



HAL
open science

Imagerie de la pneumonie COVID-19

B. Lodé, C. Jalaber, T. Orcel, T. Morcet-Delattre, N. Crespin, S. Voisin, F. Billard, S. Luzi, Thibaut Lapotre, Pierre-Axel Lentz, et al.

► **To cite this version:**

B. Lodé, C. Jalaber, T. Orcel, T. Morcet-Delattre, N. Crespin, et al.. Imagerie de la pneumonie COVID-19. *Journal d'imagerie diagnostique et interventionnelle*, 2020, 3 (4), pp.249-258. 10.1016/j.jidi.2020.04.011 . hal-02948785

HAL Id: hal-02948785

<https://univ-rennes.hal.science/hal-02948785>

Submitted on 25 Sep 2020

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.

Imagerie de la pneumonie COVID-19

Imaging of COVID-19 pneumonia

Baptiste Lodé (1), Carole Jalaber (2), Thibaud Orcel (1), Thibaud Morcet-Delattre (1), Nikolas Crespin (1), Steven Voisin (1), Félix Billard (1), Stéphanie Luzi (1), Thibaut Lapotre (1, 4), Pierre-Axel Lentz (1), Marie-Pierre Revel (3), Mathieu Lederlin (1, 4)

(1) Service d'imagerie médicale, CHU de Rennes, 2 rue Henri Le Guilloux, 35033 Rennes Cedex 9, France

(2) Service d'imagerie médicale, CHU de Saint-Etienne, Université Jean Monnet, 10 rue de la Marandière, 42270 Saint Priest en Jarez, France

(3) Service d'imagerie médicale, Hôpital Cochin, 27 rue du Faubourg Saint-Jacques, 75679 Paris cedex 14, France

(4) Université Rennes 1, Faculté de médecine, F-35043 Rennes, France

Résumé

La pandémie de COVID-19 est une crise sanitaire sans précédent. Compte-tenu des délais d'obtention des résultats de la RT-PCR, technique diagnostique de référence, le scanner thoracique joue un rôle pivot dans le triage des patients arrivant aux urgences, permettant de les hospitaliser en services « COVID » ou « non-COVID ». Le scanner initial doit être réalisé sans injection mais une injection est nécessaire en cas de suspicion d'embolie pulmonaire, dont la prévalence pourrait être assez élevée dans cette maladie. L'atteinte scanographique typique de la pneumonie COVID-19 consiste en des plages de verre dépoli bilatérales, périphériques sous-pleurales, souvent postérieures et basales. L'extension lésionnelle en scanner est corrélée à la sévérité clinique de la maladie et doit être mentionnée dans le compte-rendu d'examen. Au vu du nombre considérable de scanners thoraciques réalisés pendant cette épidémie, il est important de connaître la gamme des diagnostics différentiels

devant une dyspnée aiguë. Les techniques d'intelligence artificielle vont permettre de faire des diagnostics automatiques fiables et de quantifier l'étendue lésionnelle.

Mots-clefs : COVID-19, Coronavirus, SARS-CoV2, Imagerie, Tomodensitométrie.

Summary

The COVID-19 pandemic is an unprecedented global health crisis. Given the long turnaround of RT-PCR, the gold standard diagnostic technique, chest CT plays a pivotal role in the triage of patients presenting at the emergency department, allowing them to be hospitalized in "COVID" or "non-COVID" units. Baseline CT scan must be performed without contrast, but injection is necessary in case of suspected pulmonary embolism, which could be quite frequent in this disease. The typical CT appearance of COVID-19 pneumonia consists of bilateral, peripheral, posterior and basal ground-glass opacities. CT extent of pulmonary lesions correlates with clinical disease severity and should be mentioned in the radiologic report. Given the considerable number of chest CT scans performed during this epidemic, it is important to be aware of the differential diagnosis of acute dyspnea. AI techniques could allow for reliable automated diagnosis and quantification of disease extent.

Keywords : COVID-19, Coronavirus, SARS-CoV2, Imaging, Computed tomography.

