



Caractéristiques des opérateurs du post traitement en imagerie tomодensitométrique thoracique dans les hôpitaux de référence en Côte d'Ivoire.

Characteristics of thoracic CT post processing operators in reference hospitals in Côte d'Ivoire.

KONAN Anhum Nicaise^{1,2*}, KOUAME-KOUTOUAN Annick^{1,3}, ZUNON-KIPRE Eric^{1,3}, KOUASSI-ABOUKOUA N'go Nathalie^{1,3}, N'DRIN N'guessan Konan Julien^{1,3}, TOURE Massiami^{1,3}

¹: Unité de Formation et de Recherche Sciences Médicales, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, CÔTE D'IVOIRE)

²: Service de Radiologie. Centre Hospitalier et Universitaire de Yopougon (Abidjan, CÔTE D'IVOIRE)

³: Laboratoire de Biophysique et Médecine Nucléaire, Centre Hospitalier et Universitaire de Cocody (Abidjan, CÔTE D'IVOIRE)

Mots-clés :

Tomodensitométrie, Post traitement, Côte d'Ivoire.

Keywords:

CT scan, Post processing, Ivory Coast.

*Auteur

correspondant

Dr KONAN Anhum Nicaise.
Service de radiologie du Centre Hospitalier et Universitaire de Yopougon. 21 BP 632 Abidjan 21. Abidjan, CÔTE D'IVOIRE.
Email : anhum_konan@yahoo.fr
Tel : 00225 0708328045.

Reçu le : 15/9/2021

Accepté le : 23/11/2021

RÉSUMÉ

Objectif : Analyser le profil des opérateurs, leur connaissance et application du post-traitement en imagerie TDM dans notre pratique hospitalière.

Matériels et méthodes : Étude transversale réalisée sur 32 semaines, au sein des services d'imagerie des hôpitaux de 3ème niveau de la pyramide sanitaire de Côte d'Ivoire. Elle a concerné les radiologues séniors et juniors, médecins apprenants et internes en radiologie ayant plus de 4 semestres de formation. Les paramètres socio-professionnels, la connaissance et les caractéristiques d'utilisation du post traitement ont été étudiés.

Résultats : Nous avons recensé 79 opérateurs. Les juniors représentaient 58,2% des répondants. Le sex ratio était de 2,1 et l'âge moyen de 37,4 ans. Dans 65 à 83% des cas, les praticiens ont partiellement identifié tous les principaux algorithmes de post traitement, utiles au diagnostic et au suivi des pathologies thoraciques courantes. Les algorithmes de post traitement étaient sous utilisés. Le 3D surfacique, le CAD et la quantification n'étaient jamais utilisés car 24,3% des participants n'en avait jamais entendu parler, 68,2% ne savaient pas les utiliser et 7,6% ne savait pas les retrouver sur leur station de post traitement. La majorité (80,3%) des répondants n'avait pas reçu de formation spécifique en post traitement.

Conclusion : Le post traitement en TDM thoracique était insuffisamment connu et sous utilisé par les radiologues en raison d'une insuffisance de formation spécifique.

ABSTRACT

Objective: To analyse the profile and knowledge of the operators and their application of post-processing in CT imaging in our hospital practice.

Material and method: Cross-sectional study carried out over 32 weeks in the imaging departments of the 3rd level hospitals of the health pyramid of Côte d'Ivoire. It concerned senior and junior radiologists, trainee doctors and radiology interns with more than 4 semesters of training. Socio-professional parameters, knowledge and characteristics of post treatment use were studied.

Results: We registered 79 operators. Juniors represented 58.2% of the respondents. Sex ratio was 2.1 and the average age was 37.4 years. In 65-83%, the practitioners partially identified all

the main post-processing algorithms, useful for the diagnosis and follow-up of common thoracic pathologies. The post processing algorithms were underused. 3D surface, CAD and quantification were never used because 24.3% of the participants had never heard of them, 68.2% did not know how to use them and 7.6% did not know how to find them on their post treatment station. The majority (80.3%) of respondents had not received any specific training in post processing.

Conclusion: Post-processing in thoracic CT was insufficiently known and under-used by radiologists due to a lack of specific training.

