

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple-Un But-Une Foi



Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako
Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie (FMOS)

Année universitaire : 2025 - 2026

THESE

Thèse N°...../

Apport du « VCAR Thoracic » intégrant l'intelligence artificielle dans
l'évaluation de l'atteinte pulmonaire de la maladie à COVID 19.

Présentée et Soutenue publiquement le/...../2026 devant le jury de la Faculté de Médecine et
d'Odontostomatologie

Par :

M. Ibrahim TOGOLA

Pour l'obtention du Grade de Docteur en Médecine (Diplôme d'Etat)

JURY

Président : M. Yacouba TOLOBA, Professeur

Directeur : M. Abdoulaye KONE, Maître de conférences agrégé

Membres : M. Kassim SIDIBE, Radiologue

: M. Cheick O. BAGAYOKO, Professeur

LISTE DES ENSEIGNANTS

LISTE DES ENSEIGNANTS

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



FACULTE DE MEDECINE ET D'ODONTOSTOMATOLOGIE

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple-Un But-Une Foi



SECRETARIAT PRINCIPAL

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE MEDECINE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE ANNEE UNIVERSITAIRE 2025-2026

ADMINISTRATION

DOYEN : **Mme Mariam SYLLA** - PROFESSEUR

VICE-DOYEN : **Mr Mamadou Lamine DIAKITE** – PROFESSEUR

SECRETAIRE PRINCIPAL : **Mr Monzon TRAORE** - MAITRE DE CONFERENCES

AGENT COMPTABLE : **Mr Yaya CISSE** - INSPECTEUR DU TRESOR

LES ENSEIGNANTS A LA RETRAITE

N°	PRENOM S ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Ali Nouhoum DIALLO	Médecine Interne
2	Mr Aly GUINDO	Gastro-Entérologie
3	Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
4	Mr Siné BAYO	Anatomie-Pathologie-Histo-Embryologie
5	Mr Sidi Yaya SIMAGA	Santé Publique
6	Mr Abdoulaye Ag RHALY	Médecine Interne
7	Mr Boulkassoum HAIDARA	Législation
8	Mr Sambou SOUMARE	Chirurgie Générale
9	Mr Abdou Alassane TOURE	Orthopédie Traumatologie
10	Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
11	Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
12	Mme SY Assitan SOW	Gynécologie/Obstétrique
13	Mr Abdourahamane S. MAIGA	Parasitologie
14	Mr Abdel Karim ROUMARE	Chirurgie Générale
15	Mr Amadou DIALLO	Zoologie - Biologie
16	Mr Kalilou OUATTARA	Urologie
17	Mr Amadou DOLO	Gynécologie/Obstétrique
18	Mr Baba ROUMARE	Psychiatrie
19	Mr Bouba DIARRA	Bactériologie - Virologie

20	Mr Bréhima ROUMARE	Bactériologie - Virologie
21	Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie
22	Mr Souleyennane DIALLO	Pneumologie
23	Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie
24	Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
25	Mr Amadou TOURE	Histo-Embryologie
26	Mr Mahamane Kalilou MAIGA	Néphrologie
27	Mr Fififing SISSOKO	Chirurgie Générale
28	Mr Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
29	Mr Somita KEITA	Dermatologie-Léprologie
30	Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-Entérologie
31	Mr Aihousseini Ag MOHAMED	ORL
32	Mme TRAORE J. THOMAS	Ophthalmologie
33	Mr Issa DIARRA	Gynécologie/Obstétrique
34	Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie-Léprologie
35	Mr Yeya Tiémoko TOURE	Entomologie Médicale, Biologie cellulaire, Génétique
36	Mr Sékou SIDIBE	Orthopédie Traumatologie
37	Mr Adama SANGARE	Orthopédie Traumatologie
38	Mr Sanoussi BAMANI	Ophthalmologie
39	Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie-Diabétologie
40	Mr Adama DIAWARA	Santé Publique
41	Mme Fatimata Sambou DIABATE	Gynécologie/Obstétrique
42	Mr Bakary Y. SACKO	Biochimie
43	Mr Moustapha TOURE	Gynécologie/Obstétrique
44	Mr Boubakar DIALLO	Cardiologie
45	Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
46	Mr Mamady KANE	Radiologie et Imagerie Médicale
47	Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
48	Mr. Mamadou TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
49	Mr Mamadou Souncalo TRAORE	Santé Publique
50	Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
51	Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
52	Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
53	Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
54	Mr Souleymane TOGORA	Odontologie
55	Mr Oumar WANE	Chirurgie Dentaire
56	Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie-Réanimation
57	Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
58	Mr Ibrahim 1. MAIGA	Bactériologie-Virologie
59	Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-Entérologie-Hépatologie
60	Mr Siaka SIDIBE	Radiologie et Imagerie Médicale
61	Mr Aly TEMBELY	Urologie
62	Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie Traumatologie
63	Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
64	Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
65	Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
66	Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie
67	Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
68	Mr Youssef SOW	Chirurgie Générale
69	Mme Fatimata KONANDJI	Ophthalmologie

70	Mme Diénéba DOUMBIA	Anesthésie/Réanimation
71	Mr Nouhoum ONGOIBA	Anatomie & Chirurgie Générale
72	Mr Niani MOUNKORO	Gynécologie/Obstétrique
73	Mr Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
74	Mr Sidi Mohamed COULIBALY	Ophthalmologie
75	Mme Hawa THIAM	Dermatologie
76	Mr Hamidou Baba SACKO	ORL
77	Mr Youssouf COULIBALY	Anesthésie-Réanimation
78	Mr Diibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
79	Mr Mamadou BA	Biologie, Parasitologie Entomologie Médicale

D.E.R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE		
N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Aladii Seïdou DEMBELE	Anesthésie-Réanimation
2	Mr Brouiave Massaoülé SAMAKE	Anesthésie Réanimation
3	Mr Diibo Mahamane DIANGO	Anesthésie-Réanimation
4	Mr Mohamed KEITA	Anesthésie Réanimation
5	Mr Adegné TOGO	Chirurgie Générale Chef de DER
6	Mr Alhassane TRAORE	Chirurgie Générale
7	Mr Bakary Tientigui DEMBELE	Chirurgie Générale
8	Mr Birama TOGOLA	Chirurgie Générale
9	Mr. Drissa TRAORE	Chirurgie Générale
10	Mr Soumaïla KEITA	Chirurgie Générale
11	Mr Yacaria COULIBALY	Chirurgie Pédiatrique
12	Mr Moussa Abdoulaye OUATTARA	Chirurgie Thoracique et cardio-vasculaire
13	Mr Sadio MENA	Chirurgie Thoracique
14	Mr Seydou TOGO	Chirurgie Thoracique et Cardio Vasculaire
15	Mr Tioukani THERA	Gynécologie/Obstétrique
16	Mr Youssouf TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
17	Mr Drissa KANIKOMO	Neurochirurgie
18	Mr Oumar DIALLO	Neurochirurgie
19	Mr Japhet Pobanou THERA	Ophthalmologie
20	Mme Kadidiatou SINGARE	ORL-Rhino-Laryngologie
21	Mr Mohamed Amadou KEITA	ORL
22	Mr Honoré Jean Gabriel BERTHE	Urologie
23	Mr Mamadou Lamine DIAKITE	Urologie

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE		
N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Abdoul Hamidou ALMEIMOUNE	Anesthésie Réanimation
2	Mr Abdoulaye TRAORE	Anesthésie Réanimation
3	Mr Daouda DIALLO	Anesthésie Réanimation
4	Mr Mahamadoun COULIBALY	Anesthésie Réanimation
5	Mr Mamadou Karim TOURE	Anesthésie Réanimation
6	Mr Moustapha Issa MANGANE	Anesthésie Réanimation
7	Mr Nouhoum DIANI	Anesthésie-Réanimation
8	Mr Seydina Alioune BEYE	Anesthésie Réanimation

9	Mr Siriman Abdoulaye KOITA	Anesthésie Réanimation
10	Mr Thierno Madane DIOP	Anesthésie Réanimation
11	Mr Abdoulaye DIARRA	Chirurgie Générale
12	Mr Amadou TRAORE	Chirurgie Générale
13	Mr Boubacar KAREMBE	Chirurgie Générale
14	Mr Bréhima BENGALY	Chirurgie Générale
15	Mr Idrissa TOUNKARA	Chirurgie Générale
16	Mr Koniba KEITA	Chirurgie Générale
17	Mr Lassana KANTE	Chirurgie Générale
18	Mr Madiassa KONATE	Chirurgie Générale
19	Mr Sékou Bréhima KOUMARE	Chirurgie Générale
20	Mr Sidiki KEITA	Chirurgie Générale
21	Mr Kalifa COULIBALY	Chirurgie orthopédique et traumatologie
22	Mr Issa AMADOU	Chirurgie Pédiatrique
23	Mr Abdoulaye SISSOKO	Gynécologie/Obstétrique
24	Mr Alassane TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
25	Mr Amadou BOCOUM	Gynécologie/Obstétrique
26	Mme Aminata KOUMA	Gynécologie/Obstétrique
27	Mr Ibrahima TEGUETE	Gynécologie/Obstétrique
28	Mr Ibrahim Ousmane KANTE	Gynécologie/Obstétrique
29	Mr Mamadou SIMA	Gynécologie/Obstétrique
30	Mr Seydou FANE	Gynécologie/Obstétrique
31	Mr Soumana Oumar TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
32	Mr Boubacar BA	Médecine et chirurgie buccale
33	Mr Mahamadou DAMA	Neurochirurgie
34	Mr Mamadou Salia DIARRA	Neurochirurgie
35	Mr Moussa DIALLO	Neurochirurgie
36	Mr Oumar COULIBALY	Neurochirurgie
37	Mr Youssouf SOGOBA	Neurochirurgie
38	Mr Abdoulaye NAPO	Ophtalmologie
39	Mr Adama GUINDO	Ophtalmologie
40	Mme Fatoumata SYLLA	Ophtalmologie
41	Mr Lamine TRAORE	Ophtalmologie
42	Mr Nouhoum GUIROU	Ophtalmologie
43	Mr Seydou BAKAYOKO	Ophtalmologie
44	Mr Boubacary GUINDO	ORL-CCF
45	Mr Fatogoma Issa KONE	ORL
46	Mr Siaka SOUMAORO	ORL
47	Mr Youssouf SIDIBE	ORL
48	Mme Kadidia Oumar TOURE	Orthopédie Dentofaciale
49	Mr Abdoul Kadri MOUSSA	Orthopédie Traumatologie
50	Mr Layes TOURE	Orthopédie Traumatologie
51	Mr Mahamadou DIALLO	Orthopédie Traumatologie
52	Mr Bougadary COULIBALY	Prothèse Scellée
53	Mr Alphousseiny TOURE	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
54	Mr Amady COULIBALY	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
55	Mr Alkadri DIARRA	Urologie
56	Mr Amadou KASSOGUE	Urologie
57	Mr Dramane Nafou CISSE	Urologie
58	Mr Mamadou Tidiani COULIBALY	Urologie

59	Mr Moussa Salifou DIALLO	Urologie
----	--------------------------	----------

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mme Fadima Koréissy TALL	Anesthésie Réanimation
2	Mr Seydou GUEYE	Chirurgie Buccale
3	Mr Ahmed BA	Chirurgie Dentaire
4	Mr Mohamed Kassoum DJIRE	Chirurgie Pédiatrique
5	Mr Abdoul Aziz MAIGA	Chirurgie Thoracique
6	Mr Abdoulaye KASSAMBARA	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
7	Mr Mamadou DIARRA	Ophtalmologie
8	Mme Assiatou SIMAGA	Ophtalmologie
9	Mme Hapssa KOITA	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mme Lydia B. SITA	Stomatologie

D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Bakarou KAMATE	Anatomie-Pathologie
2	Mr Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie-Pathologie Chef de DER
3	Mr Bakary MAIGA	Immunologie
4	Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie - Mycologie
5	Mme Safiatou NIARE	Parasitologie - Mycologie

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Abdoulaye KANTE	Anatomie
2	Mr Bourama COULIBALY	Anatomie Pathologie
3	Mme Aminata MAIGA	Bactériologie-Virologie
4	Mr Bassirou DIARRA	Bactériologie-Virologie
5	Mme Dieneba Bocar FOFANA	Bactériologie-Virologie
6	Mr Ousmane MAIGA	Biologie, Entomologie, Parasitologie
7	Mr Boubacar Sidiki Ibrahim DRAME	Biologie Médicale/Biochimie Clinique
8	Mr Moussa FANE	Biologie, Santé publique, Santé-Environnement
9	Mr Adama DAO	Entomologie médicale
10	Mr Drissa COULIBALY	Entomologie médicale
11	Mr Oumar SAMASSEKOU	Génétique/Génomique
12	Mr Bréhima DIAKITE	Génétique et Pathologie Moléculaire
13	Mr Yaya KASSOGUE	Génétique et Pathologie Moléculaire
14	Mr Sidi Boula SISSOKO	Histologie embryologie et cytogénétique
15	Mr Abdoulaye KONE	Parasitologie - Mycologie

16	Mr Aboubacar Alassane OUMAR	Pharmacologie
17	Mr Sanou Kho COULIBALY	Toxicologie

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mme Assitan DIAKITE	Biologie
2	Antiémé Combo Georges TOGO	Contrôle de qualité des aliments
3	Mr Moussa KEITA	Entomologie Parasitologie
4	Mr Hama Abdoulaye DIALLO	Immunologie
5	Mr Saïdou BALAM	Immunologie
6	Mr Sidy BANE	Immunologie
7	Mr Modibo SANGARE	Pédagogie en Anglais adapté à la Recherche Biomédicale
8	Mr Bamodi SIMAGA	Physiologie

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Tata TOURE	Anatomie
2	Ibrahim KEITA	Biologie moléculaire
3	Mr Boubacar COULIBALY	Entomologie, Parasitologie médicale
4	Mme Nadié COULIBALY	Microbiologie, Contrôle Qualité

D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Ichaka MENTA	Cardiologie
2	Mr Souleymane COULIBALY	Cardiologie
3	Mr Ousmane FAYE	Dermatologie-Vénérologie
4	Mr Moussa T. DIARRA	Hépatogastro-Entérologie
5	Mr Daouda K. MINTA	Maladies Infectieuses et Tropicales
6	Mr Issa KONATE	Maladies Infectieuses et Tropicales
7	Mr Sounkalo DAO	Maladies Infectieuses et Tropicales
8	Mme KAYA Assétou SOUKHO	Médecine Interne
9	Mr Youssoufa Mamoudou MAIGA	Neurologie
10	Mr Abdoul Aziz DIAKITE	Pédiatrie
11	Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
12	Mme Fatoumata DICKO	Pédiatrie
13	Mme Mariam SYLLA	Pédiatrie
14	Mr Yacouba TOLOBA	Pneumo-Phtisiologie Chef de DER
15	Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie
16	Mr Adama Diaman KEITA	Radiologie et Imagerie Médicale
17	Mr Mahamadou DIALLO	Radiologie et Imagerie Médicale

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
----	------------------	------------

1	Mme Asmaou KEITA	Cardiologie
2	Mr Boubacar SONFO	Cardiologie
3	Mme COUMBA Adiaratou THIAM	Cardiologie
4	Mr Hamidou Oumar BA	Cardiologie
5	Mr Ibrahim SANGARE	Cardiologie
6	Mr 110 Bella DIALLO	Cardiologie
7	Mr Mamadou DIAKITE	Cardiologie
8	Mr Mamadou TOURE	Cardiologie
9	Mme Mariam SAKO	Cardiologie
10	Mr Massama KONATE	Cardiologie
11	Mr Samba SIDIBE	Cardiologie
12	Mr Youssouf CAMARA	Cardiologie
13	Mr Adama Aguisa DICKO	Dermatologie
14	Mr Mamadou GASSAMA	Dermatologie
15	Mr Yamoussa KARABINTA	Dermatologie
16	Mme SOW Diénéba SYLLA	Endocrinologie, Maladies Métaboliques et Nutrition
17	Mr Anselme KONATE	Hépatogastro-Entérologie
18	Mme Hourouma SOW	Hépatogastro-Entérologie
19	Mme Kadiatou DOUMBIA	Hépatogastro-Entérologie
20	Mme Sanra Déborah SANOGO	Hépatogastro-Entérologie
21	Mr Abdoulaye Mamadou TRAORE	Maladies Infectieuses et Tropicales
22	Mr Garan DABO	Maladies Infectieuses et Tropicales
23	Mr Jean Paul DEMBELE	Maladies Infectieuses et Tropicales
24	Mr Yacouba CISSOKO	Maladies Infectieuses et Tropicales
25	Mr Mamadou A.C. CISSE	Médecine d'Urgence
26	Mme Djénébou TRAORE	Médecine Interne
27	Mr Djibril SY	Médecine Interne
28	Mr Hamadoun YATTARA	Néphrologie
29	Mr Seydou SY	Néphrologie
30	Mr Guida LANDOURE	Neurologie
31	Mr Seybou HASSANE	Neurologie
32	Mr Thomas COULIBALY	Neurologie
33	Mr Belco MAIGA	Pédiatrie
34	Mme Diénéba KONATE	Pédiatrie
35	Mme Fatoumata Léonie François DIAKITE	Pédiatrie
36	Mr Fousseyni TRAORE	Pédiatrie
37	Mr Karamoko SACKO	Pédiatrie
38	Mme N'Drain SIDIBE	Pédiatrie
39	Mr Dianguina dit Noumou SOUMARE	Pneumologie
40	Mme Khadidia OUATTARA	Pneumologie
41	Mr Souleymane dit Papa COULIBALY	Psychiatrie
42	Mr Abdoulaye KONE	Radiologie et Imagerie Médicale
43	Mr Ilias GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
44	Mr Issa CISSE	Radiologie et Imagerie Médicale
45	Mr Mody Abdoulaye CAMARA	Radiologie et Imagerie Médicale
46	Mr Ouncoumba DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
47	Mr Ousmane TRAORE	Radiologie et Imagerie Médicale
48	Mr Salia COULIBALY	Radiologie et Imagerie Médicale
49	Mr Souleymane SANOGO	Radiologie et Imagerie Médicale
50	Mr Adama DIAKITE	Radiothérapie

51	Mr Aphou Sallé KONE	Radiothérapie
52	Mr Koniba DIABATE	Radiothérapie
53	Mr Idrissa Ah. CISSE	Rhumatologie

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Diakalia Siaka BERTHE	Hématologie
2	Mr Yacouba FOFANA	Hématologie
3	Mr Drissa Mansa SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
4	Mr Issa Souleymane GOITA	Médecine de la Famille/Communautaire
5	Mr Souleymane SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
6	Mr Adama Seydou SISSOKO	Neurologie-Neurophysiologie
7	Mr Aboubacar Sidiki N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
8	Mr Alassane KOUMA	Radiologie et Imagerie Médicale
9	Mme Hawa DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
10	Mr Mahamadoun GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
11	Mr Mamadou DEMBELE	Radiologie et Imagerie Médicale
12	Mr Mamadou N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
13	Mr Diigui KEITA	Rhumatologie

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM S ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Boubacari Ali TOURE	Hématologie Clinique

D.E.R. DE SANTE PUBLIQUE

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Seydou DOUMBIA	Epidémiologie
2	Mr Sor Ibrahim DIAWARA	Epidémiologie
3	Mr Cheick Oumar BAGAYOKO	Informatique Médicale
4	Mr Hamadoun SANGHO	Santé Publique, Chef de D.E.R.