Introduction

Fin décembre 2019, une série de cas de pneumonie virale provoquée par un nouveau coronavirus est apparue à Wuhan, en Chine, et s'est rapidement propagée sur tous les continents. Ce coronavirus, identifié sur prélèvements des voies aériennes, a été nommé SARS-CoV-2 pour Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus-2 par l'ICTV (International Committee On Taxonomy of Viruses) (1). La maladie qu'il provoque a été dénommée COVID-19 pour COronaVirus Disease 2019 par l'OMS. Le SARS-CoV-2 appartient à la famille des Coronaviridae, tout comme le SARS-CoV et le MERS-CoV qui furent responsables d'épidémies de grande ampleur en 2003 et 2012 respectivement (1).

L'épidémie est devenue une « urgence de santé internationale » fin janvier 2020 (2,3). Au 18 avril 2020, 153 090 décès étaient recensés dans le monde dont 19 323 en France (4).

La présentation clinique la plus typique du COVID-19 est celle d'une infection respiratoire fébrile avec toux sèche, dyspnée, fatigue et myalgies. Environ 15-20% des cas sont graves et 2-3% sont mortels (3,5,6).

En l'absence de vaccin ou de thérapeutique spécifique disponible à ce jour, il est essentiel de pouvoir diagnostiquer cette maladie le plus précocement possible afin d'isoler les sujets infectés et ainsi limiter la propagation de l'épidémie. La méthode diagnostique de référence est la recherche en laboratoire d'ARN viral par RT-PCR (reverse transcriptase - polymerase chain reaction) à partir d'écouvillonnages naso-pharyngés. Cependant l'obtention des résultats demande plusieurs heures, et seuls certains laboratoires disposent de ce test. Par ailleurs, si la spécificité du test viral est excellente, sa sensibilité est imparfaite (60 à 70%) car dépendante de la qualité du prélèvement et du taux de réplication virale au sein des voies aériennes respiratoires supérieures (7-9).

Le scanner thoracique s'est rapidement imposé comme un outil diagnostique intéressant, compte-tenu de la présentation souvent assez caractéristique des lésions de COVID-19 (10).

L'objectif de cet article est de faire le point sur les connaissances actuelles dans l'imagerie de la pneumonie COVID-19.

Place de l'imagerie dans la stratégie de prise en charge

L'arrivée massive de patients suspects de COVID-19 dans les services d'accueil des urgences a conduit à la mise en place de filières spécifiques « COVID » et « non COVID », d'où la nécessité de trier les patients à leur arrivée aux urgences (11).

Le scanner thoracique initial, réalisé sans injection de produit de contraste, est indiqué à ce jour pour des symptômes à type de dyspnée, polypnée, ou désaturation relevant d'une prise en charge hospitalière, afin d'orienter les patients en unité COVID ou non COVID, en anticipation des résultats de RT-PCR (12). La sensibilité du scanner pour le diagnostic de COVID-19 est supérieure à 90%, les faux négatifs (scanners normaux alors que la maladie est présente) correspondant généralement à des patients présentant des symptômes depuis moins de 3 jours (9,13). La spécificité du scanner est plus variable. Des séries chinoises et italiennes rapportent des valeurs de 25% et 56% respectivement (9,14), mais elle pourrait atteindre 70% selon d'autres séries encore non publiées.

En pratique, trois situations sont possibles :

- Si le scanner est très évocateur de COVID-19, le patient est hospitalisé dans un secteur « COVID », et les résultats de la RT-PCR viendront le plus souvent confirmer le diagnostic
- Si le scanner montre à l'évidence un autre diagnostic (ex : pneumonie lobaire bactérienne, décompensation ventriculaire gauche), le patient est hospitalisé en secteur non COVID
- Si le scanner est indéterminé, le résultat de la RT-PCR associé au degré de probabilité clinique est déterminant pour orienter le patient.

Il n'y a pas lieu de réaliser un scanner thoracique à des fins de dépistage chez des patients sans signes de gravité pour le diagnostic de COVID-19. Cependant, la réalisation d'un scanner thoracique peut être recevable en cas d'urgence (ex : AVC, hémorragie, urgence chirurgicale ORL ou oncologique) ne permettant pas d'attendre les résultats de la PCR, afin de dépister d'éventuelles lésions pulmonaires silencieuses (12).

Ni la radiographie ni l'échographie thoracique ne sont recommandées dans le dépistage ou le diagnostic du COVID-19, leurs performances apparaissant nettement inférieures à celles du scanner (12).

Présentation scanographique typique

Les anomalies scanographiques les plus caractéristiques de la pneumonie COVID-19 sont des plages de verre dépoli (environ 80% des cas), multifocales, bilatérales, asymétriques.