1. Introduction

Le post-traitement en imagerie TDM consiste à l'application de techniques informatiques aux images bidimensionnelles (2D) natives, acquises en vue de leur exploitation comme données médicales, diagnostique ou thérapeutique [1,2]. Il se base sur l'utilisation de nombreux algorithmes et outils dont les plus communs sont les reconstructions MPR (Multiplanar Reconstruction), MIP (Maximum Intensity Projection), MinIP (Minimum Intensity Projection), le volume rendering (VR) et l'Endoscopie Virtuelle (EV) [2]. Avec le développement de la TDM multi-coupes, le post traitement des images, nécessite de plus en plus de tâches complexes et souvent chronophages pour les opérateurs non ou peu formés, rendant difficile la réalisation de ces opérations avec précision [3]. Les erreurs et la lenteur susceptibles d'en découler, pourraient engendrer des diagnostics erronés et/ou un délai plus long d'attente des résultats [3]. Pourtant, dans la pratique hospitalière en général, il apparaît que les opérations de post-traitement en TDM, sont effectuées par des radiologues très souvent sans formation spécifique en post-traitement [4]. D'autre part, une approche discriminante, adaptée à la situation clinique, est essentielle pour décider laquelle des techniques de post traitement utiliser et quand. Les radiologues qui connaissent ces outils pourraient efficacement les intégrer à l'arsenal des techniques disponibles de résolution de problèmes, à condition d'être bien conscients de leurs avantages et limites réels [5].

L'imagerie thoracique étant la spécialité, utilisant couramment la quasi-totalité des algorithmes de post traitement en TDM, nous avons entrepris ce travail pour analyser, dans notre pratique hospitalière diagnostique en imagerie TDM, la connaissance et l'application du post-traitement.

2. Matériels et Méthodes

Nous avons mené une étude transversale à visée descriptive et analytique qui s'est déroulée, sur une période de 32 semaines allant du 15 août 2020 au 15 mars 2021. L'étude a été réalisée au sein des services d'imagerie des centres hospitaliers de 3ème niveau de la

pyramide sanitaire de Côte d'Ivoire ; à savoir des centres hospitaliers universitaires de Treichville, Angré, Cocody, Bouaké, de l'Hôpital Mère-Enfant de Bingerville (HME) et de l'institut de Cardiologie d'Abidjan (ICA). Elle a concerné tous les médecins radiologues, internes des hôpitaux et les médecins apprenants inscrits au diplôme d'études spéciales (DES) de radiodiagnostic et Imagerie médicale (RIM). Nous avons procédé à un échantillonnage systématique exhaustif.

Tous les radiologues juniors ou séniors des services d'imagerie médicale diagnostique (SRIM), tous les médecins apprenants inscrits en 3ème et 4ème année du DES-RIM et tous les internes en médecine ayant justifiés d'un stage d'au moins 4 semestres dans un SRIM ont été inclus dans l'étude.

Les médecins apprenants inscrits en 1ère et 2ème année du DES-RIM et les praticiens ciblés qui n'ont pas souhaité participer à l'enquête, n'ont pas été inclus.

Nous nous sommes intéressés aux caractéristiques socioprofessionnelles des opérateurs, à leur niveau de connaissance du post traitement en TDM thoracique, à leur pratique des opérations du post traitement et aux paramètres pouvant influencer sur la connaissance et l'application des opérations de post traitement.

La connaissance des algorithmes de post traitement, nécessaires pour l'analyse des pathologies thoraciques a été évaluée à partir des recommandations des fiches techniques en imagerie thoracique, coordonnées par Ferreti et résumées dans le **tableau I**, en annexe. La connaissance était jugée bonne quand le répondant désignait tous les principaux algorithmes nécessaires à l'analyse de la pathologie recherchée. Elle était jugée insuffisante en cas d'absence de réponse ou de réponse incomplète. Pour l'application des algorithmes de post traitement, nous avons évalué la fréquence d'utilisation des algorithmes par les différents radiologues.

Tableau I. Applications cliniques des algorithmes de post-traitement en pathologie thoracique [13].

Pathologies thoraciques	Principaux algorithmes nécessaires
Pathologie trachéobronchique	MPR, 3D volumique, EV
Pathologie vasculaire	MPR, MIP, 3D volumique

Pathologie infiltrative	MPR, minIP, MIP
Emphysème	MPR, minIP, quantification
Pathologie bronchiolaire	MIP, minIP
Pathologie médiastinale	MPR, MIP
Pathologie pleurale	MPR, 3D surfacique
Micro nodulation	MIP
Recherche et suivi de nodules	MIP, CAD

Les données ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire auto-administré, remis soit sur support physique, soit par E-mail ou par le moyen des réseaux sociaux (Facebook et WhatsApp), soit par un entretien direct vocal pour les répondants qui nous étaient accessibles et disponibles.