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM S ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Abdourahmane COULIBALY	Anthropologie de la Santé
2	Mr Oumar THIERO	Biostatistique/Bioinformatique
3	Mr Cheick Abou COULIBALY	Epidémiologie
4	Mr Housseini DOLO	Epidémiologie
5	Mr Oumar SANGHO	Epidémiologie
6	Mr Nafomon SOGOBA	Epidémiologie
7	Mr Nouhoum TELLY	Epidémiologie
8	Mr Moctar TOUNKARA	Epidémiologie
9	Mr Birama Apho LY	Santé Publique

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
N°	Mr Samba DIARRA	Anthropologie de la Santé
2	Mme Halimatou DIAWARA	Economie de la santé
3	Mr Mahamoudou TOURE	Epidémiologie
4	Mr Souleymane Sékou DIARRA	Epidémiologie
5	Mme Fatoumata Korika TOUNKARA	Epidémiologie/ Santé Publique
6	Mr Salia KEITA	Médecine de la Famille/Communautaire
7	Mr Cheick Papa Oumar SANGARE	Nutrition
8	Mr Bakal DIARRA	Santé Publique
9	Mme Lalla Fatouma TRAORE	Santé Publique
10	Mr Ogobara KODIO	Santé Publique
11	Mr Ousmane LY	Santé Publique
12	Mr Ilo DICKO	Santé Publique
13	Mr Abdoul Salam DIARRA	Santé Publique

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Seydou DIARRA	Anthropologie de la Santé
2	Mr Abdrahamane ANNE	Bibliothéconomie-Bibliographie
3	Mr Bakary COULIBALY	Bibliothèques
4	Mr Mahmoud CISSE	Informatique médicale
5	Mme Fatoumata KONATE	Nutrition et Diététique
6	Mr Moussa SANGARE	Orientation, contrôle des maladies
7	Mr Mohamed Mounine TRAORE	Santé Communautaire
8	Mme Diénéba DIARRA	Santé de la reproduction
9	Mme Niélé Hawa DIARRA	Santé Publique
10	Mr Brahima KONATE	Méthodes statistiques en santé

CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Babou BAH	Anatomie
2	Mr Nicolas GUINDO	Anglais
3	Mr Toumaniba TRAORE	Anglais
4	Mr Diibril Mamadou COULIBALY	Biochimie
5	Mr Klétigui Casimir DEMBELE	Biochimie
6	Mr Madani MARICO	Chimie générale
7	Mr Blaise DACKOUCO	Chimie organique
8	Mr Mamadou BA	Chirurgie Buccale
9	Mr Oumar KOITA	Chirurgie Buccale
10	Mr Mohamed Cheick HAIDARA	Droit médical appliqué à l'odontologie et Odontologie légale
11	Mr Yaya TOGO	Economie de la santé
12	Mr Bah TRAORE	Endocrinologie
13	Mr Modibo MARIKO	Endocrinologie
14	Mr Baba DIALLO	Santé publique bucco-dentaire
15	Mr Zana Lamissa SANOCJO	Ethique-Déontologie

16	Mr Issa COULIBALY	Gestion
17	Mr Kassim SIDIBE	Imagerie dentaire
18	Mr Kassoum BARRY	Médecine communautaire
19	Mr Lamine DIAKITE	Médecine de travail
20	Mme Mariame KOUMARE	Médecine de travail
21	Mr Brahim DICKO	Médecine Légale
22	Mme Rokia SANOGO	Médecine Traditionnelle
23	Mr Kassoum KAYENTAO	Méthodologie de la recherche
24	Mr Fousseyni CISSOKO	OCE
25	Mr Ibrahima FALL	OCE
26	Mr Abdoul Karim TOGO	OCE
27	Mr Aly SY	OCE
28	Mr Abdrahamane A. N. CISSE	ODP
29	Mr Abdrahamane Salia MAIGA	Odontologie gériatrique
30	Mr Amsalla NIANG	Odontologie Préventive et Sociale
31	Mr Madani LY	Oncologie
32	Mr Lamine TRAORE	PAP / PC
33	Mr Souleymane SISSOKO	PAP / PC/Implantologie
34	Mr Aboubacar Sidiki Thissé KANE	Parodontologie
35	Mr Ousseynou DIAWARA	Parodontologie
36	Mr Joseph KONE	Pédagogie médicale
37	Mr Cheick Ahamed Tidiane KONE	Physique
38	Mr Morodian DIALLO	Physique
39	Mr Apéro dit Eloi DARA	Psychiatrie
40	Mme Kadiatou TRAORE	Psychiatrie
41	Mr Ibrahim PAMANTA	Rhumatologie
42	Mme Daoulata MARIKO	Stomatologie

Bamako, le 09 / 06 / 2026

Le Secrétaire Principal

 Dr Monzon TRAORE

DIDICACES & REMERCIEMENTS

DEDICACES

Nous consacrons ce travail à nos parents, piliers de notre vie et sources inépuisables d'inspiration :

✓ **A notre tendre et mes chères mères : Awa DIABATE, Habi SANGARE et Aliman DJIRE**

Vous êtes l'âme qui fait vibrer mon existence, la clarté qui illumine mes jours les plus obscurs. Dans les épreuves comme dans les instants de bonheur, votre amour sans limite et vos soutiens constant ont été mes repères. C'est grâce à vos forces et à vos encouragements que ce rêve a pu devenir réalité.

✓ **A notre cher père : Salia TOGOLA**

Ton affection infinie, tes conseils empreints de sagesse et ton appui indéfectible m'ont donné l'élan nécessaire pour franchir les obstacles et poursuivre mes ambitions. Ton exemple de persévérance et de droiture demeure le socle de mes réussites.

Nous vous offrons ce travail avec une gratitude profonde et un amour sincère. Qu'il soit le témoignage durable de l'empreinte que vous avez gravée dans nos cœurs et dans nos vies.

REMERCIEMENTS

A ALLAH :

Louange à ALLAH Seigneur de l'univers, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux, le Tout-Puissant, Le Clément,

Source infinie de sagesse, de guidance et de miséricorde.

Que tout ce travail soit une preuve de ma gratitude envers Tes bienfaits incommensurables,

Et que Tu continues à guider mes pas sur le chemin de la droiture.

Au prophète MOHAMED :

Qu'Allah lui accorde Sa clémence, Sa miséricorde et l'élève au rang le plus sublime auprès de Lui. Que son exemple continue d'éclairer nos vies et de guider nos cœurs sur le droit chemin.

A ma chère patrie : le MALI ; je te resterai fidèle et je ne te trahirai jamais, nous te servirons avec l'amour, loyauté et patriotisme.

Au corps Enseignant de la FMOS, grâce à qui j'ai pu accomplir mon rêve de devenir Médecin. Vous avez su nous transmettre avec dévouement et générosité, le savoir scientifique que nous nous engageons à partager à notre tour avec ceux qui en ont besoin.

C'est avec une grande joie que je fais désormais partie de vos élèves.

A mes maîtres : Pr Siaka SIDIBE, Pr Abdoulaye KONE, Dr Kassim SIDIBE, Dr Aboubacar S N'DIAYE et Dr Abdoulaye GUINDO Je ne saurais vous remercier pour l'encadrement, les encouragements que vous n'avez cessé de nous prodiguer.

Aux membres de ma famille, frères et sœurs, tonton et tantes

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à ma famille, dont le soutien indéfectible m'a accompagné tout au long de ce long et exigeant parcours surtout à toi Assetou TOGOLA.

Je vous dois beaucoup, et ce travail est aussi le vôtre.

À mes camarades, amis de la FMOS et frères de lutte : Drissa KONE, Yaya Mariko, Issa KOKAINA, Souley DAO, Albouhary AG ABBA, Adaman YANOGUE, Souleymane TRAORE, Aboubacar DIAO, Aboubacar SISSOKO, Djefariman KOUYATE, Moussa KOUAME, les membres de l'OG family et à la Renaissance Convergence Syndicale.

Je déplore le manque de mots adéquats pour vous témoigner l'amour et l'admiration que je vous porte. Trouvez ici le témoignage de ma profonde gratitude.

A mes collègues : Mamadou DEMBELE, Kadidjatou TAMBOURA, Aicha KEITA, Mohamed TANGARA, Moussa KEITA, Djeneba DOUGNON, Mahmoudou CISSE, Lassina DIARRA, Gadji Dady GADJI, Aboubacar DIAO

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble de mes collègues. Votre solidarité, votre esprit d'équipe et les moments partagés ont rendu cette aventure académique plus riche et plus humaine.

A tout le personnel de la polyclinique PASTEUR : Médecins, infirmiers et manœuvres. Merci pour l'encadrement et l'encouragement. Spécialement à !!vous la secrétaire Amina SOW et à vous l'informaticien Yacouba SIDIBE, Je vous suis reconnaissant pour l'hospitalité, la disponibilité et la sociabilité que vous avez fait preuve. Vous avez été d'une aide remarquable pour les différents jours de travail dans le service. Ce fut un réel plaisir de travailler avec vous Que Dieu vous récompense pour votre bonté. Ce travail est aussi le vôtre.

A toi grand frère Dr Karamoko KOUYATE alias KARACHO : En ces instants particuliers permettez-moi de vous appeler cher maître, merci pour la formation et l'assistance le soutien et les conseils. Sans doute vous êtes une personne admirable. Longue et heureuse vie à vous.

A tout le personnel du CHU du point G : Médecins, technicien, manœuvres et une mention spéciale au major VALI KONE. Merci pour l'encadrement et l'encouragement. Que Dieu vous récompense pour votre bonté. Ce travail est aussi le vôtre.

HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY

HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY

A notre maitre et président du jury

Pr Yacouba TOLOBA

- Professeur titulaire en Pneumologie à la Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie (FMOS) de l'Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB)
- Chef du DER des sciences médicales et spécialités à la FMOS
- Chef du service de Pneumo-ptisiologie du CHU du Point G
- Secrétaire général de la Société Malienne de Pneumologie (SOMAP)
- Secrétaire général de l'Association Nationale de Formation Continue en Allergologie (ANAFORCAL)
- Membre de la Société Africaine de Pneumologie de Langue Française (SAPLF)
- Membre de la Société de Pneumologie de Langue Française (SPLF)

Honorable maitre,

Nous sommes très touchés par l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de présider ce travail. Vos qualités humaines et scientifiques ainsi que votre modestie nous ont profondément marqué et nous servent d'exemple. Vous nous avez à chaque fois réservé un accueil aimable et bienveillant. Veuillez accepter, cher maitre, dans ce travail l'assurance de notre estime et notre respect continus. Qu'ALLAH le tout puissant vous accorder santé et longévité afin que vous puissiez mener à bien vos projets.

A NOTRE MAITRE ET MEMBRE DE JURY

Dr Kassim SIDIBE

- Médecin radiologue des Armées ;
- Médecin radiologue, chef de service d'imagerie médicale du CHU-CNOS Pr Hamady TRAORE ;
- Praticien hospitalier au CHU-CNOS Pr Hamady TRAORE ;
- Spécialiste en Radiologie et Imagerie Médicale ;
- Diplômé de formation médicale spécialisée (DFMS) à l'université pierre marie et curie (Paris) VI ;
- Membre de la Société Malienne d'Imagerie Médicale (SOMIM) ;
- Membre de la Société Marocaine d'Imagerie Médicale ;
- Membre de la Société de Radiologie d'Afrique Noire Francophone (SRANF) ;
- Membre de la Société Française de Radiologie (SFR) ;
- Détenteur de médaille commémorative de campagne militaire.

Cher maître,

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de siéger dans ce jury. Toujours disponible pour les étudiants, malgré votre emploi du temps chargé, votre raisonnement scientifique, votre pédagogie et votre amour pour les travaux scientifiques font de vous une vitrine pour la nouvelle génération. Merci d'avoir accepté de siéger dans notre jury.

A NOTRE MAITRE ET MEMBRE DE JURY

Professeur Cheick Oumar Bagayoko

- Professeur titulaire en Informatique Médicale ;
- PhD en Informatique médicale de l'Université d'Aix Marseille II ;
- Enseignant-chercheur en Informatique Médicale aux Universités de Genève, d'Aix Marseille II et de Bamako ;
- Coordinateur du Réseau en Afrique Francophone pour la Télémédecine (RAFT) ;
- Représentant de la fondation Health On the Net (HON) pour l'Afrique francophone ;
- Directeur du Centre d'Expertise et de Recherche en Télémédecine et E-Santé (CERTES) ;
- Directeur du centre d'innovation et de santé digitale à l'USTTB ;
- Médaillé du mérite militaire.

Cher Maître,

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de siéger dans ce jury. Votre rigueur scientifique, votre enseignement de qualité et votre simplicité font de vous un grand maître admiré de tous.

Nous vous prions, cher Maître, d'accepter dans ce travail le témoignage de notre haute considération, de notre profonde reconnaissance et de notre sincère respect.

A NOTRE MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE

Pr Abdoulaye KONE

- Maître de conférences agrégé à la faculté de médecine et d'odontostomatologie de l'université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako (USTTB).
- Médecin Radiologue, praticien hospitalier CHU-Point G.
- Diplôme Inter Universitaire (DIU) d'Imagerie par Résonnance Magnétique (IRM) corps entier à l'Université de Paris Descartes, Paris V.
- Diplôme de Formation Médicale Spécialisée Approfondie (DFMSA) à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- Membre de la société de Radiologie d'Afrique Noire Francophone (SRANF).
- Membre de la société Française de Radiologie (SFR).
- Membre de la société Malienne d'Imagerie Médicale (SOMIM).

Cher Maître,

C'est avec spontanéité que vous avez accepté de diriger ce travail. Votre rigueur, Votre dévouement pour le service de Radiologie, votre sagesse, votre générosité ainsi que vos qualités scientifiques forcent notre admiration. Vous nous avez guidés dans la réalisation de ce travail qui est le vôtre. Vous nous avez donné l'amour de cette spécialité, vous restez pour nous un maître distingué. Veuillez trouver à travers ce travail la manifestation de notre plus haute estime et de notre profonde reconnaissance. Qu'ALLAH le tout puissant vous accorde santé et longévité afin que soient menés à bien vos projets et que nous puissions continuer à bénéficier de votre expérience et de vos connaissances.