L'atteinte prédomine classiquement dans les régions périphériques, postérieures et basales (13,15,16) (Figure 1). Il n'y a généralement pas de syndrome micronodulaire, d'excavation, de lignes septales, ni d'adénomégalies médiastinales. D'autres signes ont été rapportés comme la présence de fines réticulations, d'épaississement périfonchovasculaire, de dilatations vasculaires péri ou intralésionnelles ou de signes de distorsion parenchymateuse (16,17).

La présentation classique du COVID-19 pourrait être assez proche de celle d'autres pneumopathies virales, mais la topographie périphérique des lésions, la présence de fines réticulations et l'épaississement périfonchovasculaire seraient plus fréquemment retrouvés dans la pneumonie COVID-19 (18).

Certains patients infectés mais asymptomatiques peuvent présenter des anomalies à l'imagerie, cependant l'atteinte scanographique est généralement moins sévère (19,20).

Évolution des lésions scanographiques

Les plages en verre dépoli ont tendance à progresser au cours du temps, à la fois en étendue et en densité. Le suivi scanographique voit classiquement le verre dépoli évoluer vers un aspect dit de « crazy paving » (superposition de verre dépoli et de réticulations intra-lobulaires) et/ou de condensations parenchymateuses plus ou moins rétractiles (13,15,21,22) (Figure 2).

L'atteinte scanographique est maximale autour de J10 puis on observe le plus souvent une diminution progressive en taille et en densité des opacités parenchymateuses (15). Il existe encore peu de données sur l'aspect du parenchyme à distance de l'infection. Il semble que dans la plupart des cas, la restitution ad integrum du parenchyme pulmonaire soit obtenue au bout d'un mois environ (15,22). Des séquelles fibrosantes ont cependant été décrites dans les formes initialement graves (17).

Aspects scanographiques atypiques

Dans près de 10% des cas, l'atteinte pulmonaire du COVID-19 peut se présenter sous la forme de condensations pseudo-nodulaires, parfois accompagnées d'un signe du halo inversé faisant évoquer un pattern de pneumonie organisée (Figure 3). Des présentations unilatérales sont possibles dans 20 à 30% des cas environ, généralement à un stade précoce avant que les

lésions ne se bilatéralisent (9,23,24). On décrit également des atteintes à prédominance péribronchovasculaire ou parfois apicale (Figure 4) (16,25). Lorsque l'infection survient sur un poumon remanié (ex : emphysème, fibrose), la présentation classique multifocale périphérique est rarement retrouvée, et la comparaison avec les examens antérieurs peut être d'un grand secours (Figure 5).

Signes TDM de gravité

Le principal signe scanographique de gravité est l'étendue des anomalies parenchymateuses sur le scanner initial. De nombreuses études rapportent une corrélation entre l'extension des lésions et la sévérité clinique (21,26,27). La Société d'Imagerie Thoracique (SIT) recommande ainsi de grader l'atteinte parenchymateuse selon une classification visuelle en 5 stades, basée sur le pourcentage de poumon lésé : atteinte absente ou minime (<10%), modérée (10-25%), étendue (25-50%), sévère (50-75%) ou critique (>75%) (28) (Figure 6). Parallèlement à l'extension lésionnelle, la densité du parenchyme est également un marqueur de gravité, les condensations parenchymateuses apparaissant plus étendues que le verre dépoli chez les patients les plus graves (26). Un épanchement pleural ainsi qu'une distorsion architecturale précoce avec des bronchectasies de traction seraient aussi des marqueurs de sévérité (17) (Figure 7). Une série chinoise non encore publiée suggère que l'atteinte initiale des lobes supérieurs pourrait constituer un marqueur pronostique péjoratif.

Entre 15 et 30% des patients hospitalisés évoluent vers un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), principale cause de mortalité dans cette population, qui se caractérise en scanner par des condensations parenchymateuses bilatérales prédominant dans les régions déclives (6,29) (Figure 6).