L'analyse était effectuée à l'aide du logiciel SPSS version 7 par des méthodes de statistique descriptive et analytique. Les variables quantitatives étaient décrites par des paramètres de tendance centrale et de dispersion. Les variables qualitatives ont été exprimées en proportion et sous forme de ratio. Les comparaisons statistiques ont été réalisées grâce au test de Xhi2 ou de Fisher ou le test t de Student pour les variables qualitatives. Le seuil de significativité a été fixé à 5%. La confidentialité des données recueillies a été observée.

3. Résultats

Nous avons reçu 79 questionnaires remplis sur un total des 124 attendus soit un taux de réponse de 63,7%. Les entretiens directs ont représenté 58,2% (46/79).

3.1 Caractéristiques sociodémographiques

Les tranches d'âge prédominantes étaient celles de 30 à 34 ans et de 35 à 39 ans (67,1% des participants). L'âge moyen des participants était de 37,4 ans. On retrouvait une nette prédominance masculine avec un sex ratio homme/femme de 2,1.

3.2 Caractéristiques professionnelles

La majorité des répondants (59,4%) exerçait uniquement dans le secteur public. Les autres (40,6%) exerçaient à la fois au public et au privé. Les DES en formation (51,5%) et les radiologues non enseignants (29,1%), soit un total de 80,3% des répondants, étaient les plus nombreux. Les radiologues universitaires (internes 7,6%, Assistants chefs de clinique 5,6% et maîtres assistants 5,6%) étaient minoritaires. La

majorité des répondants (58,2%) qualifiée de junior, était composée d'internes et de DES en formation de 3ème et de 4ème année. La majorité (87,9%) n'avait pas effectué de stage à l'étranger. Les répondants qui avaient une surspécialisation en imagerie cardiothoracique étaient retrouvés dans 24,2% des cas. Ceux ayant l'imagerie thoracique pour principale spécialité d'organe, représentaient 3% des radiologues enquêtés. Dans 86,4% des cas, les répondants n'avaient pas de formation spécifique en imagerie thoracique.

3.3 Connaissance du post traitement

Plus d'un tiers des répondants (34,8%) ne savait pas la définition du post traitement en TDM. Dans 1,5% des cas, les répondants donnaient une définition erronée du post traitement. La majorité des répondants (87,9%) ne savait pas le nom du logiciel de post traitement de leur station de travail.

En dehors de la pathologie bronchiolaire, la majorité des répondants avait une connaissance insuffisante des algorithmes de post traitement, utiles au diagnostic des principales pathologies thoraciques avec un taux de réponses insuffisantes variant de 65% à 83%. (*Figure 1*).

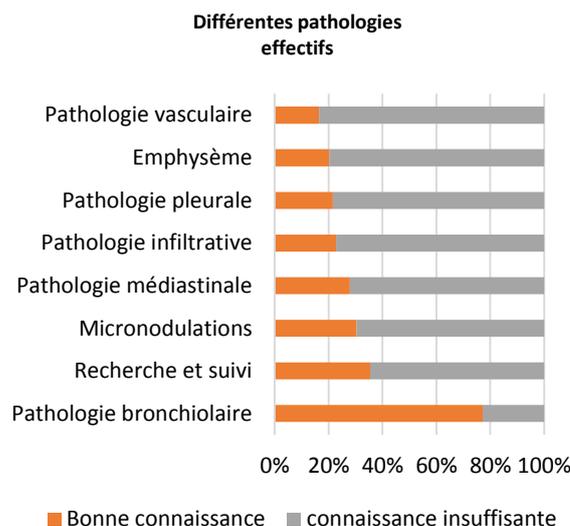


Figure 1: Répartition des participants selon leur connaissance des principaux algorithmes de post traitement, utiles dans l'exploration des différentes pathologies thoraciques..

3.4 Formation en post traitement

La majorité des répondants (80,3%) n'avait pas reçu de formation formelle en post traitement TDM. L'analyse des examens se faisait, suite à une autoformation dans 45,45% des cas, grâce aux compétences acquises lors d'un stage à l'étranger dans 9,1% des cas et suite aux

instructions données par un collègue dans 30% des cas. Les formations formelles étaient assurées dans 15,45% des cas, par un ingénieur d'application lors de la fourniture du scanner, le plus souvent à une partie des radiologues présents lors de la livraison de l'appareil.