LISTE DES ABREVIATIONES

LISTE DES ABREVIATIONS

COVID-19	: Corona Virus Disease
MERS	: Syndrome Respiratoire du Moyen-Orient
SRAS	: Syndrome respiratoire aigu sévère
SARS-CoV	: Coronavirus du Syndrome respiratoire aigu sévère
ICTV	: International Committee On Taxonomy of Viruses
MERS-CoV	: Coronavirus du Syndrome Respiratoire du Moyen-Orient
RT-PCR	: Réaction en chaîne par polymérase
TDM	: Tomodensitométrie
TDM-HR	: Tomodensitometrie
IA	: Intelligence artificielle
VCAR	: Volume Computer Assisted Reading
ORL	: Otorhinolaryngologie,
ACE2	: Enzyme de conversion de l'angiotensine 2
IL	: Interleukine
TNFα	: Facteur de Nécrose Tumorale
MIP	: Multifunction peptide
MCP	: Mitochondrial Pyruvate Carrier
SDRA	: Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë
PHEIC	: Public health emergency of international concern
OMS	: Organisation Mondial de la Sante
ARN	: Acide ribonucléique
ICT	: Tests immuns chromatographiques
IgM	: Immunoglobuline M
IgG	: Immunoglobuline G
SIT	: Société d'imagerie thoracique
DL	: Deep Learning
SVM	: Support Vector Machine
RF	: Random Forest
AD	: Arbre de décision
LR	: Régression logistique
HU	: Unités Hounsfield
CHU	: Centre Hospitalier universitaire

I.O.T.A : Institut d'Ophtalmologie Tropicale de l'Afrique
CHU O.S : Centre hospitalier universitaire Odonto Stomatologie
CME : Commission Médicale d'Établissement
INFSS : Institut de Formation en Sciences de la Santé
GE : General Electric

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: La segmentation pulmonaire	9
Tableau II : Répartition des patients en fonction de l'âge	31
Tableau III : Répartition des patients en fonction des antécédents médico-chirurgicaux.....	32
Tableau IV : Répartition des patients en fonction de l'examen clinique à l'admission.....	33
Tableau V : Répartition en fonction des résultats de la saturation en oxygène à l'admission .	33
Tableau VI : Répartition des patients en fonction du résultat de la PCR.....	34
Tableau VII: Répartition des patients en fonction des anomalies notées au scanner thoracique.	34
Tableau VIII : Répartition des patients selon la topographie des lésions TDM.....	35
Tableau IX : Corrélation entre le résultat de la TDM et celui de la RT-PCR	35
Tableau X : répartition à travers la visualisation par le logiciel VCAR thoracic	36
Tableau XI : Répartition des patients en fonction des anomalies détectée par le logiciel VCAR thoracic.	36
Tableau XII : Evaluation quantitative de l'atteinte pulmonaire à Covid-19 entre VCAR Thoracic et l'analyse visuelle.....	37
Tableau XIII : Corrélation entre l'évaluation de la sévérité de la Covid-19 par le VCAR Thoracic et la Visuelle	37

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma Anatomique de la segmentation pulmonaire	9
Figure 2 : TDM thoracique montrant la succession des segments des lobes du poumon.....	12
Figure 3 : TDM thoracique sans injection, en reconstructions coronales montrant la succession des segments des lobes du poumon	13
Figure 4 : TDM thoracique reconstruction sagittale du poumon gauche	13
Figure 5 : TDM thoracique coupe axiale passant par le hile montrant les lobes des poumons.	14
Figure 6 : TDM thoracique sans injection coupe axiale passant par la crosse de l'aorte montrant la loge de Barety.....	14
Figure 7 : Présentation scanographique typique de pneumonie COVID-19.	19
Figure 8 : Degrés d'atteinte de pneumonie COVID-19.	21
Figure 8 : Répartition des patients en fonction du sexe.....	31
Figure 10 : Reconstruction coronale de TDM du thorax présentant des opacités en verre dépoli.	38
Figure 11 : Images de VCAR Thoracic utilisant les codes couleur pour la quantification des lésions	39
Figure 12 : Image des lésions de COVID-19 en phase de régression.....	40

SOMMAIRE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
OBJECTIFS.....	4
OBJECTIF GENERAL	4
OBJECTIFS SPECIFIQUES	4
I. GENERALITES	6
1.1. Contexte épidémiologique et clinique de la COVID-19	6
1.2. Rappel anatomique	8
1.3. Rappel radio anatomie	11
1.4. Manifestations cliniques de la COVID 19	15
1.5. Moyens diagnostiques biologiques de l'infection à SARS-CoV-2.....	16
1.6. Imagerie thoracique dans l'évaluation de la COVID 19	17
1.7. Principe de l'intelligence artificielle en imagerie médicale.....	22
1.8. Limites et perspectives.....	24
II. MATERIELS ET METHODE	26
2.1. Cadre et lieu d'étude.....	26
2.2. Type d'étude et période d'étude	27
2.3. Critères d'inclusion.....	27
2.4. Critères de non inclusion	27
2.5. Collecte des données.....	27
2.6. Considérations éthiques	28
2.7. Analyse des données.....	28
2.8. Matériels	29
III. RESULTATS.....	31
3.1. Caractéristique de la population d'étude	31
3.2. Iconographies.....	38
IV. COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS	42

CONCLUSION	47
RECOMMANDATIONS	48
REFERENCES	50
ANNEXES	60

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La maladie à COVID-19 est une pathologie infectieuse causée par un groupe de virus appartenant à la famille des Coronaviridae, qui infecte à la fois les animaux et les humains. Les coronavirus humains peuvent provoquer une maladie bénigne semblable à un rhume, tandis que d'autres provoquent des maladies plus graves (telles que le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS) et le SRAS (Lee et al., 2020) [1].

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 des 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) [2]. La maladie qu'il provoque a été dénommée COVID-19 pour Corona Virus 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[2]. L'épidémie est devenue une

« urgence de santé internationale » fin janvier 2020 [3]. Au 21 mai 2020, le syndrome respiratoire aigu sévère-coronavirus-2 (SARS-CoV-2) avait causé plus de 5 millions de cas de coronavirus 2019 (COVID-19) dans plus de 200 pays [4]. La présentation clinique la plus typique de la 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 [1,5].

La méthode diagnostique de référence est la recherche en laboratoire de l'ARN viral par RT-PCR (Reverse Transcriptase - Polymerase Chain Reaction) à partir d'écouvillonnages nasopharyngés. 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 elle dépend de la qualité du prélèvement et du taux de réplication virale au sein des voies aériennes respiratoires supérieures [6,7].

L'imagerie thoracique s'est rapidement imposée comme un outil diagnostique intéressant, compte tenu de la présentation souvent assez caractéristique des lésions de COVID-19 [8].

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 [9]. La sensibilité du scanner pour le diagnostic de COVID-19 est supérieure à 90%. Cependant, ils existent les faux négatifs (scanners normaux alors que la

maladie est présente), correspondant généralement à des patients présentant des symptômes depuis moins de 3 jours [7,10]. La spécificité du scanner est plus variable. Des séries chinoises et italiennes rapportent des valeurs de 25% et 56% respectivement [7,11], mais elle pourrait atteindre 70% selon d'autres séries encore non publiées.

Chez les patients suspectés de pneumonie à COVID-19, la TDM repose sur l'utilisation de la technique à haute résolution (TDM-HR).

Un logiciel d'imagerie médicale intégrant les fonctionnalités d'intelligence artificielle (IA) a été mis en œuvre par GE Healthcare pour faciliter le diagnostic par TDM. Ce logiciel est capable de catégoriser la maladie selon différents degrés de gravité, en intégrant le compte rendu structuré, établi sur la base de considérations subjectives, à des évaluations quantitatives et objectives de l'étendue des lésions. Nous présentons un outil performant pour le radiologue (logiciel VCAR Thoracic) dans le diagnostic de la COVID-19 [12]. VCAR Thoracic offre des mesures quantitatives de l'atteinte pulmonaire. Il génère un rapport clair, rapide et concis, fournissant des informations médicales essentielles aux médecins prescripteurs. En post- traitement, grâce à une cartographie colorimétrique, le logiciel identifie les opacités en verre dépoli, les différencie des consolidations et les quantifie en pourcentage par rapport au parenchyme sain. L'intelligence artificielle permet ainsi de calculer précisément le volume de chacune de ces zones. Par conséquent, sachant que la tomodensitométrie (TDM) présente une sensibilité diagnostique élevée pour l'identification des lésions, mais qu'elle n'est pas spécifique de la Covid-19 et qu'elle est similaire à celle d'autres maladies virales infectieuses, il est nécessaire de disposer d'un logiciel d'intelligence artificielle (IA) qui exprime des évaluations objectives du pourcentage de parenchyme pulmonaire ventilé par rapport au parenchyme affecté.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'apport du logiciel « VCAR Thoracic » dans l'évaluation des atteintes pulmonaires de la maladie COVID-19.

Hypothèses de recherche :

L'utilisation de « VCAR Thoracic » améliore significativement la reproductibilité inter observateurs de l'évaluation de l'atteinte pulmonaire.

Les mesures volumiques fournies par « VCAR Thoracic » corréleront mieux avec les paramètres cliniques de gravité.

OBJECTIFS

OBJECTIFS

OBJECTIF GENERAL

Évaluer l'utilité du logiciel « VCAR Thoracic » dans l'analyse de l'atteinte pulmonaire de la maladie à COVID-19.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

1. Comparer la détection des lésions par VCAR Thoracic aux scores visuels sur les résultats TDM validés ;
2. Analyser une reproductibilité élevée des mesures VCAR Thoracic en fonction des scores visuels ;
3. Etablir une corrélation entre VCAR Thoracic et la saturation de l'oxygène.

GENERALITES

I. GENERALITES

1.1. Contexte épidémiologique et clinique de la COVID-19

1.1.1. Historique et caractéristiques

En décembre 2019, un groupe de patients atteints de pneumonie de cause inconnue a été lié à un marché de gros de fruits de mer à Wuhan, en Chine [13]. Un bêta-coronavirus jusque-là inconnu a été découvert grâce à l'utilisation d'un séquençage impartial dans des échantillons de patients atteints de pneumonie. Des cellules épithéliales des voies respiratoires humaines ont été utilisées pour isoler un nouveau coronavirus, nommé 2019-nCoV, qui a formé un clade au sein du sous-genre sarbecovirus, sous-famille Orthocoronavirinae. Contrairement au MERS-CoV et au SARS-CoV, le 2019-nCoV est le septième membre de la famille des coronavirus qui infectent l'humain [13]. Un bêta-coronavirus jusque-là inconnu a été découvert grâce à l'utilisation d'un séquençage impartial dans des échantillons de patients atteints de pneumonie [2,14].

1.1.2. Physiopathologie de l'atteinte pulmonaire

Jusqu'à la caractérisation du SARS-CoV-2, la famille des coronavirus comptait 6 virus pathogènes chez l'Homme, dont 4 responsables d'infections ORL (229E, OC43, NL63, HKU1) et 2 responsables d'infections respiratoires sévères : le SARS-CoV-1 responsable d'une épidémie entre 2002 et 2004 essentiellement en Asie du Sud Est et en Amérique du Nord (SRAS), et le Middle East Respiratory Syndrome (MERS) responsable d'une épidémie dans la péninsule arabique depuis 2013 [15]. Le virus responsable de la COVID-19 est un nouveau bêta-coronavirus à ARN simple brin apparu probablement en Chine en septembre 2019, comportant 4 protéines structurales : S (spike), E (enveloppe), M (membrane) incorporées dans la membrane virale ; et N (nucléocapside) à l'intérieur de la particule virale associée à l'ARN viral [15,16]. La protéine Spike est responsable de l'attachement du virus au récepteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 (ACE2) via son domaine S1, qui fusionne ensuite avec la cellule de l'hôte via son domaine S2. Le SARS-CoV-2 présente 79 % d'homologie avec le SARS-CoV-1 [15].

Les cellules cibles du SARS-CoV2 sont les cellules humaines exprimant l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 (ACE2, clivant l'angiotensine 2 en angiotensine 1-7 aux propriétés vasodilatatrices), principalement les cellules épithéliales du rhinopharynx et du poumon, les cellules endothéliales vasculaires, mais aussi les cellules épithéliales rénales, de la peau et du tube digestif [16,17]. Le SARS-Co-V-2 est également capable d'induire une réponse

lymphocytaire Th17 augmentée [18], contribuant via la production d'IL-17 à un recrutement accru de monocytes et de polynucléaires neutrophiles dans l'alvéole, conduisant en retour à un excès d'inflammation pulmonaire. L'ensemble de ces mécanismes conduit à un afflux de cellules immunitaires au sein de l'alvéole et à un relargage massif de cytokines pro-inflammatoires (IL-6, mais aussi $\text{TNF}\alpha$, IL-1 β , etc.) et de chimiokines (IL-8 pour les neutrophiles, MIP-1 α pour les monocytes et les lymphocytes, MCP-1 pour les monocytes, etc.) par les cellules épithéliales alvéolaires, les monocytes/macrophages, les lymphocytes T [19]. Les lésions tissulaires induites directement par le SARS-CoV-2 ainsi que les lésions induites par la réaction inflammatoire de l'hôte, a fortiori en cas de réaction inadaptée et exagérée, sont à l'origine de lésions alvéolaires pouvant aller jusqu'au Syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) [15].

1.1.3. Épidémiologique de la COVID 19

L'infection humaine-à-humaine par le SARS-CoV-2 se transmet et se propage plus facilement à presque tous les continents, ce qui a conduit à la déclaration par l'OMS d'une Urgence de Santé Publique d'Intérêt International (PHEIC) le 30 janvier 2020 [19–21].

Le 31/12/2019 le monde a enregistré 60 526 943 cas confirmés dont 12 530 862 en Europe puis 1 422 753 décès dans le monde dont 307 125 en Europe [22].

Au Mali lors de la première vague et deuxième vague, le Mali a enregistré 7117 cas dont 357 décès [23].

La durée médiane d'incubation (intervalle entre la date d'un premier contact potentiel avec un patient suspect ou confirmé de la covid 19 et la date d'apparition des symptômes) était estimée à 4 jours [21]. Les symptômes apparaissaient dans les 12,5 jours suivant le contagement [21,24,25].

1.1.4. Modes de transmission de la COVID 19

Les gouttelettes respiratoires sont les principales voies de transmission. Le SARS-CoV-2 peut être transmis à une personne en bonne santé si elle a un contact avec la personne infectée ou avec ses effets personnels, y compris vêtements, poignées de porte, etc [25–27]. Des études ont été rapportées que la transmission par aérosol (transmission aéroportée) est également possible pour le SARS-CoV-2, mais il n'existe pas d'étude claire sur les infections néonatales (mère-enfant) [26].

1.2. Rappel anatomique :

Les poumons sont divisés en poumon droit et gauche qui sont constitués par des lobes et des segments (**Figure 1 : Schéma Anatomique de la segmentation pulmonaire** et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

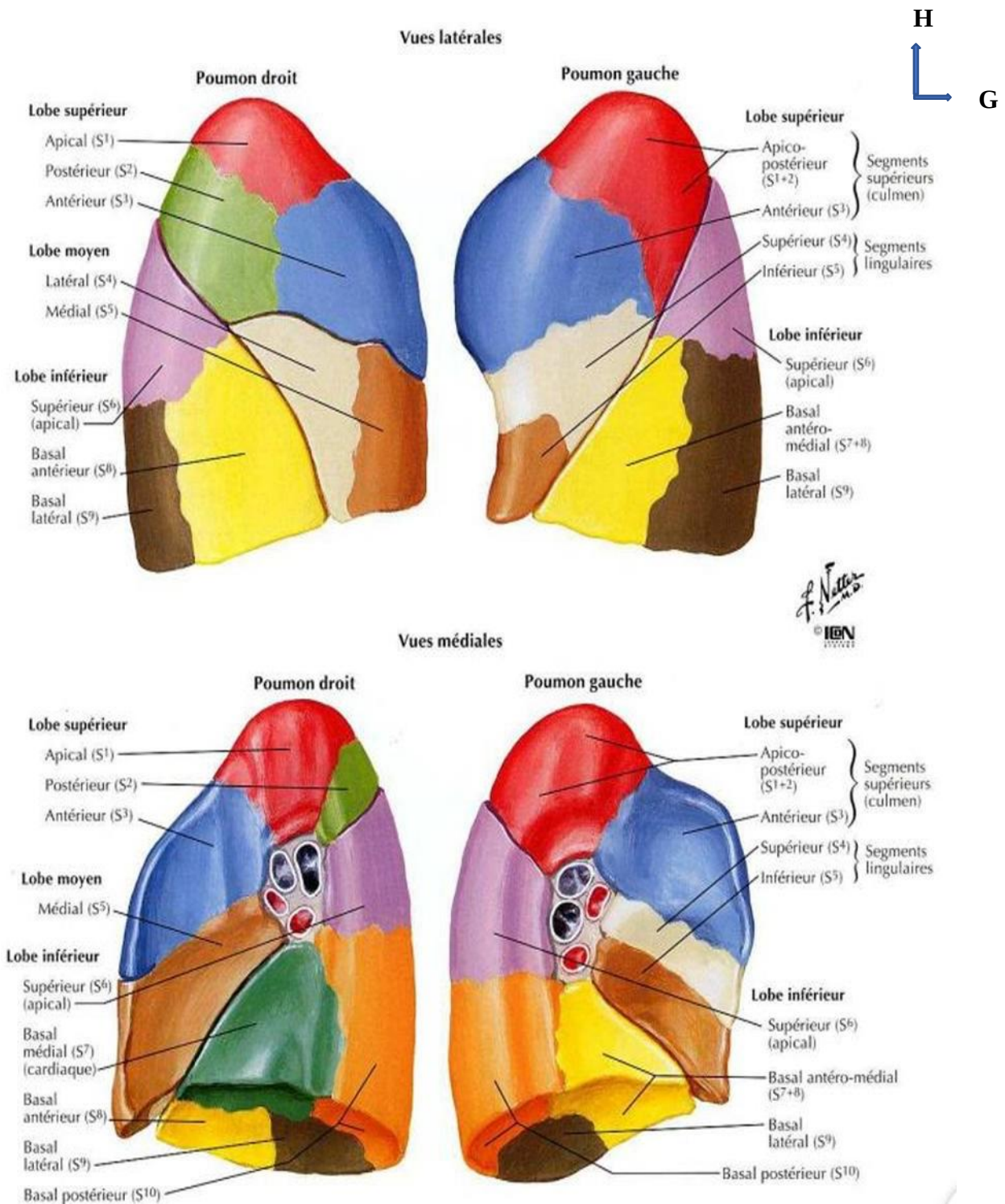


Figure 1 : Schéma Anatomique de la segmentation pulmonaire [28]

Tableau I: La segmentation pulmonaire.

Poumon droit		Poumon gauche		
Lobes	Segments	Lobes	Segments	
Supérieur	Apical	Supérieur	Le culmen	Apical
				Antérieur (ventral)
				Postérieur (dorsal)
	Antérieur (ventral)		La lingula	Inférieur
	Postérieur (dorsal)			Supérieur
Moyen	Externe (latéral)			
	Interne (médial)			
Inférieur	Apical	Inférieur	Apical	
	Péricardique (para-cardiaque)		Péricardique (para-cardiaque)	
	Antéro-basal (ventro-basal)		Antéro-basal (ventro-basal)	
	Latéro-basal		Latéro-basal	
	Postéro-basal		Postéro-basal	

1.2.1. Vascularisation

La circulation fonctionnelle de chaque poumon est assurée par une grosse artère pulmonaire qui ramène le sang au poumon et deux veines pulmonaires qui le drainent.

Les artères pulmonaires droite et gauche sont issues de la division du tronc pulmonaire.

Au sein du poumon, chacune des artères pulmonaires se divise en artères lobaires et segmentaires.

Au nombre de deux de chaque côté, les veines pulmonaires transportent du sang oxygéné depuis les poumons jusqu'à l'oreillette gauche.

Les veines de la plèvre viscérale se jettent dans les veines pulmonaires tandis que celle de la plèvre pariétale rejoignent les veines systémiques.