Plusieurs complications peuvent en outre venir émailler l'évolution des pneumonies à SARS-CoV-2. Une surinfection bactérienne du parenchyme pulmonaire sera suspectée en cas d'apparition d'une condensation alvéolaire unilatérale associée à des adénopathies et/ou épanchements pleuraux (17). Bien qu'il n'y ait pas encore de grande série publiée, il semblerait que l'embolie pulmonaire soit fréquemment associée aux pneumonies COVID-19, en lien avec l'orage inflammatoire qui caractérise les formes graves. Une élévation importante des D-Dimères est un facteur de risque déjà établi (30). A ce jour, il n'y a pas lieu d'injecter systématiquement les examens scanographiques réalisés dans le bilan initial. En revanche, une discordance clinico-radiologique (dyspnée et hypoxémie non expliquées par les anomalies parenchymateuses) doit conduire à poursuivre l'exploration par un scanner injecté (Figure 8).

Une injection est également souhaitable en cas d'aggravation respiratoire d'un patient COVID-19 connu, notamment en service de réanimation. Il reste à évaluer l'intérêt d'une injection plus systématiquement réalisée chez les patients présentant un taux de D-Dimères très élevé.

Diagnostiques différentiels

Le recours très large au scanner thoracique au cours de l'épidémie conduit inévitablement à rencontrer d'autres causes de détresse respiratoire. Il peut être utile de rappeler la gamme étiologique des dyspnées aiguës (Tableau 1). Par argument de fréquence, les pneumonies lobaires bactériennes, bronchiolites infectieuses et œdèmes pulmonaires cardiogéniques sont les diagnostics différentiels les plus souvent retrouvés. Leurs signes scanographiques (syndrome micronodulaire, adénomégalies médiastinales et hilaires, épanchements pleuraux...) sont rarement présents dans le COVID-19, ce qui rend la distinction assez aisée dans la majorité des cas. Devant du verre dépoli bilatéral et diffus, a fortiori si le patient est immunodéprimé, il faut de principe évoquer une pneumocystose (Figure 9). Des condensations pulmonaires de densité mixte, sous-pleurales bilatérales, doivent faire suspecter des infarctus pulmonaires, d'autant plus si leur bords sont nets et rectilignes, leur forme triangulaire à base pleurale, et leur centre nécrotique (16). De telles images doivent conduire à la réalisation d'un angioscanner thoracique afin de rechercher une embolie pulmonaire (Figure 10). Enfin un aspect de pneumonie organisée est compatible avec un COVID-19, mais doit aussi faire évoquer les autres causes rencontrées hors contexte épidémique (médicamenteuse, post-radique, connectivites...)(16).

Spécificités chez l'enfant et la femme enceinte

Dans la population pédiatrique, le verre dépoli est également le signe prédominant. Le signe du « halo », correspondant à une opacité nodulaire entourée d'une couronne de verre dépoli, est plus fréquemment retrouvé que chez l'adulte (31). Les coinfections, notamment virales, seraient également plus fréquentes (31).

Chez la femme enceinte, peu de données sont disponibles à ce jour, mais il ne semble pas y avoir de transmission materno-foetale ni de complications spécifiques en per ou post-partum (32). Une série de 16 cas de COVID-19 chez des femmes en cours de grossesse rapporte une forme commune non grave d'atteinte respiratoire chez 15 de ces patientes, et une forme plus

sévère (1/16 : 6%) qui n'est pas devenue critique (33). Une autre série portant sur 38 femmes enceintes ne rapporte aucun décès (34).

Perspectives de l'intelligence artificielle (IA)

Les techniques d'IA et d'apprentissage machine ont révolutionné l'imagerie médicale ces dernières années. Elles sont à l'évidence très prometteuses pour le diagnostic positif de pneumonie COVID-19, pour quantifier de façon automatique l'extension lésionnelle, et pour extraire des images scanographiques des biomarqueurs qui constitueront autant de facteurs pronostiques potentiels. A ce jour seuls deux articles ont rapporté les performances d'algorithmes de deep learning, mais les mois à venir verront probablement s'accumuler des travaux similaires. Le premier travail, issu de la ville de Wuhan en Chine, a été réalisé à partir d'une base de données de 4356 scanners (30% de COVID-19, 40% de pneumonies communautaires et 30% de pneumopathies non infectieuses). Le modèle de deep learning utilisé, dont le code a été laissé en accès libre par les auteurs, diagnostiquait une pneumonie COVID-19 avec une sensibilité de 90% et une spécificité de 96%, ce qui permettait un diagnostic différentiel fiable avec les pneumonies communautaires (35). Une autre équipe de Wuhan a entraîné un algorithme de deep learning sur une base annotée de 842 patients COVID-19, et l'a testé sur une série indépendante de 126 patients afin de quantifier automatiquement l'atteinte parenchymateuse. Les pourcentages d'atteinte parenchymateuse étaient significativement différents selon que l'atteinte clinique était légère, modérée ou sévère, et cette quantification automatique permettait également un suivi longitudinal des patients (36).