3.5 Application du post traitement

Les algorithmes de post traitement étaient sous utilisés. La majorité des répondants (80,3%) utilisaient toujours l'algorithme MPR lors de l'analyse des dossiers de TDM thoracique. Le 3D surfacique, le CAD (détection assistée par ordinateur) et la quantification étaient des algorithmes de post traitement qui n'étaient jamais utilisés respectivement dans 75,8%, 87,9% et 87,9% des cas (*Figure 2*).

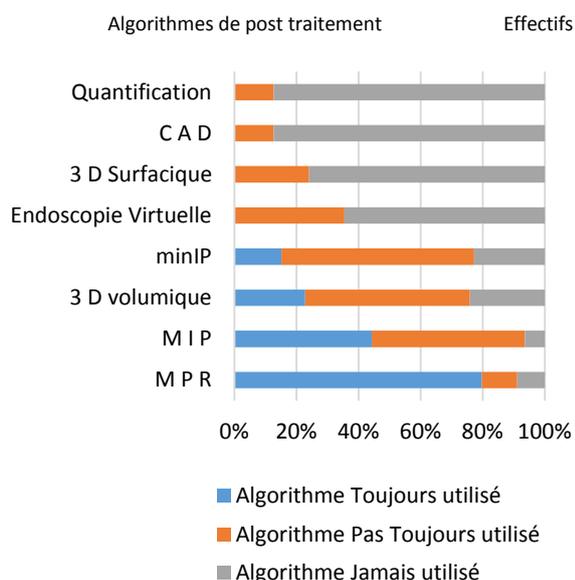


Figure 2: Répartition des participants selon la fréquence d'utilisation des algorithmes de post-traitement en imagerie thoracique..

Ces algorithmes n'étaient jamais utilisés car, environ un quart des participants (24,3%) n'en avait jamais entendu parler, 68,1% des répondants ne savaient pas les utiliser et 7,6% ne savaient pas les retrouver sur leur station de travail. La majorité des répondants (89,4%) analysait moins 6 scanners thoraciques par semaine. Plus d'un tiers (36,4%) finissait l'analyse d'un scanner thoracique depuis l'ouverture de l'examen sur la console jusqu'à la conclusion du compte rendu, en moyenne en trente minutes. Il n'y avait ni association statistiquement significative entre le statut hospitalier des répondants et les motifs de non utilisation de certains algorithmes ($p=0,057$) ni entre la réalisation antérieure d'une formation en imagerie thoracique ($p=0,146$) ou en post

traitement ($p=0,471$) et la durée moyenne de lecture d'une TDM thoracique. On n'observait pas de différence statistiquement significative de temps de lecture d'une TDM thoracique entre les répondants ayant eu une formation en post traitement et ceux sans formation en post traitement ($t=0,915$ avec IC à 95% = (-5,302 à 7,13)).

4. Discussion

Nous avons réalisé ce travail dans le but d'analyser le post traitement en imagerie TDM, une des problématiques de la gestion de l'image médicale par les radiologues.

4.1 Caractéristiques sociodémographiques

Nous avons observé dans notre étude que les opérateurs du post traitement étaient jeunes avec une nette prédominance masculine. Ils étaient en moyenne plus jeunes que leurs homologues en France, âgés en moyenne de 52 ans [6]. Cette différence d'âge pourrait être en rapport avec l'âge moyen des populations desquelles étaient issues les 2 échantillons. En effet, la proportion des sujets âgés de 30 à 39 ans, était de 24,4% Côte d'Ivoire [7] et de 12,3% en France [8].

Une nette prédominance masculine (sex ratio de 2,1) a été observée dans notre étude. Cette forte proportion de radiologues de sexe masculin était également rapportée par le conseil national de l'ordre des médecins en France avec un sex ratio de 1,77 [6]. Dans notre contexte, les métiers de la radiologie ont longtemps été l'objet de préjugés concernant une prétendue incidence sur la fertilité. Se faisant, les femmes désireuses dans leur grande majorité de conserver leur chance de procréer, feraient le choix de ne pas faire carrière en imagerie médicale.

4.2 Caractéristiques professionnelles

Elles étaient marquées dans notre étude par un type d'exercice volontiers uniquement public, une prédominance de juniors, et pour la majorité, l'absence de stage à l'étranger et un faible taux de surspécialisation en imagerie thoracique. En effet, la majorité des répondants (59,1%) exerçait uniquement dans le secteur public. En France, l'exercice libéral prédominait dans 58% des cas [6]. Cette différence était à rapporter à un biais de sélection de notre population d'étude, recrutée uniquement dans les structures publiques de référence du pays.