Les plexus lymphatiques pulmonaires sont au nombre de deux : le plexus lymphatique superficiel et le plexus lymphatique profond.

1.2.2. Médiastin

Il est la région de la cage thoracique située entre les poumons et puis divisé comme suit :

- Le médiastin postérieur contenant l'oesophage et l'aorte descendante.
- Le médiastin moyen contenant les voies aériennes supérieures.
- Le médiastin antérieur contenant le cœur, l'aorte ascendante, les artères pulmonaires et la veine cave inférieure.

La loge de Baretty est un espace pré trachéal droit situé dans le médiastin moyen, il est délimité par l'artère sub claviaire droite, la crosse de la veine azygos, la VCS, la trachée et la crosse de l'aorte.

1.2.3. Trachée

Il s'agit de la partie des voies aériennes supérieures qui fait suite au larynx. Elle commence à la hauteur de la 5^{ème} vertèbre cervicale ; elle est oblique vers le bas, en arrière, pour se terminer à la hauteur de D4, avec la bifurcation en 2 bronches souches

Division bronchique

La Trachée se divise en bronche souche droite et gauche :

La bronche souche droite se divise en :

- Une bronche lobaire supérieure qui donne les bronches segmentaires apicale supérieure, apico-ventrale et apico-dorsale.
- Une bronche lobaire moyenne qui donne les bronches segmentaires moyennes, médiales et latérales.
- Une bronche lobaire inférieure qui donne les bronches segmentaires apicale et de la pyramide basale (médio-basale, para cardiaque, ventro-basale, latéro-basale et dorso-basale).

La bronche souche gauche se divise en :

- Une bronche lobaire supérieure qui donne : le tronc bronchique apico-dorsale lui-même constitué par les bronches segmentaires apicales supérieures, apico-ventrale et apico-dorsale ; le tronc bronchique linguinaire constitué par les bronches linguinaires supérieure ou crâniale et inférieure ou caudale.
- Une bronche lobaire inférieure de même structure que celle de l'arbre bronchique droit.

1.2.4. Cœur

Le cœur se divise en droit et gauche comprenant chacun un atrium ou oreillette et un ventricule. Il est tapissé à l'intérieur par un endothélium : l'endocarde.

Autour du cœur on trouve le péricarde.

La vascularisation du myocarde est assurée par les artères coronaires droite et gauche qui naissent au niveau du sinus de Valsalva. Elles sont les premières branches de l'aorte.

L'innervation du cœur est sous la dépendance de 2 systèmes : intrinsèque et extrinsèque.

L'arc aortique : C'est le deuxième segment de l'aorte qui fait passer celle-ci du médiastin antérieur au médiastin postérieur. Au niveau de la vertèbre D4, il fait suite à l'aorte ascendante, issue du ventricule gauche.

1.2.5. Œsophage thoracique

C'est un conduit musculo-membraneux appartenant au tube digestif dont le rôle est de permettre la progression du bol alimentaire entre le pharynx et l'estomac. L'œsophage thoracique est situé dans le médiastin postérieur, en arrière de la trachée à laquelle il adhère. Il fait suite à hauteur de la vertèbre D2 à l'œsophage cervical.

1.3. Rappel radio anatomie

Le scanner pulmonaire révèle plus de structures anatomiques et de façon plus détaillée que les radiographies conventionnelles.

En fenêtre parenchymateuse avec les reconstructions en coupes fines à l'ordinateur, les poumons peuvent être visualisés dans n'importe quel plan, les plus classiques étant les plans axial (transversal (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)), coronal (frontal(**Figure 3 : TDM thoracique sans injection, en reconstructions coronales montrant la succession des segments des lobes du poumon**

)) et sagittal (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) [29]. Le scanner thoracique en fenêtre médiastinale permet d'étudier au mieux les structures médiastinales, hilaires et pleurales

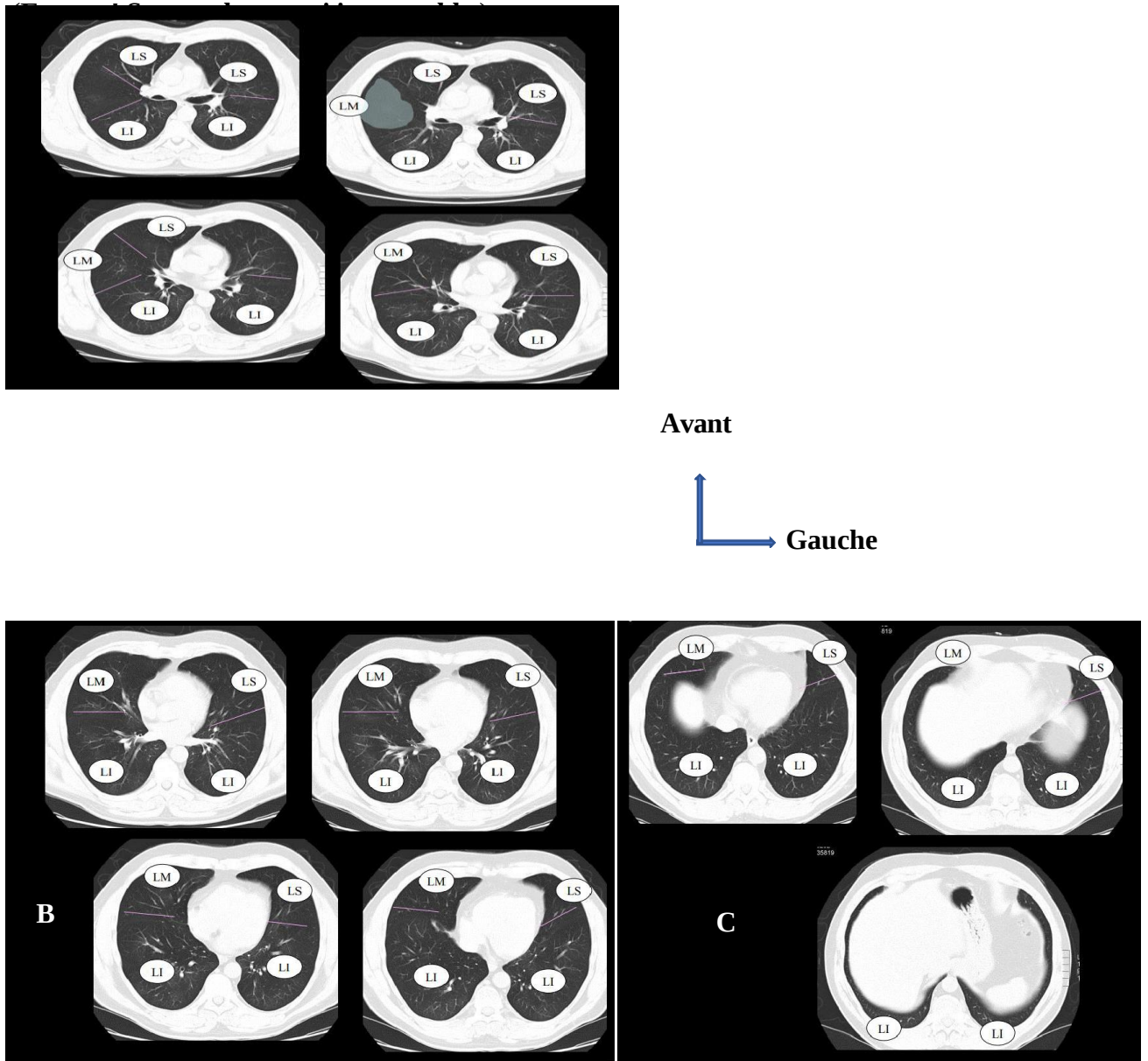


Figure 2 : TDM thoracique montrant la succession des segments des lobes du poumon

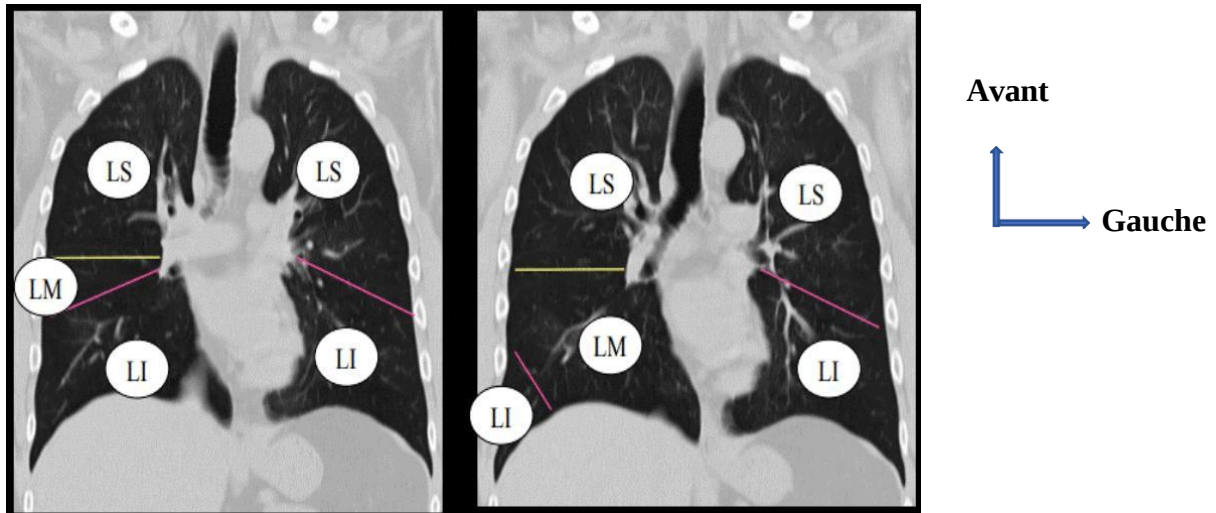


Figure 3 : TDM thoracique sans injection, en reconstructions coronales montrant la succession des segments des lobes du poumon

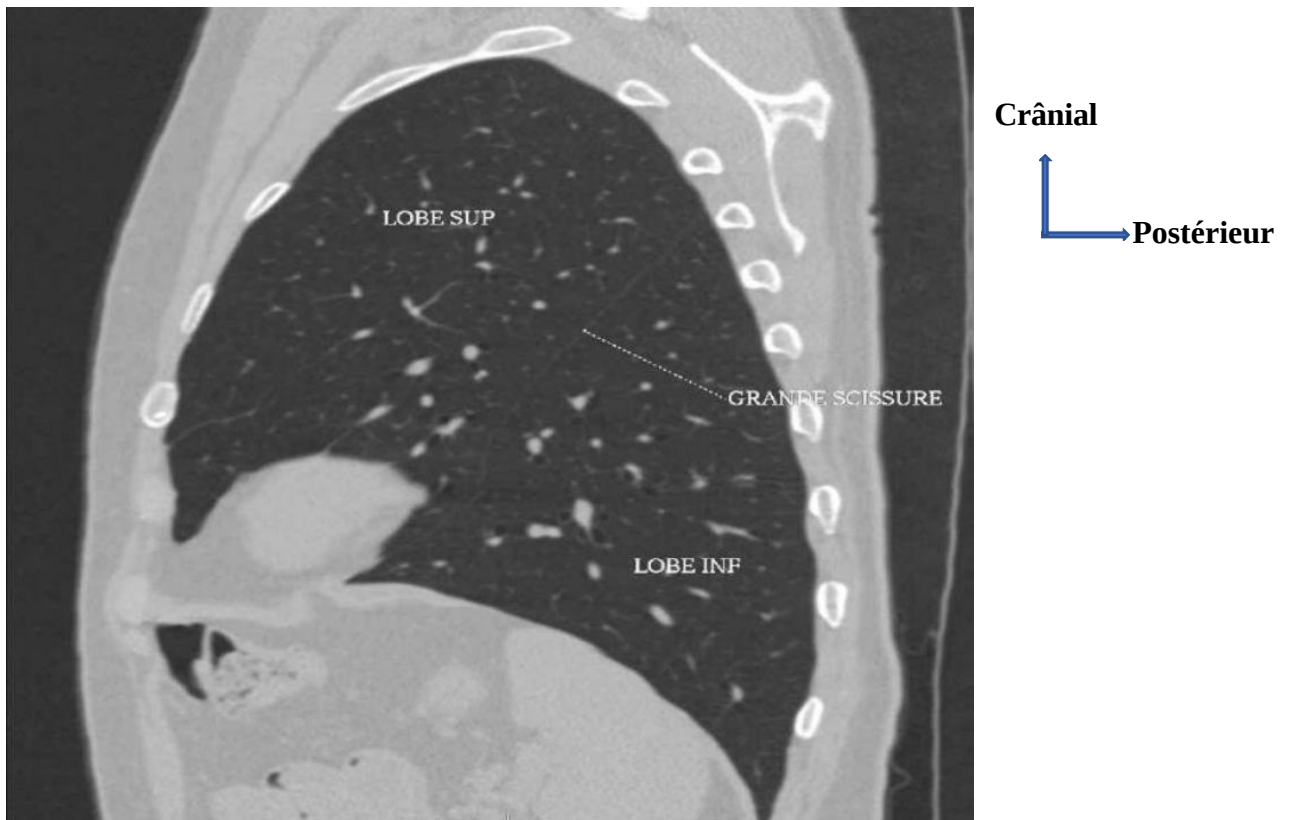


Figure 4 : TDM thoracique reconstruction sagittale du poumon gauche

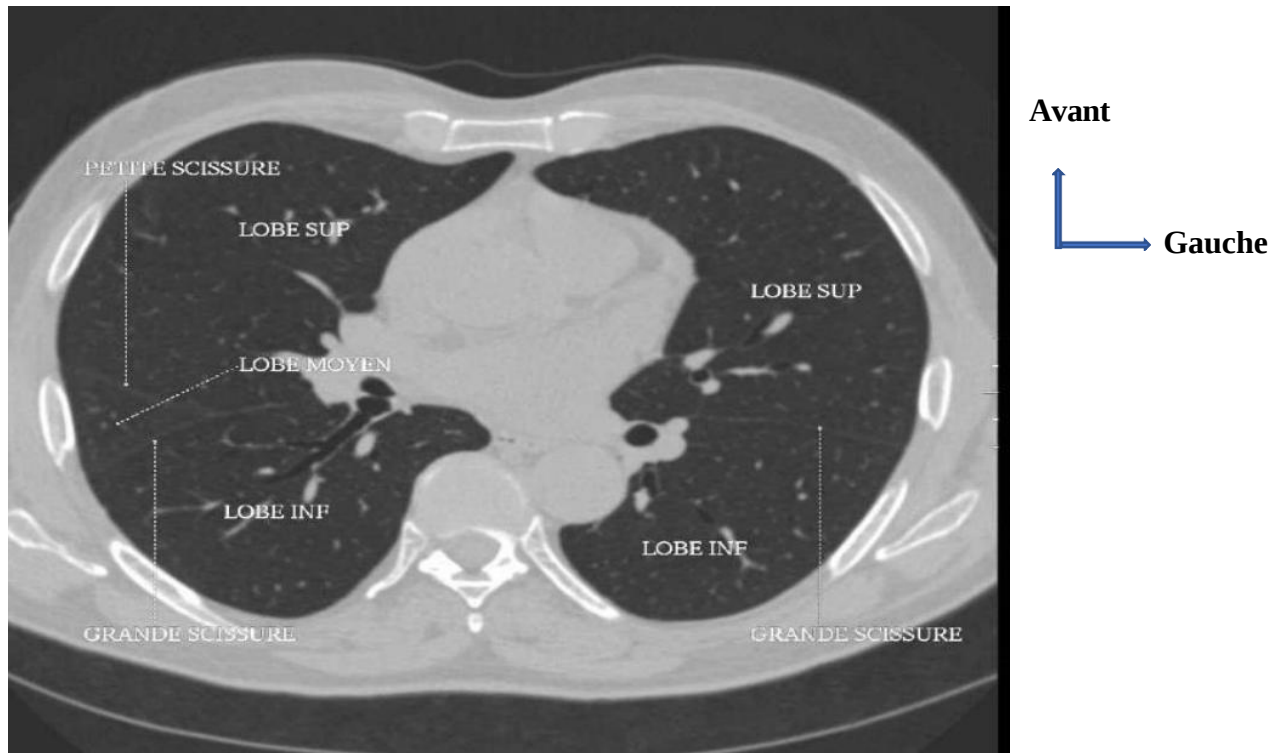


Figure 5 : TDM thoracique coupe axiale passant par le hile montrant les lobes des poumons.

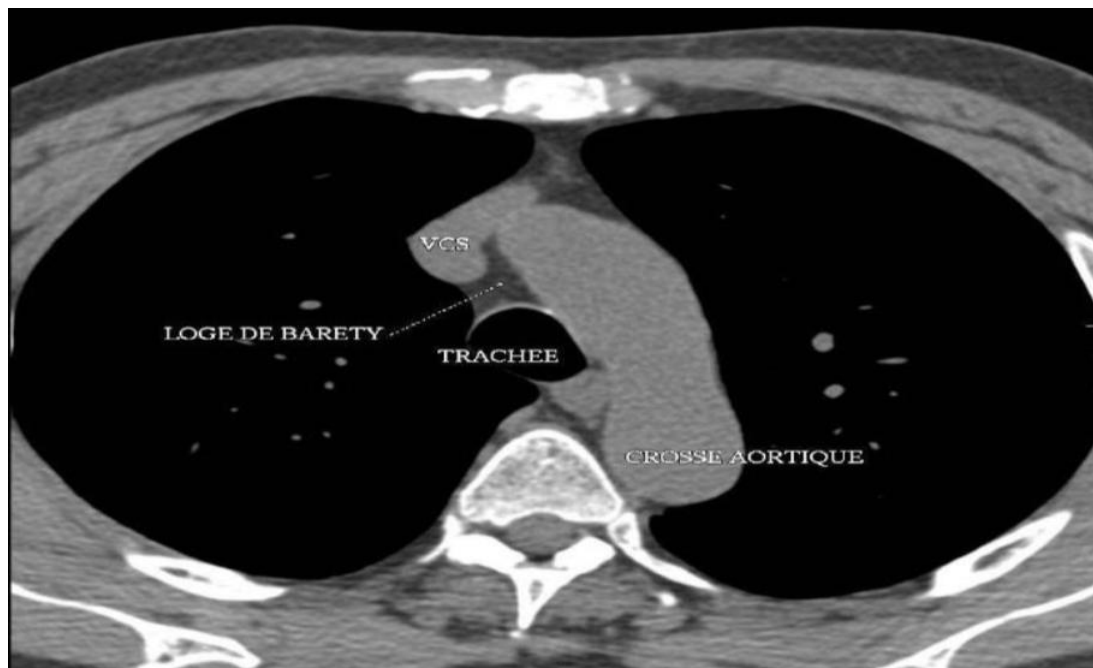


Figure 6 : TDM thoracique sans injection coupe axiale passant par la crosse de l'aorte montrant la loge de Barety.