Conclusion

L'imagerie scanographique joue un rôle clé dans la prise en charge de la pneumonie COVID-19, notamment lors du bilan initial en permettant un triage rapide des patients dyspnéiques. L'extension lésionnelle en scanner est corrélée à la sévérité clinique et doit être évaluée de façon semi-quantitative par le radiologue. Dans un avenir probablement proche, les techniques d'IA devraient permettre d'automatiser le diagnostic positif et la quantification lésionnelle, et peut-être autoriser l'extraction de biomarqueurs prédictifs du devenir des patients COVID-19.

Déclaration de liens d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêt

Journal Pre-proof

Références

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Yang B, Song J, et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 24 janv 2020;382(8):727- 33.
2. Kucharski AJ, Russell TW, Diamond C, Liu Y, Edmunds J, Funk S, et al. Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study. *Lancet Infect Dis* [Internet]. [cité 7 avr 2020]; Disponible sur: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30144-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30144-4)
3. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* [Internet]. 24 févr 2020 [cité 4 juill 2020]; Disponible sur: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>
4. <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a-coronavirus/articles/infection-au-nouveau-coronavirus-sars-cov-2-covid-19-france-et-monde#block-242818>.
5. Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang W, Ou C, He J, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med* [Internet]. 28 févr 2020 [cité 30 mars 2020]; Disponible sur: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>
6. Huang C, Wang Y, Li X. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395:497.
7. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 19 févr 2020;200432.
8. Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, et al. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA* [Internet]. 11 mars 2020 [cité 30 mars 2020]; Disponible sur: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3786>
9. Ai T, Yang Z, Hou H, Zhan C, Chen C, Lv W, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. 26 févr 2020;200642.
10. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time Course of Lung Changes On Chest CT During Recovery From 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia. *Radiology*. 13 févr 2020;200370.
11. Li Y, Xia L. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Role of Chest CT in Diagnosis and Management. *Am J Roentgenol*. 4 mars 2020;1- 7.
12. https://has-sante.fr/jcms/p_3178626/fr/reponse-rapide-dans-le-cadre-du-covid-19-indications-du-scanner-thoracique.
13. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, et al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology*. 20 févr 2020;200463.
14. Caruso D, Zerunian M, Polici M, Pucciarelli F, Polidori T, Rucci C, et al. Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy. *Radiology*. 3 avr 2020;201237.
15. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezanezhad A. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients. *Am J Roentgenol*. 14 mars 2020;1- 7.

