)	**<0.001**
Median [Q1 - Q3]	1.00 [1.00 - 2.00]	3.00 [3.00 - 4.00]	

Examens >100 mSv : Établissement et type de scan





Distribution des examens selon le scanner utilisé et l'installation

	Contrôle (N=70)	> 100msv (N=76)	P-value
TDM			
CT-Canon1	6 (8.6%)	0 (0%)	<0.001
CT-Canon2	14 (20.0%)	13 (17.1%)	
CT-GE	41 (58.6%)	61 (80.3%)	<0.001
CT-Siemens	7 (10.0%)	0 (0%)	
Somatom H1	2 (2.9%)	2 (2.6%)	
Installation			
Fleurimont	20 (28.6%)	13 (17.1%)	0.115
Hôtel-Dieu	50 (71.4%)	63 (82.9%)	

Conformité des protocoles

	Contrôle (N=70)	> 100msv (N=76)	P-value
Non	1 (1.4%)	16 (21.3%)	<0.001
Oui	69 (98.6%)	59 (78.7%)	

Paramètre limité

Protocole hématurie standard

Hématurie > 50 ans	C- abdo pelv
	C+ veineux abdo-pelv 80 sec
	C+ tardif 10 minutes abdo-pelv ventral
Hématurie < 50 ans	C- abdo pelv
	C+ veineux abdo-pelv ventral en **SPLIT BOLUS**

Modulation du courant

	Contrôle (N=70)	> 100msv (N=76)	P-value
Modulation du courant			
Oui	70 (100%)	58 (76.3%)	<0.001
Non	0 (0%)	18 (23.7%)	

- Différence expliquée par le gabarit des patients
- Modulation activée en tout temps

Données sans différences statistiquement significatives

Reconstructions itératives

Images de localisation : de profil et/ou de face

CONCLUSION

Forces de l'étude

- Cible > 100mSv
- Évaluation des scanners utilisés
- Révision indépendante des résultats
- Approche multidisciplinaire

Faiblesses de l'étude

- Population choisie
- Comparaison entre les différentes technologies des scanners
- Analyse prospective

Recommandations

- Modernisation des équipements
  - Privilégier leur utilisation
- Uniformisation et optimisation des protocoles
  - Poursuivre les démarches d'optimisation de doses
- Amélioration de la formation continue du personnel
  - Sensibilisation réduction de dose : en particulier le protocole hématurie chez < 50 ans
- Suivi des doses des patients à long terme
  - Suivi des doses cumulées pour les patients qui subissent plusieurs examens au fil du temps
- Priorisation des examens à forte justification clinique
  - Les évaluations multiphasiques doivent être cliniquement justifiées

BIBLIOGRAPHIE

- Moghadam N, Rehani MM, Nassiri MA. Assessment of patients' cumulative doses in one year and collective dose to population through CT examinations. *Eur J Radiol*. 2021;142:109871. doi:10.1016/j.ejrad.2021.109871
- Goldman LW. Principles of CT: multislice CT. *J Nucl Med Technol*. 2008;36(2):57-76. doi:10.2967/jnmt.107.044826
- Pierce DA, Preston DL. Radiation-related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors. *Radiat Res*. 2000;154(2):178-186. doi:10.1667/0033-7587(2000)154[0178:rrcral]2.0.co;2
- Surutilisation des examens et des traitements au Canada | ICIS. Accessed February 8, 2023. https://www.cihi.ca/fr/surutilisation-des-examens-et-des-traitements-au-canada
- UNSCEAR (2008). Effects of ionizing radiation. Report. Volume I: report to the General Assembly, with Scientific Annexes A and B. New York, USA: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Accessed January 30, 2023. http://www .unscear.org /docs/publications /2008/UNSCEAR_2008_Report_Vol.II.pdf.
- Comission Canadienne de Sûreté Nucléaire. Doses de rayonnement. January 22, 2020. Accessed February 8, 2023. http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-doses.cfm
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). ALARA - As Low As Reasonably Achievable. May 18, 2022. Accessed February 8, 2023. https://www.cdc.gov/nceh/radiation/alara.html
- The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP*. 2007;37(2-4):1-332. doi:10.1016/j.icrp.2007.10.003
- Santé Canada. Sondage Canadien en Tomodensitométrie, Niveaux de Référence diagnostiques Nationaux. May 2026. Accessed February 8, 2023. https://www.canadiensensante.gc.ca/publications/security-securite/canadian-computed-tomography-survey-2016-sondage-canadien-tomodensitometrie/alt/cct-survey-sondage-ct-fra.pdf
- Radiopedia. CT dose index. Updated September 19, 2021. Accessed January 30, 2023. https://radiopaedia.org/articles/ct-dose-index-1?lang=usà
- Tsai, H. Y., Tung, C. J., Yu, C. C., & Tyan, Y. S. (2007). Survey of computed tomography scanners in Taiwan: dose descriptors, dose guidance levels, and effective doses. *Medical physics*, *34*(4), 1234–1243. https://doi.org/10.1118/1.2712412
- Vilar-Palop J, Vilar J, Hernández-Aguado I, González-Álvarez I, Lumbreras B. Updated effective doses in radiology. *J Radiol Prot*. 2016;36(4):975-990. doi:10.1088/0952-4746/36/4/975
- ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).
- Smith-Bindman R, Kwan ML, Marlow EC, et al. Trends in Use of Medical Imaging in US Health Care Systems and in Ontario, Canada, 2000-2016. *JAMA*. 2019;322(9):843-856. doi:10.1001/jama.2019.11456
- Dawd JE, Ozsahin DU, Ozsahin I. A Review of Diagnostic Reference Levels in Computed Tomography. *Curr Med Imaging*. 2022;18(6):623-632. doi:10.2174/1573405617666210913093839
- Nexodose™, a useful tool to monitor and optimize ct exposures. Physica Medica. 2016;32:221. doi:10.1016/j.ejmp.2016.07.742
- Martin CJ. Effective dose in medicine. *Ann ICRP*. 2020;49(1_suppl):126-140. doi:10.1177/0146645320927849
- S Schoonjans F, De Bacquer D, Schmid P. Estimation of population percentiles. *Epidemiology*. 2011;22(5):750-751. doi:10.1097/EDE.0b013e318225c1de
- Garba I, Zarb F, McEntee MF, Fabri SG. Computed tomography diagnostic reference levels for adult brain, chest and abdominal examinations: A systematic review. *Radiography (Lond)*. 2021;27(2):673-681. doi:10.1016/j.radi.2020.08.011
- Vañó E, Miller DL, Martin CJ, et al. ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. *Ann ICRP*. 2017;46(1):1-144. doi:10.1177/0146645317717209
- Journal of Radiation Protection and Research. Instructions to authors. Accessed February 2,2023. https://www.jrpr.org/authors/authors.php#:~:text=The%20current%20publication%20fee%20of%20the%20Journal%20is%2060%20USD%2Fpage.
- Radioprotection. Instructions to authors. Accessed February 2, 2023. https://www.radioprotection.org/author-information/instructions-for-authors
- RSNA Journals. RSNA open access policy. Accessed February 2, 2023. https://pubs.rsna.org/page/openaccess#:~:text=Authors%20who%20request%20gold%20OA,final%20acceptance%20of%20their%20submission.
- European journal of radiology. Open access options. Accessed February 2, 2023. https://www.elsevier.com/journals/european-journal-of-radiology/0720-048X/open-access-options#:~:text=The%20Article%20Publishing%20Charge%20for,is%20USD%203550%2C%20excluding%20taxes

MERCI DE VOTRE ÉCOUTE