1.4. Manifestations cliniques de la COVID 19

1.4.1. Forme asymptomatique

La majorité des patients présenterait une période d'incubation pouvant aller de 1 à 14 jours avec une médiane de 5 à 6 jours [24]. La proportion des patients asymptomatiques n'est pas encore connue ; elle varie entre 5 à 75 % selon les études [30,31]. L'OMS estime que 80 % des cas sont légers ou asymptomatiques. De plus les caractéristiques cliniques et la réponse immunitaire chez les patients asymptomatiques n'ont pas été bien décrites. Une étude récente réalisée sur 178 patients infectés par le SARS-CoV2, rapporte que 20,8 % des patients étaient asymptomatiques.

1.4.2. Présentation clinique

La présentation clinique de l'infection au Sars-CoV-2 est très polymorphe. La proportion de formes asymptomatiques est encore débattue, elle se situe probablement autour de 15 %[1]. Chez les patients symptomatiques, la période d'incubation suivant la contamination dure moins de quatorze jours (médiane cinq jours) [32]. Il s'agit d'une durée comparable à celle retrouvée avec d'autres virus dits respiratoires où la porte d'entrée de l'agent infectieux et le site définitif de réplication virale sont similaires [1].

Les symptômes de la COVID-19 varient d'une personne à l'autre, allant d'une infection asymptomatique à une insuffisance respiratoire sévère[27]. Les manifestations classiques de la maladie sont celles d'une virose respiratoire, allant d'une atteinte respiratoire haute bénigne à une pneumonie sévère. Les symptômes le plus fréquemment rapportés sont la toux (75 %), plutôt sèche, la fièvre (50 %) et la dyspnée (30 %). Des signes digestifs (diarrhées) et des céphalées peuvent les accompagner[1,27]. La proportion exacte de chacune de ces manifestations dépend de la sévérité de la forme clinique.

1.4.3. Formes sévères

Les formes non sévères et sévères sont hétérogènes selon les études. La commission nationale de santé chinoise a proposé les critères suivants [16,21] : fréquence respiratoire $> 30/\text{min}$, saturation pulsée en oxygène (SpO_2) $\leq 93 \%$, $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$, détresse respiratoire et nécessité d'une ventilation mécanique, signes de choc, défaillance d'organe nécessitant une prise en charge en soins intensifs.

1.5. Moyens diagnostiques biologiques de l'infection à SARS-CoV-2

Aujourd'hui, plusieurs techniques de RT-PCR sont utilisées à travers le monde. Le prélèvement le plus sensible est le lavage broncho-alvéolaire suivi par les expectorations. La RT-PCR sur écouvillon nasal, largement pratiquée, est moins sensible et doit être répétée pour diminuer la fréquence des faux-négatifs [33]. La rentabilité des RT-PCR sur selles, sang et urines est insuffisante pour être envisagée en pratique clinique (< 50 %) [34].

Cependant le diagnostic de certitude repose sur l'identification du virus par RT-PCR effectuée sur prélèvements respiratoires. D'autre part, devant l'accessibilité à la RT-PCR parfois limitée et la fréquence élevée de faux négatifs de cette technique (environ 30 %), le diagnostic de COVID-19 peut être porté par l'association de signes cliniques évocateurs et d'une image scanographique compatible. L'utilisation de la sérologie est en cours d'évaluation.

1.5.1. Test RT PCR : le Gold Standard

La réaction en chaîne par transcription inverse en temps réel (RT-PCR) ciblant certains gènes de l'ARN SARS-CoV-2 a été l'outil diagnostique principal dans la réponse mondiale à la pandémie de COVID-19 [35]. Selon Padhye et al, La sensibilité du test diagnostique RT-PCR a été estimée à 0,707 (IC 95 % : 0,668, 0,749), tandis que la spécificité était de 0,851 (IC 95 % : 0,774, 0,941) [35].

1.5.2. Test salivaire : RT-LAMP

Le 18 septembre et le 28 novembre 2020, la Haute Autorité de Santé de la France s'est prononcée en faveur du recours et du remboursement des tests salivaires dans le dépistage et le diagnostic de la Covid-19, recommandant de l'orienter vers les personnes symptomatiques chez lesquelles le prélèvement nasopharyngé est difficilement réalisable – voire impossible [36].

1.5.3. Sérologie

Les tests sérologiques ne sont pas recommandés dans le cadre du diagnostic précoce de l'infection par le Sars-CoV-2, lors de la première semaine suivant l'apparition des symptômes [37]. Les tests sérologiques ont, en revanche, une place dans la surveillance épidémiologique et dans l'identification de personnes étant ou ayant été en contact avec le virus [37]. Certains de ces tests sont quantitatifs et automatisés comme les tests Elisa, d'autres se révèlent qualitatifs et de diagnostic rapide tels que les tests immuns chromatographiques (ICT).

Les tests Elisa correspondent à des tests classiques utilisant comme antigènes cibles la protéine N du Sars-Cov-2 ou le domaine extracellulaire de la protéine de surface S. La spécificité s'avère

supérieure à 98% et la sensibilité supérieure à 91% [37,38]. Concernant les anticorps, les IgM apparaissent 5 jours après le début de l'apparition des symptômes avec un taux de séroconversion de 90% à 100% de J15 à J21. Pour les IgG, leur durée dépend de l'intensité et de la sévérité de la maladie, la détection s'effectue de J5 et J14. Les tests sérologiques se révèlent utiles chez les patients n'ayant pas bénéficié d'un test PCR, comme diagnostic de rattrapage lors de l'aggravation de l'état de ces patients, ou si la PCR se révèle négative [37].

1.5.4. Tests antigéniques

Les tests antigéniques rapides sont dotés d'une sensibilité adéquate pour détecter les cas d'infection ayant une charge virale élevée et peuvent être utilisés efficacement par les programmes de dépistage dans les régions où la prévalence est forte et dans les milieux où la distanciation physique est difficile à maintenir (p. ex., milieux professionnels et scolaires) pour le dépistage régulier des personnes porteuses du SRAS-CoV-2 asymptomatiques [39].

1.5.5. Tests sérologiques d'orientation rapide (TROD)

Ils sont indiqués en cas d'enquêtes épidémiologiques ou chez des patients qui ont des difficultés d'accès à un laboratoire de biologie médicale ou dans le cadre d'orientation diagnostique chez les soignants symptomatiques sans signes de gravité [38]. Ils peuvent être utilisés à partir du 7^{ème} jour après le début des symptômes et de façon optimale au 14^{ème} jour. En présence de résultats positifs, il convient de réaliser un test sérologique de confirmation en laboratoire [38].

1.6. Imagerie thoracique dans l'évaluation de la COVID 19

1.6.1. Modalités d'imagerie

1.6.1.1. Radiographie standard

La radiographie thoracique a une sensibilité de 25 % à 69 % et une spécificité pour l'instant peu mesurée car elle n'est pas suffisamment sensible pour la détection des opacités en verre dépoli [40].

Dans ce contexte, la radiographie du thorax n'a d'indication que pour la recherche de diagnostics différentiels (pneumothorax, pleurésie, ...) ou pour le suivi des patients hospitalisés en service de soins standard ou de réanimation [41].

1.6.1.2. TDM thoracique

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 [9]. 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 [42].

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[43] (**Figure 7** : Présentation scanographique typique de pneumonie COVID-19.

)

1.6.1.3. Autres moyens d'imagerie médicale

Echographie thoracique

L'échographie thoracique n'est pas indiquée à des fins de dépistage pour le diagnostic du Covid-19. Cependant, même si les lésions élémentaires sont connues, leur fréquence et leur répartition ont été moins décrites [44].

L'échographie thoracique peut être utile, en réanimation, chez des patients non transportables, pour identifier des complications de la ventilation (pneumothorax) et évaluer les épanchements pleuraux [45]. Le degré d'atteinte échographique est corrélée à l'extension des lésions scanographiques [44].

1.6.2. Signes radiologiques

Une radiographie thoracique conventionnelle n'est cependant pas indiquée en cas d'infections de type COVID-19 légères ou précoces, car elle présente une faible sensibilité pour la détection des infiltrats en verre dépoli [46].

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 [42,47]. D'autres signes ont été rapportés comme la présence de fines réticulations, d'épaississement péribronchovasculaire, de dilatations vasculaires péri ou intralésionnelles ou de signes de distorsion parenchymateuse [9,15,48].

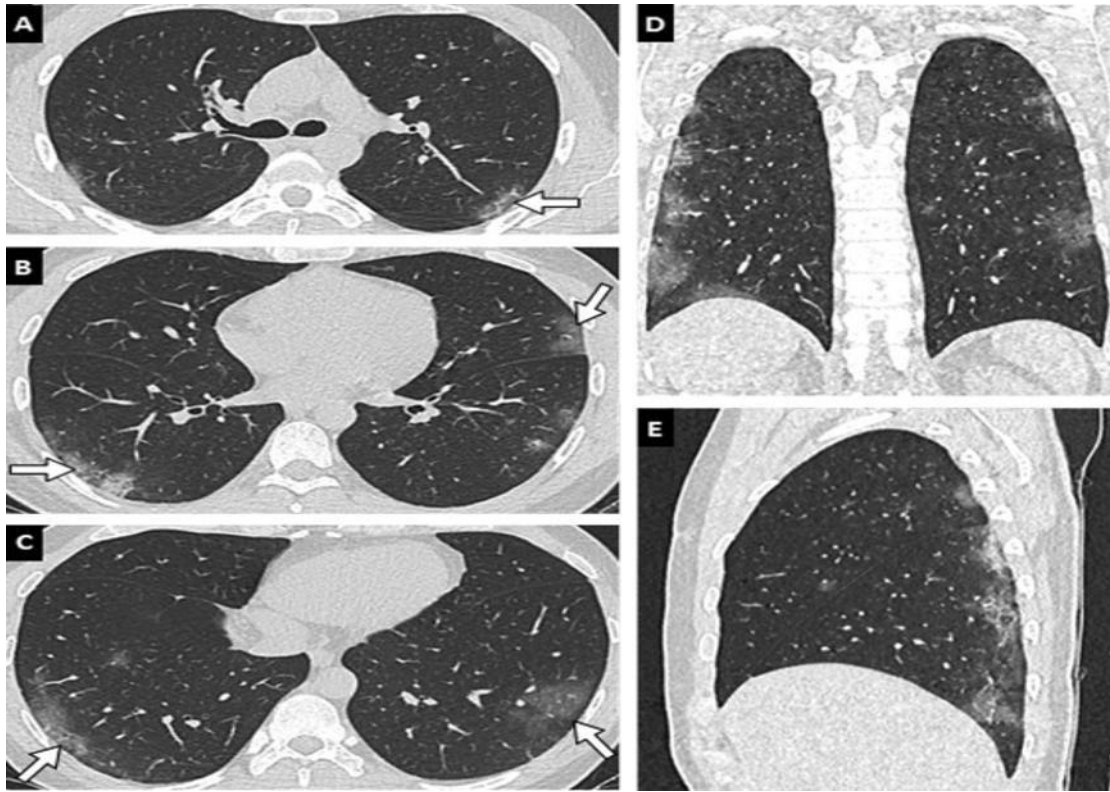


Figure 7 : Présentation scanographique typique de pneumonie COVID-19.

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 péribronchovasculaire seraient plus fréquemment retrouvés dans la pneumonie COVID-19 [9]. Selon Édouard Desvaux et al, la TDM thoracique permet non seulement une évaluation de l'importance de l'atteinte pulmonaire, mais elle a aussi une bonne valeur prédictive négative pour le diagnostic de la Covid-19 [49].

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 [50–52].

La Société d'imagerie thoracique (SIT) qui est une société savante affiliée à la Société Française de Radiologie, recommande ainsi de grader l'atteinte parenchymateuse selon une classification visuelle en 5 stades, basée sur le pourcentage de poumon lésé [9]

(

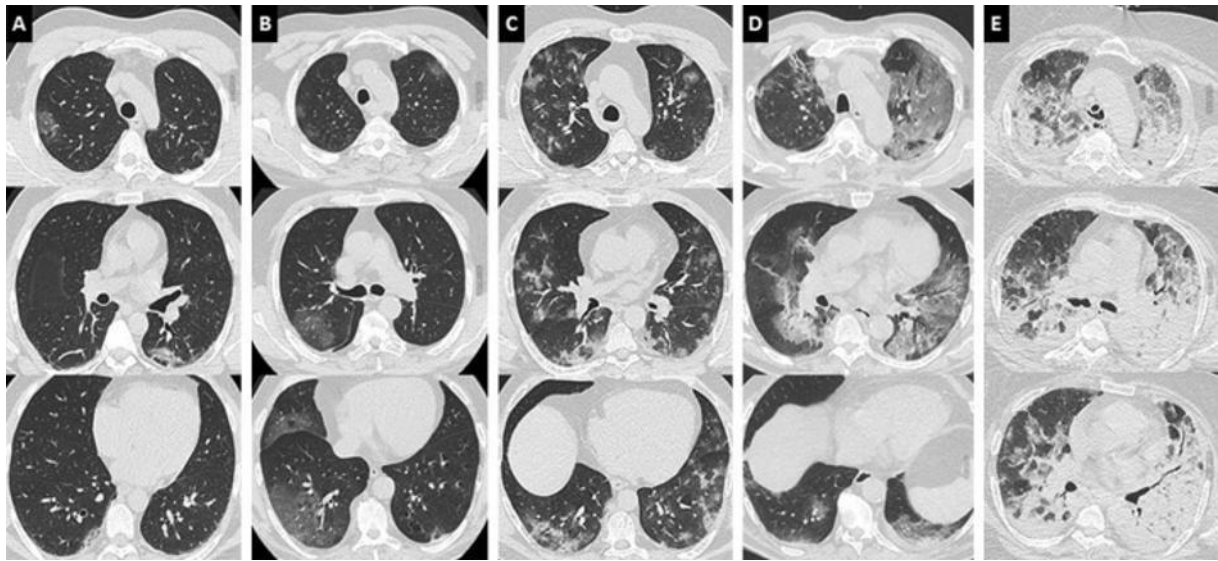


Figure 8 : Degrés d'atteinte de pneumonie COVID-19.

) :

Atteinte absente ou minime (< 10 %),

Modérée (10–25 %),

Étendue (25–50 %),

Sévère (50–75 %)

Critique (> 75 %).

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 [51]. Un épanchement pleural ainsi qu'une distorsion architecturale précoce avec des bronchectasies de traction seraient aussi des marqueurs de sévérité [53].

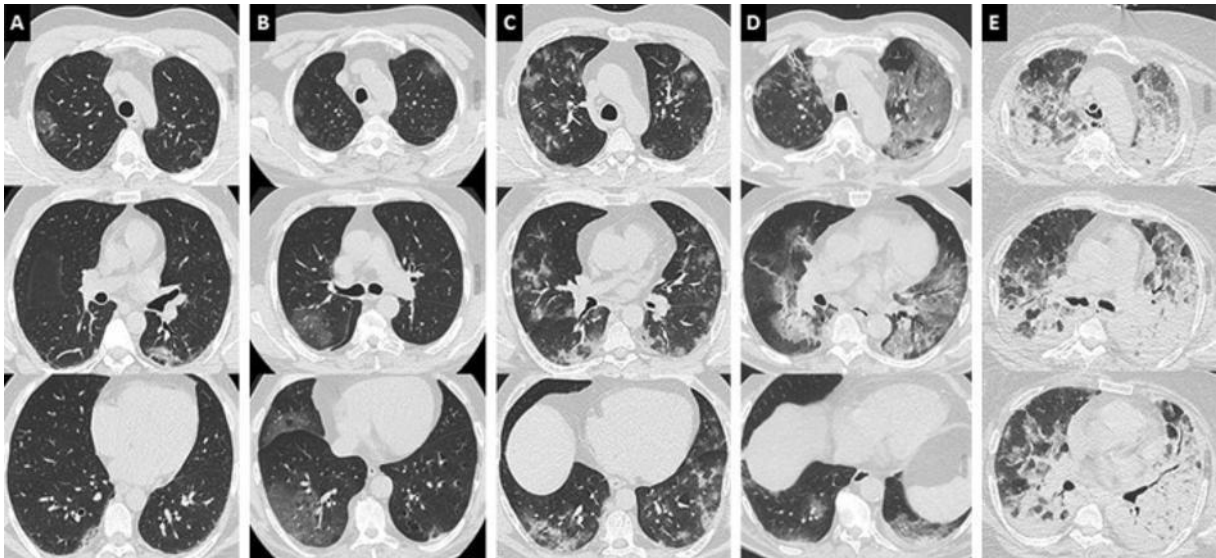


Figure 8 : Degrés d'atteinte de pneumonie COVID-19.

L'atteinte pulmonaire, évaluée visuellement comme le ratio du poumon pathologique sur le poumon sain, peut être classée comme minimale < 10 % (A), modérée 10-25 % (B), étendue 25-50 % (C), sévère 50-75% (D) et critique (E).