16. Ye Z, Zhang Y, Wang Y, Huang Z, Song B. Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pictorial review. *Eur Radiol* [Internet]. 19 mars 2020; Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06801-0>
17. Zhao W, Zhong Z, Xie X, Yu Q, Liu J. Relation Between Chest CT Findings and Clinical Conditions of Coronavirus Disease (COVID-19) Pneumonia: A Multicenter Study. *Am J Roentgenol*. 3 mars 2020;1- 6.
18. Bai HX, Hsieh B, Xiong Z, Halsey K, Choi JW, Tran TML, et al. Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT. *Radiology*. 10 mars 2020;200823.
19. Inui S, Fujikawa A, Jitsu M, Kunishima N, Watanabe S, Suzuki Y, et al. Chest CT Findings in Cases from the Cruise Ship “Diamond Princess” with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Radiol Cardiothorac Imaging*. 17 mars 2020;2(2):e200110.
20. Bandirali M, Sconfienza LM, Serra R, Brembilla R, Albano D, Ernesto PF, et al. Chest X-ray findings in asymptomatic and minimally symptomatic quarantined patients in Codogno, Italy. *Radiology*. 27 mars 2020;201102.
21. Xiong Y, Sun D, Liu Y, Fan Y, Zhao L, Li X, et al. Clinical and High-Resolution CT Features of the COVID-19 Infection: Comparison of the Initial and Follow-up Changes. *Invest Radiol* [Internet]. 9000; Publish Ahead of Print. Disponible sur: https://journals.lww.com/investigativeradiology/Fulltext/publishahead/Clinical_and_High_Resolution_CT_Features_of_the.98830.aspx
22. Wang Y, Dong C, Hu Y, Li C, Ren Q, Zhang X, et al. Temporal Changes of CT Findings in 90 Patients with COVID-19 Pneumonia: A Longitudinal Study. *Radiology*. 19 mars 2020;200843.
23. Kanne JP. Chest CT Findings in 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Infections from Wuhan, China: Key Points for the Radiologist. *Radiology*. 4 févr 2020;295(1):16- 7.
24. Shi H, Han X, Jiang N, Cao Y, Alwalid O, Gu J, et al. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet Infect Dis*. 1 avr 2020;20(4):425- 34.
25. Chung M, Bernheim A, Mei X, Zhang N, Huang M, Zeng X, et al. CT Imaging Features of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV). *Radiology*. 4 févr 2020;295(1):202- 7.
26. Li K, Wu J, Wu F, Guo D, Chen L, Fang Z, et al. The Clinical and Chest CT Features Associated with Severe and Critical COVID-19 Pneumonia. *Invest Radiol* [Internet]. 9000; Publish Ahead of Print. Disponible sur: https://journals.lww.com/investigativeradiology/Fulltext/publishahead/The_Clinical_and_Chest_CT_Features_Associated_with.98832.aspx
27. Yang R, Li X, Liu H, Zhen Y, Zhang X, Xiong Q, et al. Chest CT Severity Score: An Imaging Tool for Assessing Severe COVID-19. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 30 mars 2020;2(2):e200047.
28. <http://ebulletin.radiologie.fr/covid19>.
29. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus–Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 17 mars 2020;323(11):1061 - 9.
30. Tang N, Li D, Wang X, Sun Z. Abnormal coagulation parameters are associated with poor prognosis in patients with novel coronavirus pneumonia. *J Thromb Haemost*. 1 avr 2020;18(4):844- 7.
31. Xia W, Shao J, Guo Y, Peng X, Li Z, Hu D. Clinical and CT features in pediatric patients with COVID-19 infection: Different points from adults. *Pediatr Pulmonol* [Internet]. 5 mars 2020 [cité 2 avr 2020];n/a(n/a). Disponible sur: <https://doi.org/10.1002/ppul.24718>

32. Qiao J. What are the risks of COVID-19 infection in pregnant women? *The Lancet*. 7 mars 2020;395(10226):760- 2.
33. Zhang L, Jiang Y, Wei M, Cheng B, Zhou X, Li J, et al. Analysis of the pregnancy outcomes in pregnant women with COVID-19 in Hubei Province. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi*. 7 mars 2020;55:E009.
34. Schwartz DA. An Analysis of 38 Pregnant Women with COVID-19, Their Newborn Infants, and Maternal-Fetal Transmission of SARS-CoV-2: Maternal Coronavirus Infections and Pregnancy Outcomes. *Arch Pathol Lab Med* [Internet]. 17 mars 2020 [cité 29 mars 2020]; Disponible sur: <https://doi.org/10.5858/arpa.2020-0901-SA>
35. Li L, Qin L, Xu Z, Yin Y, Wang X, Kong B, et al. Artificial Intelligence Distinguishes COVID-19 from Community Acquired Pneumonia on Chest CT. *Radiology*. 19 mars 2020;200905.
36. Huang L, Han R, Ai T, Yu P, Kang H, Tao Q, et al. Serial Quantitative Chest CT Assessment of COVID-19: Deep-Learning Approach. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 30 mars 2020;2(2):e200075.

Légendes des figures

Figure 1 : Présentation scanographique typique de pneumonie COVID-19 chez un homme de 35 ans. Scanner thoracique sans injection en coupes axiales (A, B, C), coronale (D) et sagittale (E). Plages de verre dépoli (flèches) bilatérales, sous-pleurales, prédominant dans les régions postérieures.

Figure 2 : Evolution des lésions scanographiques de pneumonie COVID-19 chez un homme de 58 ans. Scanner thoracique sans injection réalisé au début des symptômes (A, C) et après une semaine d'évolution (B, D). Les zones pathologiques initialement en verre dépoli (flèches) laissent place à des plages de condensation discrètement réticulées et rétractiles (têtes de flèche).