Dans leur grande majorité, les répondants (58,2%) étaient qualifiés de junior dans notre étude. Cette majorité de juniors ne constituait cependant pas un biais pour les résultats de l'étude. Selon Maes, la différence de lecture des scanners par les juniors et les séniors ne

serait pas significative [9]. En comparant les performances des médecins radiologues juniors et séniors, concernant la lecture des examens scannographiques cérébraux, elle avait certes observé que les juniors avaient donné une interprétation en partie inadéquate dans 7,02% des cas, mais, ces discordances étaient minimales et sans conséquence sur les choix thérapeutiques que devaient prendre les cliniciens.

La majorité des répondants (89,7%) n'avait pas effectué de stage à l'étranger, notamment en Europe ou aux États-Unis, où l'imagerie médicale était plus développée. Les médecins en stage auraient en effet plus d'opportunité de recevoir une formation spécifique en post traitement en raison de l'existence dans ces pays, de structures dédiées [10].

Les répondants ayant une surspécialisation en imagerie cardio-thoracique ont été observés dans moins d'un quart des cas (24,2%). La formation en Radiologie dans notre contexte était en effet généraliste. Les radiologues faisant le choix d'une surspécialisation, obtenaient cette formation à travers les diplômes universitaires (DU) organisés à l'étranger ou lors de stages pratiques dans des services spécialisés à l'étranger. Cette tendance à une formation initiale généraliste, avec acquisition éventuelle d'un à 3 domaines d'expertise, était observée également en Europe. Le faible taux des répondants ayant l'imagerie thoracique pour principale spécialité d'organe dans notre contexte (3%), était constatée également par Pyatigorskaya. [11].

4.3 Formation en post traitement

La majorité des répondants (80,3%) n'avait pas reçu de formation formelle en post traitement en TDM. Les connaissances résultaient, d'une autoformation dans 45,45% des cas, d'un stage à l'étranger dans 9,1% des cas et d'instructions données par un collègue dans 30% des cas. Ces formations n'étaient pas dispensées lors des stages pratiques de DES d'imagerie dans plus de la moitié des cas, probablement en raison des pannes et indisponibilités récurrentes des postes de scanner sur les sites de formation. Dans notre contexte, les formations formelles (15,45%) étaient réalisées par un ingénieur d'application, uniquement lors de la fourniture des appareils de scanner et étaient dispensées à une partie seulement des radiologues présents les jours de la livraison de l'appareil. Pourtant, selon les constructeurs, la formation en post traitement serait un impératif qui permettrait aux radiologues de développer leurs compétences et de gagner en autonomie [10]. En France, en application du Livre IX du Code du Travail, portant organisation de la formation professionnelle continue dans le cadre de l'éducation permanente et conformément aux critères de qualité définis par le

décret n°2015-790 du 30 juin 2015, certains constructeurs ont mis en place des centres de formation continue en post traitement, accueillant environ 1000 radiologues par an.

4.4 Connaissances du post traitement

Plus d'un tiers des radiologues dans notre contexte, ne savait pas la définition du post traitement en TDM. On observait qu'il n'y avait pas d'association statistiquement significative entre la connaissance de la définition du post traitement et le statut hospitalier des radiologues ($p=0,953$). L'existence d'une formation en post traitement n'était pas non plus significativement associée à la connaissance de la définition du post traitement ($p=0,21$). En effet, les formations en post traitement dans notre contexte étaient insuffisantes et incomplètes. La majorité des répondants (87,9%) ne savait pas le nom du logiciel de post traitement de leur station de travail. Les algorithmes de post traitement, utiles au diagnostic de certaines pathologies thoraciques étaient insuffisamment connus des radiologues alors que, seule la connaissance des algorithmes spécifiquement dédiés à l'analyse de certaines pathologies, garantirait le bon diagnostic [5, 12, 13, 14].