1.6.3. Limites diagnostique de l'imagerie

Selon Benjamin J K et al, la proportion de radiographies thoraciques normales était supérieure aux 25 % et 31 % précédemment observés chez les patients hospitalisés atteints de la maladie COVID-19 modérée à sévère [54]. Les différences observées reflètent l'association attendue entre la sévérité des symptômes et les caractéristiques radiographiques [55], mettant en lumière les limites de détection de la radiographie thoracique chez les patients atteints de la maladie COVID-19 légère [54].

Au-delà de l'imagerie TDM typique d'une infection par COVID-19, il ne faut pas méconnaître la possibilité d'autres diagnostics connexes intriqués. En effet, de multiples pathologies peuvent mimer l'infection par COVID-19 (notamment une pneumonie virale à influenza ou para influenza, une pneumopathie toxique, une connectivité,...)[56].

D'autres signes sont atypiques ou négatifs pour le COVID-19 et orientent davantage le diagnostic vers d'autres pathologies. comme par exemple la présence d'une condensation lobaire ou segmentaire (pneumopathie bactérienne), la cavitation d'une pneumopathie nécrosante, des images en arbres en bourgeons signant une bronchiolopathie très inhabituelle dans le COVID-19 à l'inverse de bon nombre d'autres pathologies infectieuses [57]. Il est possible d'avoir des lésions à type de condensations pseudo nodulaires accompagnées parfois

d'un halo inversé qui orientent plus vers une pneumonie organisée. L'atteinte est unilatérale généralement au stade précoce avant de se bilatéraliser [58]. Dans le cas de poumon remanié, l'atteinte multifocale périphérique est rarement retrouvée et la comparaison avec les examens antérieurs est d'une grande utilité. La présence des signes négatifs doit faire considérer et discuter un autre diagnostic : syndrome micronodulaire, excavation, condensation systématisée, ou adénomégalies médiastinales [58]. Selon Jeffrey P K et al, les chances d'un résultat positif au scanner étaient de 86 % chez les patients atteints d'une infection par le SARS-CoV-2 et de 82 % chez les patients sans [59].

Par conséquent, la spécificité de la tomodensitométrie est trop faible pour justifier son utilisation pour le diagnostic de la pneumonie COVID-19 [60].

1.7.Principe de l'intelligence artificielle en imagerie médicale :

1.7.1. Définition de l'IA en imagerie

L'intelligence artificielle (IA) basée sur l'imagerie médicale est un dispositif qui joue un rôle potentiellement important dans le diagnostic, la quantification de la maladie, l'évaluation de la gravité et le pronostic de la pneumonie liée à la COVID-19 [59].

Les approches de l'intelligence artificielle (IA), en particulier les techniques d'apprentissage profond (Deep Learning (DL)), ont reçu une attention considérable au cours de la dernière décennie en raison de leur succès à proposer des solutions novatrices pour résoudre des problèmes difficiles [61]. De nouvelles solutions basées sur l'IA/DL ont créé des opportunités, en milieu clinique et de recherche, d'automatiser un certain nombre de tâches considérées comme dépendantes de la cognition humaine, nécessitant ainsi son intervention pour faciliter le processus décisionnel [62].

1.7.2. Application en radiologie

L'intérêt pour l'imagerie pulmonaire est né lorsque des cliniciens et radiologues de Wuhan, dans la province du Hubei en Chine, ont commencé à remarquer des anomalies partagées dans les images de scanner pulmonaire chez les patients atteints de COVID-19[63]. À mesure que la contagion se propageait, les radiologues des établissements de santé du monde entier ont constaté la même chose lors de leurs scanners thoraciques ainsi que sur leurs radiographies, et ont commencé à utiliser des images pour aider à déterminer si les patients étaient infectés, l'étendue de l'atteinte pulmonaire, ainsi que pour suivre les progrès des patients au cours de leurs traitements[63]. En partie parce que les images pulmonaires issues du COVID-19 et

d'autres infections respiratoires sont très difficiles à discerner par une analyse qualitative. C'est là que l'IA peut contribuer[63]. L'analyse basée sur l'IA de l'imagerie médicale (y compris la radiomique en tant que sous-ensemble) sont des approches avancées d'analyse automatisée d'image, présentant un potentiel significatif pour la médecine de précision grâce à l'exploration de données afin de fournir des informations sur l'hétérogénéité intra-régionale des tissus anormaux [64].

1.7.3. Concepts clés

Le premier défi majeur dans la gestion des patients présentant des symptômes de la COVID-19 est d'identifier et de prioriser les cas afin que le médecin puisse isoler les patients infectés le plus rapidement possible. Les modèles de l'intelligence artificielle peuvent aider les radiologues et les cliniciens à poser un diagnostic et un pronostic rapides et précis, afin d'assurer une gestion clinique appropriée et une allocation des ressources [65]. Il a été démontré avec succès que le modèle basé sur l'IA, combinant la modalité CT et d'autres informations cliniques, pouvait être utile pour le dépistage de la COVID-19 sans nécessiter d'intervention de radiologue ni de tests physiques [12].

Les modèles d'apprentissages automatiques utilisés pour le diagnostic et/ou le pronostic de la COVID-19 rapportés incluent : Support Vector Machine (SVM) [66] Random Forest (RF) [67], Arbre de décision (DT) [45,46], et Régression logistique (LR) [47,48]. Xia et al. [68] ont réalisé une approche basée sur la DL utilisant un classificateur combinant des variables cliniques telles que la démographie des patients, les symptômes (toux, fièvre, mal de gorge, etc.), les signes d'infection (par exemple, amygdales et ganglions lymphatiques élargis), les maladies sous-jacentes (par exemple, hypertension, diabète, etc.) et les résultats sanguins avec des données de radiographie (CXR) pour distinguer la COVID-19 de la pneumonie virale de manière simple, efficace, peu coûteuse et précise. Une étude récente de Shiri et al. [54] a révélé que l'intégration des caractéristiques radiomiques avec les données démographiques et cliniques (sexe, âge, poids, taille, IMC, antécédents médicaux de comorbidités et signes vitaux), les caractéristiques de laboratoire (analyses sanguines) et les données radiologiques (notation par les radiologues) peut aider à prédire la survie globale chez les patients atteints de COVID-19.

1.7.4. VCAR thoracic et son apport potentiel

Le logiciel « VCAR thoracic » est un **dispositif médical marqué CE de GE Healthcare** conçu pour quantifier l'emphysème pulmonaire, la condensation et les verre dépolis chez les patients atteints de maladie pulmonaire obstructive chronique. Le logiciel permet la segmentation

automatique des poumons ainsi que la segmentation et le suivi automatiques de l'arbre des voies respiratoires. Il fournit la classification des voxels basée sur les unités de Hounsfield et un affichage codé par couleur des seuils dans une région segmentée[12,69].

1.7.5. Avantages

Le logiciel « VCAR thoracic » fournit des informations quantitatives pour faciliter l'évaluation des maladies thoraciques [70].

Les principales caractéristiques calculées par le logiciel sont la segmentation des poumons et des lobes pour obtenir des mesures de volume basées sur des seuils ; La segmentation des arbres bronchiques et les traces déterminent également les mesures d'épaisseur des parois ; des cartes pulmonaires basées sur les valeurs d'HU afin d'aider le radiologue à déterminer la localisation et l'étendue de la maladie dans les deux poumons ainsi que dans chaque lobe [70,71].

1.8.Limites et perspectives

Selon Granata et al, il y a des points critiques principaux de l'outil VCAR thoracic : la segmentation automatique n'inclut pas les zones de consolidation abondante du parenchyme pulmonaire ni d'épanchements pleuraux, si elles sont visibles, nécessitant la modalité de segmentation manuelle ; il y avait des difficultés dans le mode de segmentation pulmonaire manuelle ; sa correction, effectuée sur une seule tranche, prend du temps [72].

La quantification assistée par ordinateur pourrait être un moyen simple et réalisable d'évaluer les séquelles d'un scanner thoracique dû à une pneumonie liée au COVID-19 ; cependant, une grande variabilité entre les mesures fournies par différents outils doit être prise en compte [72].

METHODOLOGIE

II. MATERIELS ET METHODE

2.1. Cadre et lieu d'étude

Nous avons mené ce travail dans le service de radiologie et d'imagerie médicale du CHU du point G. Présentation de l'hôpital : Le CHU du Point-G jadis appelé Hôpital National du Point-G est l'une des structures hospitalières nationales de 3ème référence du Mali avec le CHU Gabriel TOURÉ, le CHU I.O.T.A, le CHU.N.O.S, l'Hôpital du Mali et le CHU Bocar SALL de Kati.

Il est géré par quatre (4) organes :

- Un conseil d'administration ;
- Une direction générale ;
- Un comité de gestion ;
- La CME (Commission Médicale d'Établissement).

La structure est dotée de 3 missions :

- Mission de soins ;
- Mission de formation ;
- Mission de recherche.

La dénomination du « G » est une terminologie topographique (géodésique) 'G' ; il s'agit du niveau par rapport à la mer à Dakar (SÉNÉGAL) appliqué à la colline sur laquelle est situé le CHU dont la construction remonte à l'année 1906.

Il fut fonctionnel en 1912 sous l'administration de médecins militaires relevant de la section mixte des médecins et infirmiers coloniaux basés à Dakar. Érigé en hôpital en 1959, il bénéficie du statut d'établissement public à caractère administratif (E.P.A) doté de personnalité morale et de l'autonomie financière en 1992 suivant la loi 92.025/A.N.R.M. du 05 décembre 1992.

En 2006, à l'occasion des cérémonies marquant le centenaire de l'hôpital, le ministre de la santé, dans son allocution a souligné que dans le cadre du renforcement des capacités, l'hôpital du Point-G devra signer la convention hospitalo-universitaire lui donnant ainsi son statut de CHU.

Géographiquement, le CHU est bâti sur 25 hectares de superficie et sur une colline située au nord de la ville de Bamako, à 8 Kilomètres du centre-ville, opposée à la colline de Koulouba et sur la route de Kati, rendant ainsi son accès assez difficile.

Il compte 17 services (médecines ; chirurgies ; imagerie et laboratoire comprises).

Le personnel du service de la radiologie et d'imagerie est composé de :

- Six (06) médecins radiologues, dont le chef de service qui est professeur titulaire ;
- Sept assistants médicaux en radiologie dont le major ;
- Un technicien en radiologie ;
- Deux secrétaires ;
- Deux techniciens de surface ;
- Des étudiants thésards.

A ceux-ci, il faut ajouter les étudiants en médecine et les médecins inscrits au diplôme d'études spécialisés (DES) en radiologie et imagerie médicale ainsi que les étudiants de l'INFSS, dans le cadre de leur stage.

2.2. Type d'étude et période d'étude

Pour ce travail nous avons réalisé une analyse descriptive rétrospective d'une série de 229 cas dans une période de 3 ans allant de Janvier 2020 à Juin 2023

2.3. Critères d'inclusion

Etaient inclus dans notre étude :

- Tous les patients présentant une pneumonie à SARS-CoV-2 confirmée par RT-PCR.
- Une qualité suffisante des images de TDM pour permettre une analyse automatisée fiable.

2.4. Critères de non inclusion

N'étaient pas retenus dans notre étude :

- Les patients ayant des antécédents connus de pathologies pulmonaires chroniques susceptibles de masquer ou modifier les lésions (fibrose pulmonaire, cancer, tuberculose).
- La présence d'artefacts techniques majeurs rendant impossible l'analyse clinique ou automatisée.

2.5. Collecte des données

Les données cliniques, biologiques (résultats RT-PCR), et les dossiers radiologiques ont été extraits des archives hospitalières. Les images TDM ont été réanalysées à l'aide du logiciel VCAR Thoracic (GE Healthcare), qui fonctionne par segmentation automatique des poumons basée sur des algorithmes de « Deep Learning » et des seuils d'unités Hounsfield (HU) : tissu sain (> -700 HU), opacités en verre dépoli (-700 à -300 HU), consolidations (< -300 HU). Il quantifie le volume et le pourcentage d'atteinte pulmonaire totale. En parallèle, une analyse visuelle des images a été menée par un panel de 3 radiologues experts (2 seniors avec >10 ans d'expérience en TDM thoracique pour lecture primaire et adjudication des divergences ; 1

junior supervisé pour validation croisée), classant la gravité des lésions en trois stades (légère, modérée, sévère).

Les principales caractéristiques calculées par le logiciel VCAR thoracique sont la segmentation des poumons et des lobes pour obtenir des mesures de volume basées sur des seuils. La segmentation des arbres bronchiques et les traces déterminent également les mesures d'épaisseur des parois ; des cartes pulmonaires basées sur les valeurs d'HU afin d'aider le radiologue à déterminer la localisation et l'étendue de la maladie dans les deux poumons ainsi que dans chaque lobe.

L'étape de revue de l'analyse des parenchymes offre un outil permettant de mesurer le volume entre différentes plages d'H.U. Le volume du poumon droit (VD), le volume pulmonaire gauche (VG) et le volume pulmonaire total (TV) ont été pris pour tous les patients.

2.6. Considérations éthiques

La saisie, le traitement et l'analyse des données ont été faits en préservant la confidentialité des patients.

2.7. Analyse des données

Les données ont été recueillies et consignées sur une fiche d'enquête qui a servi de dossier médical individuel. Ses données sont issues des comptes rendus des radiologues.

Les données ont été saisies et analysées sur le logiciel Microsoft Word 2016.

Le traitement des données a été fait avec le logiciel SPSS 21.0.

La sensibilité de la TDM avec le logiciel VCAR thoracique a été calculée à l'aide de la relation,

Sensibilité : $VP / (VP + FN)$

VP : vrai positif de la TDM : patients présentant la TDM positive avec le test RT PCR positif

FN : Faux négatif de la TDM : patients présentant la TDM négative et avec le test RT PCR positif.

La spécificité de la TDM thoracique a été calculée à l'aide de la relation, spécificité : $VN / (VN + FP)$

VN : vrai négatif de la TDM : patients présentant la TDM négative avec le test RT PCR négative

FP : Faux positif de la TDM : patients présentant la TDM positive avec le test RT PCR négatif.

VPP : Valeur prédictive positive est la capacité du scanner à détecter la maladie. Elle se calcul par a formule de $VPP = VP/(VP+FP)$

VPN : Valeur prédictive négative est la capacité du scanner à détecter les non malades. Elle se calcul par la formule de $VPN = VN/(VN+FN)$

2.8. Matériels

Nous avons utilisé La TDM 16 barrettes de la marque GE qui est un appareil de tomodensitométrie qui permet d'acquérir des images en coupes axiales et avec l'utilisation du logiciel « VCAR Thoracic» pour mieux apprécier les lésions.

Le protocole utilisé était fonction de la symptomatologie clinique, de l'âge du patient et de la fonction rénale. Le protocole sans injection haute résolution plus ou moins l'angioscanner pulmonaire à l'aide d'un injecteur automatique était réservé aux patients en détresse respiratoire ou en cas d'aggravation clinique et/ou radiologique sous traitement. Le scanner thoracique était réalisé en coupe fines avec un niveau de dose optimisé.

Les images scanographiques ont été réalisées avec le patient en position décubitus dorsal, et une acquisition sur le thorax après une inspiration profonde suivi d'une apnée pour réduire au maximum les artefacts de mouvement.

La lecture des images a été faite par les radiologues seniors et les radiologues étaient au courant au préalable des résultats de la PCR.

Toutes les images ont été évaluées à l'aide du VCAR Thoracic qui est un logiciel d'imagerie intégrant les fonctionnalités d'intelligence artificielle (IA), le scanner CT, le « cloud » ou les stations PACS, conçu pour l'analyse et le traitement des données volumétriques de scanners thoraciques. Le logiciel VCAR Thoracic fournit des informations quantitatives pour faciliter l'évaluation des maladies thoraciques.

RESULTATS

III. RESULTATS

Nous avons retenu 229 cas dans notre étude. Les résultats obtenus sont présentés sous forme de tableaux et de graphiques ci-dessous

3.1. Caractéristique de la population d'étude

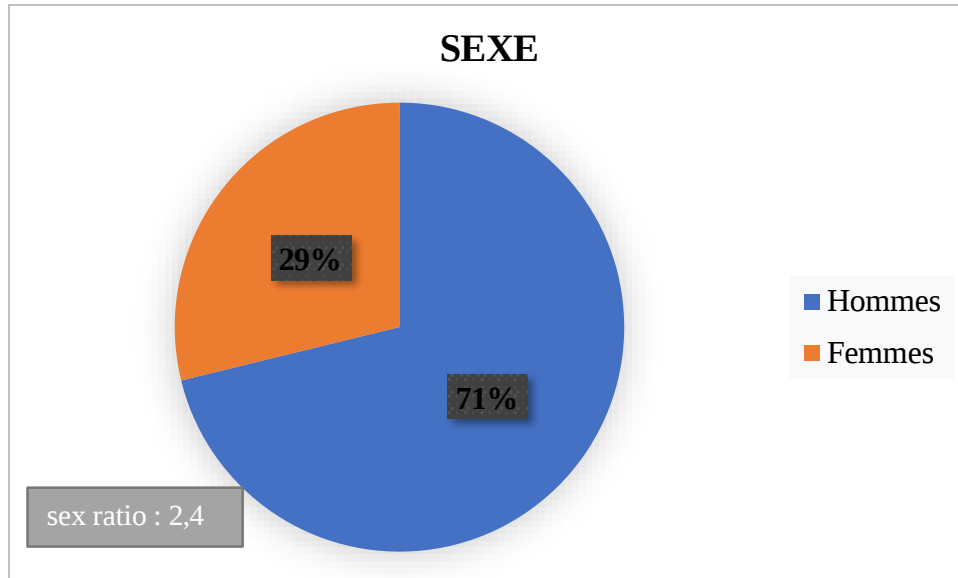


Figure 9 : Répartition des patients en fonction du sexe

Tableau II : Répartition des patients en fonction de l'âge

Tranche d'âge	Effectifs	Pourcentage (%)
0-14	0	0,00
15-24	11	4,80
25-64	171	74,67
65 -100	47	20,53
Total	229	100

L'âge moyen était de 36 ans avec des extrêmes de 16 à 82 ans.