Figure 3 : Présentation nodulaire de pneumonie COVID-19 chez une femme de 33 ans. Scanner thoracique sans injection en coupes axiales (A-D). Plusieurs formations nodulaires bilatérales du parenchyme pulmonaire, certaines présentant un verre dépoli central ou signe du halo inversé (flèche), d'autres un caractère sous-pleural arciforme (têtes de flèche), évocateurs d'un pattern de pneumonie organisée.

Figure 4 : Présentation atypique de pneumonie COVID-19 chez une femme enceinte de 32 ans. Angioscanner thoracique en coupe axiale (A) et coronale (B). Plages de verre dépoli prédominant dans les régions centrales et épargnant les bases (flèches). L'injection permet d'éliminer une embolie pulmonaire chez cette patiente à 28 semaines d'aménorrhée.

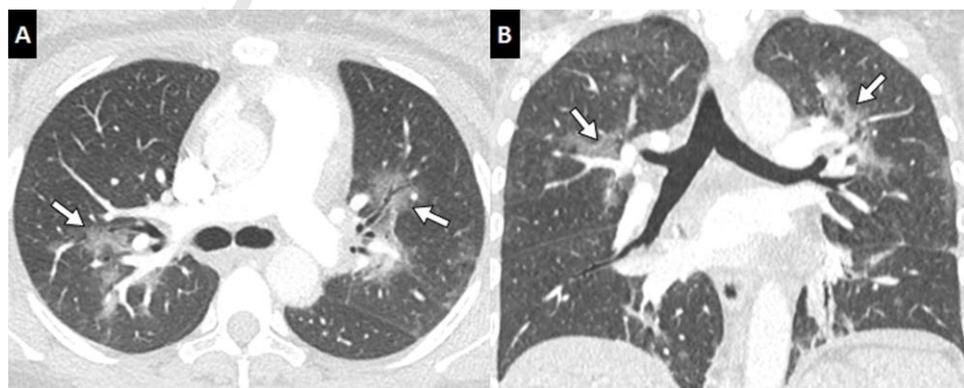


Figure 5 : Pneumonie COVID-19 chez une patiente de 64 ans aux antécédents de BPCO emphysémateuse sévère. Scanner thoracique de mars 2020 (A) dont l'interprétation est facilitée par la comparaison avec un scanner de juillet 2019 (B). Plages de verre dépoli hétérogènes (flèches) dans les zones de moindre destruction parenchymateuse, associées à des condensations déclives (têtes de flèche).

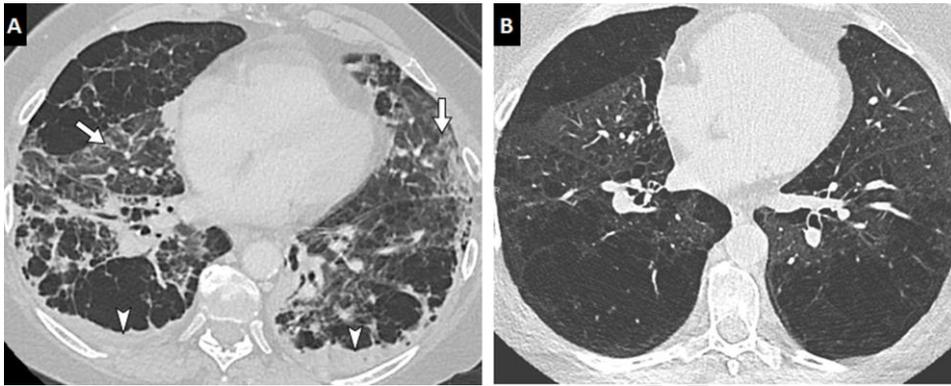


Figure 6 : Différents degrés d'atteinte de pneumonie COVID-19. L'atteinte pulmonaire, évaluée visuellement comme le ratio du poumon pathologique sur le poumon sain, peut être classée comme minime <10% (A), modérée 10-25% (B), étendue 25-50% (C), sévère 50-75% (D) ou critique >75% (E). Une atteinte diffuse et des condensations déclives font évoquer un syndrome de détresse respiratoire aigu (E).

Figure 7 : Evolution fibrosante des lésions de COVID-19 chez un homme de 55 ans. Scanner thoracique sans injection réalisé au début des symptômes (A-C) montrant des plages de verre dépoli multifocales bilatérales à prédominance sous-pleurale. L'angioscanner (D-F) réalisé à J8 pour dégradation de l'état respiratoire ne retrouve pas d'embolie pulmonaire mais montre une progression lésionnelle, des plages de crazy paving et une distorsion parenchymateuse débutante avec des bronchectasies de traction (flèches).