4.5 Applications du post traitement

La connaissance partielle des algorithmes de post traitement occasionnait une application globalement insuffisante du post traitement. Le 3D surfacique, le CAD (détection assistée par ordinateur) et la quantification n'étaient quasiment jamais utilisés lors de la lecture des TDM thoraciques par la majorité des répondants. Les raisons évoquées par les radiologues, pour la non utilisation de ces algorithmes étaient les suivantes. Premièrement, environ un quart des participants (24,3%) n'en avait jamais entendu parler. Deuxièmement, dans 68,2% des cas, les répondants ne savaient pas les utiliser et troisièmement, les radiologues dans 7,6% des cas, ne savaient pas les retrouver sur leur station de travail. Le statut hospitalier n'était pas lié aux motifs de non utilisation de ces algorithmes de post traitement ($p=0,06$). Ces résultats étaient cependant à corréler à une activité faible en imagerie thoracique. Dans notre étude, on constatait, dans la majorité des cas (89,4%), que les radiologues analysaient moins de 6 scanners thoraciques par semaine. On constatait également que la durée moyenne de lecture d'une TDM thoracique n'était influencée ni par des antécédents de formation spécifique en imagerie thoracique ($p=0,146$) ni par des antécédents de formation en post traitement ($p=0,471$), avec une différence de temps de lecture, non significative, entre

les radiologues ayant une formation spécifique en post traitement et ceux ne l'ayant pas reçue ($t = 0,915$; IC à 95% = (-5,302 à 7,13)). Cela pourrait s'expliquer par le fait que dans tous les centres étudiés, il n'y avait pas d'activité d'imagerie spécifiquement dédiée aux pathologies thoraciques, que certains auteurs jugeraient chronophage, l'utilisation du maximum d'algorithme de post-traitement [14] et par l'insuffisance des formations en post traitement dans notre contexte.

5. Conclusion

Le post traitement des images TDM, dans notre contexte hospitalier public, était pratiqué par une majorité de radiologues juniors. Ils connaissaient insuffisamment et appliquaient partiellement les différents logiciels et algorithmes, de post traitement, disponibles en raison de formation formelle insuffisante. La formation au post traitement devrait être rendue disponible et étendue à tous les radiologues.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

6. Références

- Vannier MW. Digital imaging, image processing and three-dimensional computer graphics for radiology. *Cur Opin Radiol.* 1992 Oct; 4 (5): 1-10.
- Perrone L, Politi M, Foschi R, Masini V, Reale F, Costantini AM, Marano P. Post-processing of digital images. *Rays* 2003. 28 (1): 95-101.
- Salgado R, Mulkens T, Ozsarlak O, De Schepper AM, Parizel PA. CT angiography: basic principles and post-processing applications. *Journal Belge de Radiologie – Belgisch Tijdschrift voor Radiologi*, 2003. 86 (6): 336-40.
- Mezrich R, Juluru K, Nagy P. Should Post-Processing Be Performed by the Radiologist? *Journal of Digital Imaging*, 2011. 24: 378–381.
- Walsh SLF, Nair A, Hansell DM. Post-processing applications in thoracic computed tomography. *Clinical Radiology* 68 (2013) 433-48
- Conseil national de l'ordre des médecins de France. 2020. Profil des médecins en 2019. Internet. Consulté le 26/12/2020. Disponible sur: <https://www.conseil-national.medecin.fr>
- Institut national de la statistique de Côte d'Ivoire. 2020. Recensement général de la population 2014. Internet. Consulté le 29/12/2020. Disponible sur: http://www.ins.ci/n/documents/RGPH2014_principaux_indicateurs.pdf.
- Institut national de la statistique et des études économiques, France. 2020. Démographie de France. Internet. Consulté le 29/12/2020. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/Démographie_de_la_France
- Maes S. Interprétation des scanners cérébraux urgents par les internes en imagerie médicale : validité. Congrès urgences. Paris, France 2002.
- GE Healthcare Academy France. 2020. Internet. Consulté le 26/12/2020. Disponible sur: <https://www.gehealthcare.fr/-/jssmedia/eca5ae3520c54b5fb4db98e776f3548a.pdf?la=fr-fr>
- Pyatigorskaya N. Enquête démographique : Quelle carrière pour un futur radiologue ? *Radioactif*, 2012. 9: 8-12
- Beigelman-Aubry C, Hill C, Guibal A, Savatovsky J, Grenier PA. Multi-detector row CT and postprocessing techniques in the assessment of diffuse lung disease. *Radiographics*, 2005. 25 (6):1639-52
- Ferretti GR, Jankowski A. Tomodensitométrie volumique : reconstructions 2D et 3D. *Revue des Maladies Respiratoires* (2010) 27, 1267-1274.
- Bruguière E, Deux JF, Lapeyre M, Bouanane M, Luciani A, Kobeiter H et al. Post-traitement et comptes rendus en scanner cardiaque. *Journal de radiologie*, 2009. 90 (10): 1374-8.