Tableau III : Répartition des patients en fonction des antécédents médico-chirurgicaux.

N= 229

Antécédents	Oui		Non	
	Effectifs	(%)	Effectifs	(%)
Diabète	51	22,27	178	77,73
Insuffisant rénale chronique	2	0,87	227	99,13
Drépanocytose	12	5,24	217	94,76
Obésité	16	6,99	213	93,01
Cardiopathie	13	5,68	216	94,32
Cancer	14	6,11	215	93,89
VIH	11	4,80	218	95,20
Accident vasculaire cérébral	5	2,18	224	97,82
Asthme	7	3,06	222	96,94
Chirurgie	10	4,37	219	95,63
HTA	59	25,76	170	74,24
UGD	29	12,66	200	87,34

Les antécédents médico-chirurgicaux étaient dominés par l'hypertension artérielle (25%) et le diabète (22,27)

Tableau IV : Répartition des patients en fonction de l'examen clinique à l'admission.

Signes cliniques à l'admission	Effectifs	Pourcentage (%)
Fièvre	63	27,51
Toux	102	44,54
Expectorations	25	10,92
Dyspnée	58	25,33
Céphalée	75	32,75
Douleurs gorge/Dysphagie et dysphonie	10	4,37
Autres*	115	50,2

* = asthénie, myalgies, anosmie, rhinorrhée, troubles digestifs, douleurs thoraciques

Tableau V : Répartition en fonction des résultats de la saturation en oxygène à l'admission

Saturation en oxygène	Effectifs	Pourcentage (%)
Désaturation < 90%	91	39,74
Saturation insuffisant 90% - 94%	29	12,66
Saturation normale >94%	109	47,60
Total	229	100

La désaturation était constatée chez 39,74% de nos patients ; 12,66% avait saturation insuffisante tandis que 47,60% des patients avaient une saturation normale

Tableau VI : Répartition des patients en fonction du résultat de la PCR

PCR	Effectifs	Pourcentage (%)
Négatif	29	12,66
Positif	200	87,34
Total	229	100

Tableau VII: Répartition des patients en fonction des anomalies notées au scanner thoracique.

Signes TDM	Anomalie TDM			
	Oui		Non	
	Effectifs	Pourcentage (%)	Effectifs	Pourcentage (%)
Opacités en verre dépoli	203	88,65	26	11,35
Condensations alvéolaires	71	31,00	158	69,00
Opacités réticulaires	105	45,85	124	54,15
Opacités linéaires et ou en bande	55	24,02	174	75,98
Autres images	67	29,26	162	70,74

$\chi^2=272,26$, ddl = 5, $p<0,000$

Il y'a différence statistiquement significative entre les signes de la TDM et les anomalies à la TDM.

Autres images thoraciques (crazy paving, bronchectasies de traction, épanchement pleural, adénopathies médiastinales, atélectasie, fibrose pulmonaire)

Tableau VIII : Répartition des patients selon la topographie des lésions TDM.

Topographie des lésions pulmonaires	Effectifs	Pourcentage (%)
Centrale	16	6,99
Mixte (centrale et périphérique)	182	79,48
Périphérique	31	13,54
Total	229	100

La topographie des lésions TDM était mixte à 79,48%

Tableau IX : Corrélation entre le résultat de la TDM et celui de la RT-PCR

	TDM	PCR	Total
Positive	221	200	421
Négative	8	29	37
Total	229	229	458

La valeur prédictive positive (VPP) est égale à 52,49

La valeur prédictive négative (VPN) est égale à 78,38

La sensibilité (SE) est égale à 96,51

La spécificité (SP) est égale à 12,66

Fiabilité est de 95%.

Tableau X : répartition à travers la visualisation par le logiciel VCAR thoracique

	VCAR thoracique	Pourcentage %
Positive	221	96,51
Négative	8	3,49
Total	229	100

$\chi^2=198,0$, ddl = 1, p = 0,0001

La proportion de VCAR Thoracique positive (96,51 %) était significativement plus élevée que celle des VCAR Thoracique négatives (3,49 %)

Tableau XI : Répartition des patients en fonction des anomalies détectée par le logiciel VCAR thoracique.

Anomalies	Oui		Non	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
		(%)		(%)
Opacité en verre dépoli	203	88,65	26	11,35
Condensation alvéolaire	71	31,00	158	69,00
Opacités réticulaires	105	45,85	124	54,15
Opacités linéaires en bande	55	24,02	174	75,98
Autres images thoraciques	67	29,26	162	70,74

$\chi^2 = 232,8$; ddl = 4 ; p = 0,0001

La répartition des différents signes TDM était significativement différente entre les catégories étudiées. L'opacité en verre dépoli représentait le signe le plus fréquent (88,65 %), suivie des opacités réticulaires (45,85 %) et des condensations alvéolaires (31,00 %). L'écart-type des fréquences observées était de 26,0 %. **Autres images thoraciques** (crazy paving, bronchectasies de traction, épanchement pleural, adénopathies médiastinales, atélectasie, fibrose pulmonaire)

Tableau XII : Evaluation quantitative de l'atteinte pulmonaire à COVID-19 entre VCAR Thoracique et l'analyse visuelle.

Méthode d'évaluation	Moyenne (%) atteinte pulmonaire	Écart-type (%)	Médiane (%)
VCAR Thoracique	35	10	34
Analyse Visuelle	33	12	32

Le logiciel IA a estimé une atteinte pulmonaire moyenne de 35% (écart-type 10%), comparée à 33% (écart-type 12%) obtenue par analyse humaine. Cette différence n'était pas statistiquement significative ($p = 0,05333$).

Tableau XIII : Corrélation entre l'évaluation de la sévérité de la Covid-19 par le VCAR Thoracique et la Visuelle

Sévérité par IA	Légère	Modérée	Sévère	Total
Sévérité visuelle				
Légère	70	5	0	75
Modérée	4	60	6	70
Sévère	0	6	78	84
Total IA	74	71	84	229

$\chi^2=347,7$, **ddl=4**, **p = 0,0001**

la concordance entre l'évaluation visuelle et l'IA dans la détection des formes était de 94.6 % (70/74) pour les formes légères, 84,5 (60/70) pour les formes modérées et 92,9 pour les formes sévères

3.2. Iconographies

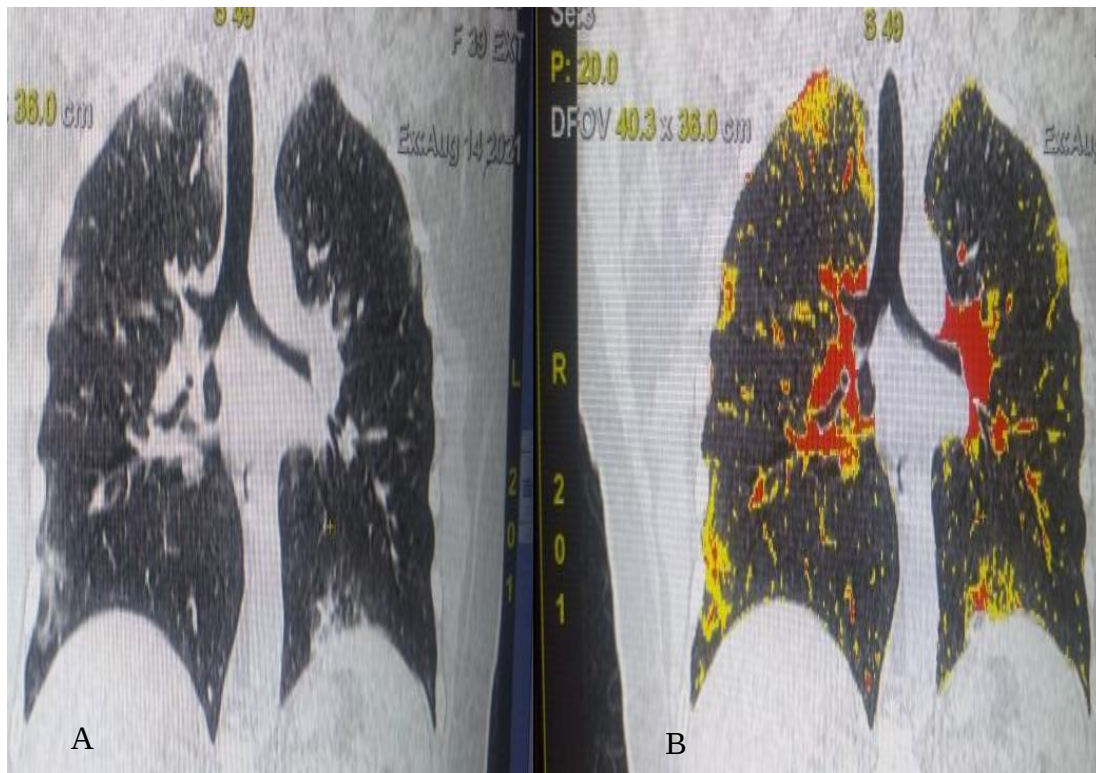


Figure 10 : Reconstruction coronale de TDM du thorax présentant des opacités en verre dépoli (A) avec application du logiciel VCAR thoracique (B)

Des opacités en verre dépoli bilatérales à prédominance périphérique sont observées, évoquant une atteinte alvéolaire ou interstitielle diffuse. L'analyse visuelle estime leur extension à environ 5% de la surface pulmonaire (A), tandis que la volumétrie VCAR Thoracic (Volume Computer-Aided Radiodensitometry) quantifie cette atteinte à 9%(B).

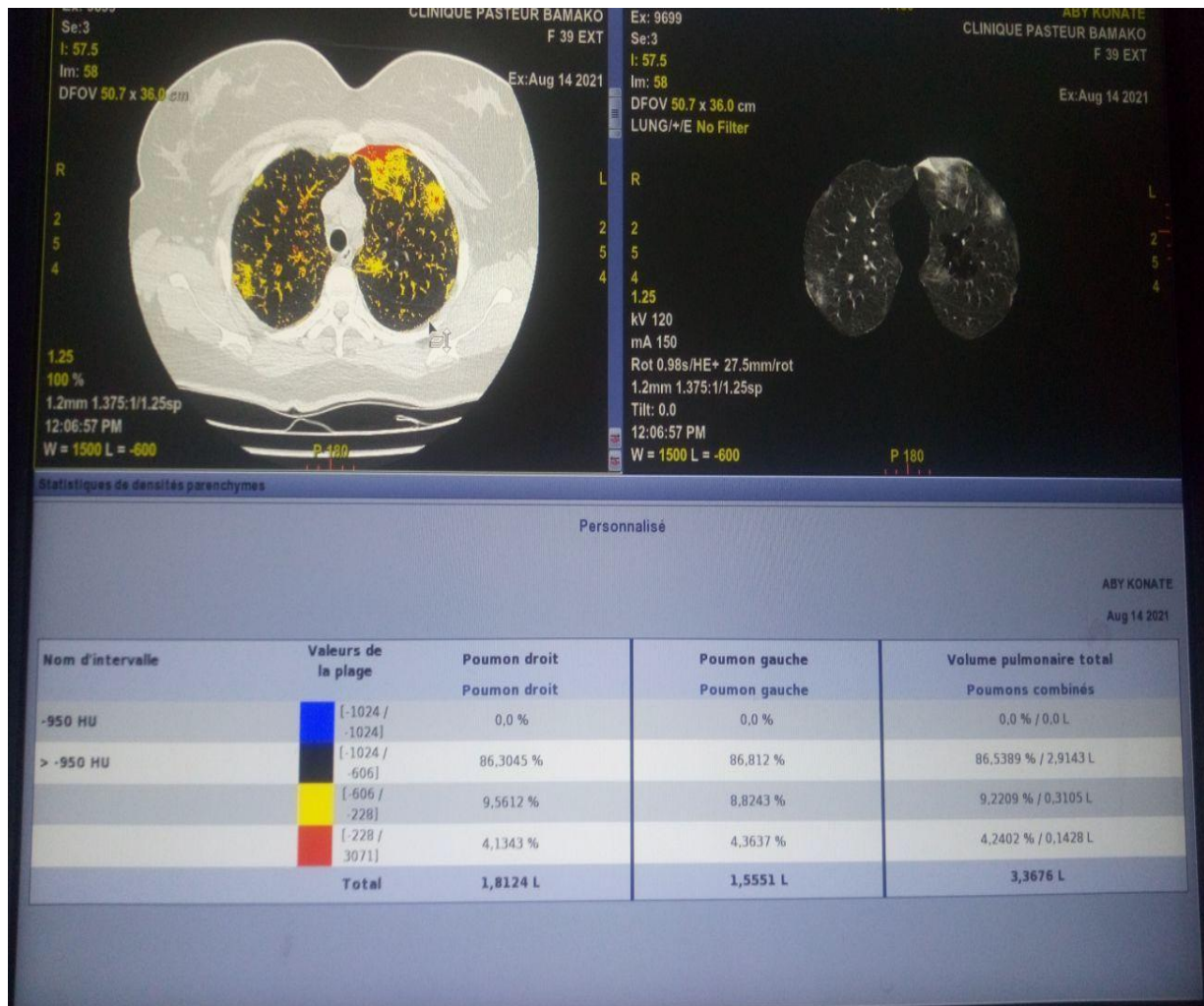


Figure 11 : Images de VCAR Thoracic utilisant les codes couleur pour la quantification des lésions

VCAR Thoracic utilisant les codes couleur pour quantifier précisément les lésions : noir pour tissu sain (> -700 HU typiquement), jaune pour opacités en verre dépoli (-700 à -300 HU), rouge pour composante vasculaire dense, et bleu pour aération (> -300 HU). Cette approche bilatérale périphérique en jaune confirme une atteinte diffuse modérée (9%), orientant vers pneumopathie virale ou œdème sans consolidation majeure.

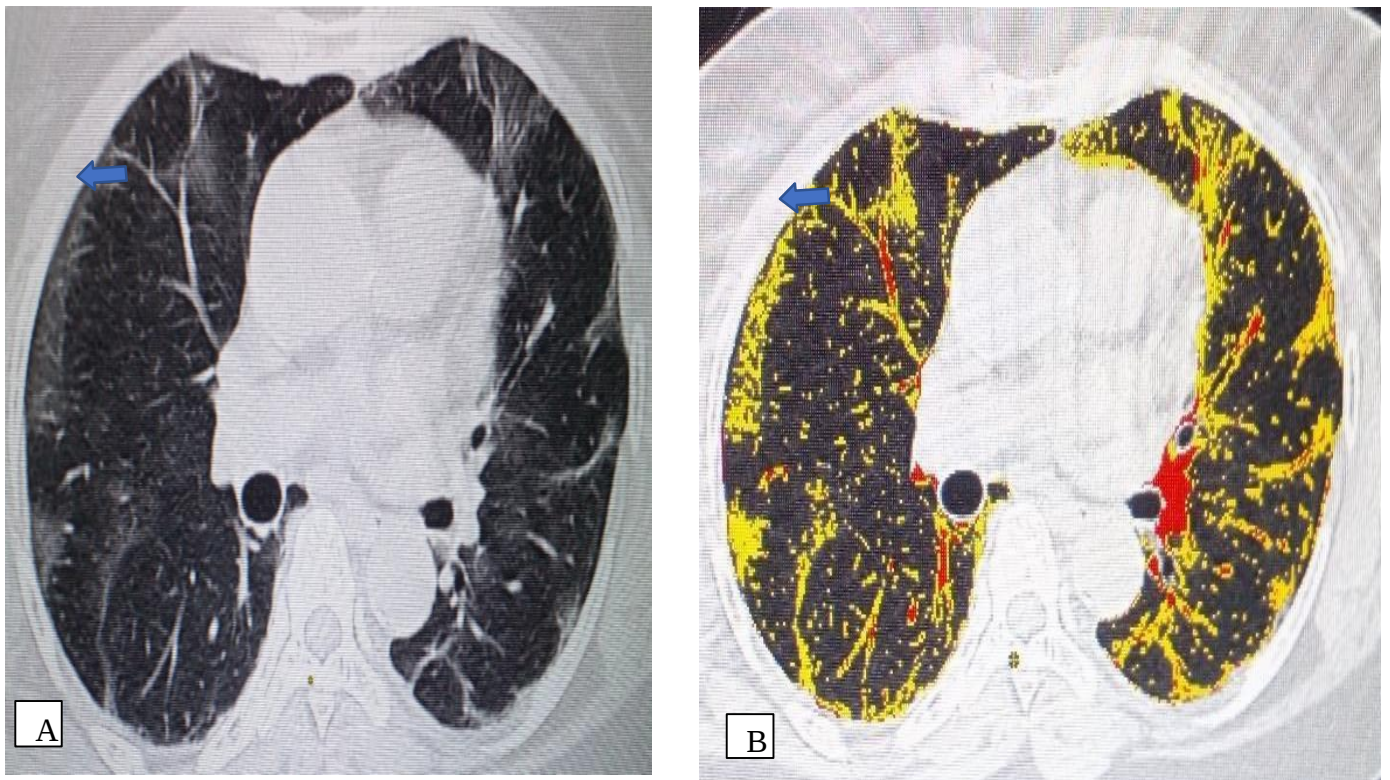


Figure 12 : Image des lésions de COVID-19 en phase de régression

Patient de 69 ans, TDM thoracique de contrôle en fenêtre parenchymateuse coupe axiale (A) avec le logiciel de détection Thoracic VCAR (B) montrant des images en « verre dépoli » en régression de l'étendue et de la densité occupant environ 10 % du volume pulmonaire pour une estimation initiale à 75%.