Figure 8 : Pneumonie COVID-19 associée à une embolie pulmonaire sévère chez une femme de 36 ans. L'analyse en fenêtre parenchymateuse (A, C) montre des plages de condensation périphériques, certaines de morphologie arciforme (flèche) en rapport avec la pneumonie virale. L'analyse en fenêtre médiastinale (B, D) montre des embolies pulmonaires bilatérales proximales (têtes de flèche) ainsi qu'un épanchement pleural gauche.

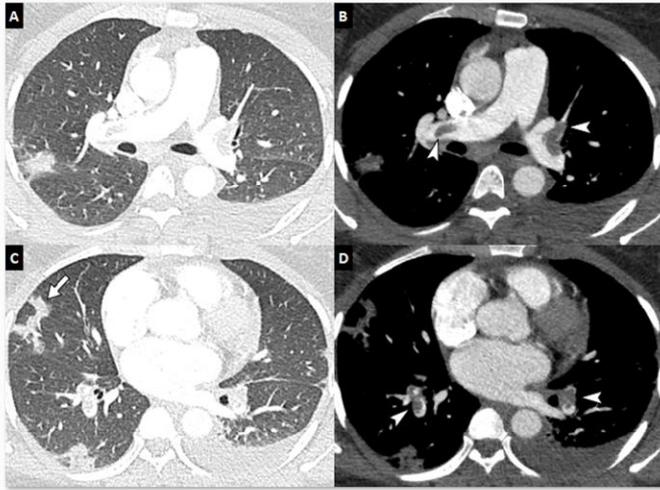
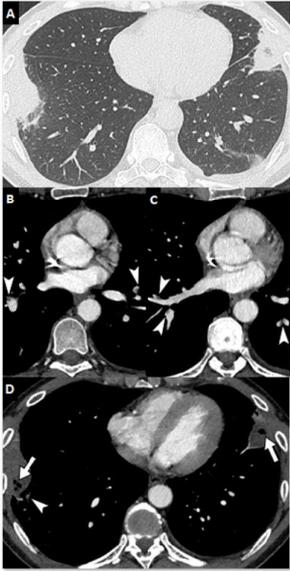


Figure 9 : Pneumocystose chez un homme de 65 ans transplanté hépatique. Plages de verre dépoli bilatérales étendues avec discret caractère rétractile.



Figure 10 : Infarctus pulmonaires bilatéraux chez un homme de 52 ans. Le scanner initial réalisé sans injection (A) montre des condensations périphériques triangulaires à base pleurale. L'angioscanner réalisé dans un second temps (B-D) montre de multiples embolies bilatérales segmentaires et sous-segmentaires (têtes de flèche). Les clartés gazeuses au sein des plages de condensation (flèches) sont très évocatrices d'infarctus pulmonaires.



Journal Pre-proof

Tableau 1. Causes de dyspnée aiguë diagnostiquées par l'imagerie (donc à l'exclusion des causes neuro-musculaires et métaboliques).

Causes respiratoires	
	Pneumothorax
	Pleurésie
	Bronchites, bronchiolites et pneumonies infectieuses
	Pneumopathies aiguës non infectieuses
	Pneumonie organisée
	Pneumopathie d'hypersensibilité
	Pneumonie aiguë à éosinophiles
	Pneumopathie médicamenteuse
	Hémorragie alvéolaire
	Décompensation ou exacerbation de pneumopathies chroniques
	BPCO, asthme, dilatation des bronches
	Mucoviscidose
	Sarcoïdose
	Fibroses pulmonaires
	Causes tumorales
	Tumeur trachéale, carinaire ou bronchique proximale
	Envahissement médiastinal avec syndrome cave supérieur
	Lymphangite carcinomateuse
	Miliaire carcinomateuse
	Adénocarcinome mucineux diffus de forme pneumonique
	Envahissement tumoral du nerf phrénique
Causes cardiovasculaires	
	Embolie pulmonaire aiguë
	Œdème aigu du poumon
	Hypertension artérielle pulmonaire
	Epanchement péricardique
Autres causes	
	Causes ORL
	Corps étranger inhalé
	Goitre
	Eventration ou hernie diaphragmatique