COMMENTAIRES & DISCUSSION

IV. COMMENTAIRES ET DISCUSSION

Les résultats appuient solidement l'intérêt du logiciel VCAR Thoracique dans la gestion de la pneumopathie COVID-19, en fournissant une quantification objective et reproductible des lésions pulmonaires. Cette automatisation réduit la variabilité inter-observateur, optimise la rapidité d'analyse, et améliore la traçabilité des modifications évolutives [73,74].

Nous avons rencontré des difficultés au cours de notre étude à savoir :

- La panne de notre appareil de scanner au cours de notre étude.
- Le manque de moyen de certains patients à réaliser le scanner.
- L'interprétation difficile des examens TDM des patients en détresse respiratoire et ne pouvant pas suspendre la respiration pendant l'acquisition.

Ont été inclus 229 cas de COVID 19 dans notre étude dont 221 cas de lésions évocatrices de la pneumonie à COVID 19 à la tomodensitométrie pour un total de 5867 scanners réalisés soit 3,76%. Nos résultats sont inférieurs à ceux de Dr N SIMPARA qui a colligé 217 patients sur 2520 patients durant la première vague et 331 patients sur 3520 patients pendant la deuxième vague soit un total de 548 patients sur 6040 dont une fréquence hospitalière de 9,07% [75].

Le sexe masculin représentait 71,18% de nos patients avec le **sexe ratio de 2,4** qui est supérieur à ceux de l'étude de Y. Ruch et al à Paris dont les hommes prédominaient à 60% soit un sexe ratio de 1,5 [76]. L'âge moyen était de 36 ans avec des extrêmes de 16 et 82 ans. La tranche d'âge de 25 à 64 ans prédominait avec 74,67%. Nos résultats sont corroborés par Samaké D et al [77]. **La tranche d'âge comprise entre 25 et 64 ans** était celle avec le plus de lésions suspectes de COVID 19. Ceci peut s'expliquer par des comorbidités liées à l'âge.

Dans notre série nos patients avaient **les facteurs de comorbidité**, parmi lesquels le diabète et l'hypertension artérielle étaient le plus représentés avec 25% et 22,27% respectivement. Ils se rapprochent à l'étude de Joseph et al à Conakry qui ont mis en évidence l'hypertension artérielle dans 55% et le diabète dans 38% [78]. Ces facteurs sont associés à la survenue d'un syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA) en analyse multi variée et à la mortalité en analyse univariée [79].

La symptomatologie de la maladie à SARS-COV-2 est polymorphe et variée. La manifestation classique de la maladie est celle d'une pneumonie, avec fièvre, toux et dyspnée. L'absence de fièvre ou une présentation atypique ne doit pas exclure le diagnostic [30]. En effet, selon Innocent Kashongwe Murhula et al, la maladie se manifestera en trois phases. Dans notre étude, la clinique était marquée par la toux dans 44,54 % des cas, la fièvre dans 22,7%, la dyspnée

dans 25,33%, les céphalées 32,75%. Les symptômes digestifs étaient peu notés avec 15,72%. Il s'agissait pratiquement de la diarrhée, des nausées et des vomissements. Les symptômes de la sphère ORL étaient notés dans 4,37% des cas. Il s'agissait de la douleur cervicale, la dysphagie et la dysphonie. Nos patients étaient asymptomatiques dans 26,64% et 2,18%(n=5) de notre effectif présentait un tableau de détresse respiratoire aigüe. Cette présentation clinique de nos cas était superposable à celle de la littérature dans des proportions variables [27,80,81].

Dans notre série, **la désaturation** était constatée chez 39,74% de nos patients ; 12,66% de notre effectif avait une saturation insuffisante tandis que 47,60% des patients avaient une saturation normale. Il a été décrit chez un nombre significatif de patients un aspect de « hypoxémie silencieuse » [82].

Le test diagnostique de référence pour détecter une infection par la COVID19 est **le test RT-PCR** (réaction en chaîne par polymérase) sur prélèvement nasopharyngé [13]. La PCR était positive chez 87,34%. Ce résultat est corroboré par l'étude de Guan W et al. [24]. Par contre, il diffère du résultat de l'étude de Niang I et al [83] au Sénégal, qui trouvaient un test PCR positif chez 31% de son effectif.

La TDM a permis d'analyser des images en verre dépoli. Nous avons constaté que 48,03% de nos patients présentait des opacités en verre dépoli pur, 8,73% avait des opacités en verre dépoli avec des crazy paving à grosse maille, 28,38% avait des opacités en verre dépoli avec des crazy paving à petites mailles et chez 3,49% des cas il s'agissait de distorsion architecturale sur opacité en verre dépoli. W. Madi et al [84] ont noté 34 % crazy paving sur une série de 241 cas. Cet aspect dit de « crazy paving » est une superposition de verre dépoli, de réticulations intra-lobulaires ou inter lobulaires plus ou moins rétractiles [42]. Les anomalies pulmonaires au scanner sont maximales autour du dixième jour de la maladie [47].

S'agissant des patients présentant le comblement alvéolaire, les lésions étaient organisées en foyer unifocal (21cas), multifocale systématisé (4,23%), multifocale disséminé non extensif (12,68%) et diffus extensif (57,75%). Les bronchogrammes aériens étaient visibles chez 7,04% de nos patients. Tandis que selon l'étude Salehi et al, les condensation parenchymateuses étaient estimées à 33% [47].

La topographie des lésions parenchymateuse était mixte (centrale et périphérique) chez 79,48% des cas, périphérique pure dans 13,54% et centrale dans le reste des cas sur le scanner initial, l'atteinte pulmonaire était bilatérale dans 80,79% des cas ; la zone pulmonaire inférieure était le siège des lésions pulmonaires dans 86,90% des cas suivie de la zone pulmonaire supérieure

avec 67,59 % et de la zone pulmonaire moyenne dans 28,97% des cas. Cette atteinte lobaire inférieure est conforme aux données publiées [9,42,47,84].

Des lésions suspectes de COVID 19 ont été visualisées par le logiciel Thoracic VCAR chez 96,51% de nos patients, ce qui est supérieur aux données de l'étude de Guiot J et al [56] qui a utilisé le système COVIA.

Les lésions pulmonaires à la TDM thoracique détectée par le logiciel Thoracic VCAR étaient dominées par des opacités en verre dépoli (88,65%), les condensations alvéolaires (31%), les opacités réticulaires (45,85%), les opacités linéaires en bande (24,02%). Selon W. Madi et al [84], les anomalies scanographiques les plus caractéristiques de la pneumonie à Covid-19 sont des plages de verre dépoli (environ 91%), multifocales, bilatérales et asymétriques. Des auteurs ont également décrit des opacités en verre dépoli périphériques, postérieures et basales à priori sans nodule, adénopathie ou épanchement pleural [9,85,86]. La manifestation peut se faire vers des aspects de pneumonie organisée, et les formes graves cliniquement se caractérisent par des condensations alvéolaires étendues [87].

Dans notre étude le logiciel Thoracic VCAR avait une **sensibilité de 96,51 %** ; une spécificité de 12,66% ; une valeur prédictive positive de 52,49 %. Nos résultats se rapprochent de ceux de Guiot J et al qui avaient trouvé une VPP du scanner de 53,6 %. La taille de notre échantillonnage et les critères de sélection de nos patients pourraient expliquer cette différence.

La classification de **sévérité dans trois catégories par IA** concorde à 80% avec la classification visuelle, démontrant la capacité robuste du logiciel à prédire la gravité des atteintes.

Les faibles taux d'erreur de segmentation observés sont principalement liés aux artefacts techniques ou aux lésions diffuses, confirmant la nécessité de continuer à perfectionner ces outils pour les cas complexes, comme souligné dans les études par Dupont et al. (2023) et Martin et Leroy (2022) [88,89].

Cette étude corrobore les avancées récentes dans le domaine, où l'IA se révèle indispensable pour renforcer la capacité des systèmes de santé à répondre aux crises épidémiologiques. Au-delà du diagnostic, VCAR Thoracic facilite aussi le suivi longitudinal des patients, indispensable pour adapter les thérapies à la dynamique évolutive de la maladie [90].

L'intégration de l'IA améliore également l'homogénéité des rapports radiologiques, diminue la charge de travail des radiologues sous pression, et ouvre la voie vers une nouvelle ère

d'imagerie médicale augmentée où le couple homme-machine maximise l'efficacité diagnostique.

CONCLUSION & RECOMMANDATIONS

CONCLUSION

La tomодensitométrie occupe une place centrale dans la prise en charge de la COVID-19, en permettant une détection, une caractérisation précise et une évaluation quantitative des atteintes pulmonaires. L'intégration des outils intégrant l'intelligence artificielle, notamment le logiciel VCAR Thoracic, constitue une avancée significative dans l'optimisation de l'analyse radiologique.

Dans notre étude la sensibilité du logiciel VCAR Thoracic intégrant l'intelligence artificielle était de 96,51% ; la spécificité de 12,66% ; et une valeur prédictive positive de 52,49 %.

L'usage du logiciel VCAR Thoracic intégrant les technologies de l'IA permet une mesure automatisée précise, complète l'évaluation visuelle, et renforce la prise de décision clinique. Cette technologie représente une avancée majeure dans la radiologie thoracique en améliorant le triage, la quantification et le suivi des atteintes pulmonaires dans les pathologies infectieuses émergentes.

RECOMMANDATIONS

Au terme de notre étude nous formulons des recommandations suivantes :

Aux autorités administratives et politiques :

- Renforcement des plateaux techniques.
- Réduction du coût de réalisation de la TDM sur l'étendue du territoire.
- Promotion de la recherche et de l'intégration des pratiques sur l'impact de la TDM avec les logiciels de dernière génération dans la prise de la maladie à COVID 19.

Aux centres de prise en charge

- Intégration du scanner en 1ère ligne dans le bilan diagnostic et le suivis des patients atteints de la maladie à covid 19.

Au service de radiologie

- Prendre soin des appareils TDM en les mettant dans des meilleures conditions.
- Utilisation du logiciel VCAR Thoracic dans l'évaluation de lésions pulmonaires.

A la population

- Consultation précoce devant les signes respiratoires ou en cas de contact avec personne contaminée par la covid 19.
- Adhésion au système d'assurance maladie afin de réduire le cout de prise en charge des maladies en général.
- Vaccination des personnes à risque de formes grave de covid 19.

A la direction de l'hôpital du point G :

- Mise en place un système d'archivage afin de sauvegarder les données.
- Mise en disposition d'une provision suffisante en consommable afin d'éviter les ruptures momentanées de stocks.
- Amélioration du circuit électrique et prévision l'installation d'un groupe électrogène au service de radiologie afin de parer aux problèmes fréquents de coupure d'électricité.

REFERENCES

REFERENCES

1. **Mahieu R, Dubée V.** Caractéristiques cliniques et épidémiologiques de la Covid-19. *Actualités Pharmaceutiques*. 2020;59:24-6.
2. **Zhu N, Zhang D, Wang W, et al.** A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020;382:727-33.
3. **Kucharski AJ, Russell TW, Diamond C, et al.** Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study. *The Lancet Infectious Diseases*. 2020;20:553-8.
4. **Lonergan M, Chalmers D.** Estimates of the ongoing need for social distancing and control measures post-“lockdown” from trajectories of COVID-19 cases and mortality. *European Respiratory Journal*. 2020;56 : 1.
5. **Guan WJ, Ni ZY, Liang WH, et al.** Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*. 2020;382:1708-20.
6. **Fang Y, Zhang H, Xie J et al.** Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020;296:E115-7.
7. **Ai T, Yang Z, Hou H et al.** Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. 2020;296:E32-40.
8. **Pan F, Ye T, Sun P et al.** Time Course of Lung Changes at Chest CT during Recovery from Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Radiology*. 2020;295:715-21.
9. **Lodé B, Jalaber C, Orcel T et al.** Imagerie de la pneumonie COVID-19. *Journal d'imagerie diagnostique et interventionnelle*. 2020;3:249-58.
10. **Bernheim A, Mei X, Huang M et al.** Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology*. 2020;295:685-91.
11. **Caruso D, Zerunian M, Polici M et al.** Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy. *Radiology*. 2020;296: E79-85.

12. **Belfiore MP, Urraro F, Grassi R et al.** Artificial intelligence to codify lung CT in Covid-19 patients. *Radiol med.* 2020; 125:500-4.
13. **Zhu N, Zhang D, Wang W. et al.** A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.* 2020; 382:727-733. 2.
14. **Ciotti M, Ciccozzi M, Terrinoni A et al.** The COVID-19 pandemic. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences.* 2020;57:365-88.
15. **Garnier M, Quesnel C, Constantin JM et al.** Atteintes pulmonaires liées à la COVID-19. *La Presse Médicale Formation.* 2021;2:14-24.
16. **S. Satarker, M. Nampoothiri.** Structural Proteins in Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2. *Arch Med Res,* 51 (2020), : 482-491.
17. **Radzikowska U, Ding M, Tan G et al.** Distribution of ACE2, CD147, CD26, and other SARS-CoV-2-associated molecules in tissues and immune cells in health and in asthma, COPD, obesity, hypertension, and COVID-19 risk factors. *Allergy.* 2020;75(11):2829-2845
18. **D. Wu, X.O. Yang.** TH17 responses in cytokine storm of COVID-19: An emerging target of JAK2 inhibitor Fedratinib. *J Microbiol Immunol Infect,* (2020); 53(3) : 368-370.
19. **Wrapp D, Wang N, Corbett KS et al.** Structure cryo-EM du pic 2019-nCoV dans la conformation de préfusion. *La science.* 2020; 367:1260–3.
20. **Velavan TP, Meyer CG.** The COVID-19 epidemic. *Trop Med Int Health.* 2020;25:278-80.
21. **Li Q, Guan X, Wu P et al.** Dynamiques de transmission précoces à Wuhan, en Chine, de la pneumonie infectée par le nouveau coronavirus. *N Engl J Med.* 2020 ; 382:1199–207.
22. **Santé publique France.** COVID-19 : chiffres clés et évolution. Saint-Maurice : Santé publique France; 2020 [cité le 18 févr 2026].
23. **Berthé I, Boly A, Tounkara M et al.** Variabilité des caractéristiques démographiques et cliniques des cas de COVID-19 entre la première et deuxième vague au Mali. *Mali Med.* 2025;40(1):7-13

24. **Guan W, Ni Z, Hu Y et al.** Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med* 2020 ; 382(18):1708-1720
25. **Li Y, Xia et al.** Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Role of Chest CT in Diagnosis and Management. *American Journal of Roentgenology*. 2020;214:1280-6.
26. **Yesudhas D, Srivastava A, Gromiha MM et al.** COVID-19 outbreak: history, mechanism, transmission, structural studies and therapeutics. *Infection*. 2021;49:199-213.
27. **Pascarella G, Strumia A, Piliengo C et al.** COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review. *Journal of Internal Medicine*. 2020;288:192-206.
28. **Grenier P., Belgelman C.** Angiographie des vaisseaux pulmonaires. *Journal de radiology*. Masson. Paris.1999; 80 :1026.
29. **Herring W, Bourjat P.** Apprendre la radiologie. 1re éd. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2020. : 125-127
30. **Day M.** Covid-19: Identifying and Isolating Asymptomatic People Helped Eliminate Virus in Italian Village. *BMJ*. 2020; 368 : m1165.
31. **Tian S, Hu N, Lou J, Chen K et al.** Characteristics of COVID-19 infection in Beijing. *J Infect*. 2020 Apr;80(4):401-406.
32. **He W, Yi GY, Zhu Y.** Estimation of the basic reproduction number, average incubation time, asymptomatic infection rate, and case fatality rate for COVID-19: Meta-analysis and sensitivity analysis. *J Med Virol*. 2020;92:2543-50.
33. **Li Y, Yao L, Li J et al.** Stability issues of RT-PCR testing of SARS-CoV-2 for hospitalized patients clinically diagnosed with COVID-19. *J Med Virol*. 2020;92:903-8.
34. **Wang W, Xu Y, Gao R et al.** Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA*. 2020;323:1843-4.

35. **Padhye NS.** Reconstructed diagnostic sensitivity and specificity of the RT-PCR test for COVID-19. medRxiv. 2021, version 2 : 1
36. **Dalmat YM.** Élargir le dispositif des tests salivaires Sars-CoV-2. Option/Bio. 2021;32:9.
37. **Bertholom C.** Sars-CoV-2 : émergence, aspects virologiques et diagnostiques. Option/Bio. 2020;31:21-3.
38. **Patricia M F, Andrea L, Suzie D et al.** Place des tests sérologiques rapides (TDR, TROD, autotests) dans la stratégie de prise en charge de la maladie COVID-19. HAS (Haute Autorité de Santé) 2020 :34.
39. **Schwartz KL, McGeer AJ, Bogoch II.** Le dépistage des personnes asymptomatiques au moyen de tests antigéniques rapides: un outil de santé publique pour lutter contre la COVID-19. CMAJ. 2021;193:E888-91.
40. **Scott J A, Carole D** L'imagerie thoracique chez les patients soupçonnés d'avoir la COVID-19. CMAJ. 2020;192:E1494-E1494.
41. **Zhang L, Zhu F, Xie L et al.** Clinical characteristics of COVID-19-infected cancer patients: A retrospective case study in three hospitals within Wuhan, China. Ann Oncol 2020: S0923–7534.
42. **A. Bernheim, X. Mei, M. Huang, Y. , et al.** Chest CT findings in Coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection. Radiology (2020), 295: 200463.
43. **F. Pan, T. Ye, P. Sun, et al.** Time course of lung changes on Chest CT during recovery from 2019 novel Coronavirus (COVID-19) pneumonia. Radiology (2020); 295 : 200370.
44. **Flament T, Artaud-Macari E, Dumenil C et al.** COVID-ECHO : description échographique des pneumonies COVID-19. Revue des Maladies Respiratoires Actualités 2021;14(1):66–67
45. **Zhang L, Zhu F, Xie L et al.** Clinical characteristics of COVID-19-infected cancer patients: A retrospective case study in three hospitals within Wuhan, China. Ann Oncol 2020; 31(7): 894-901.

46. **Pllinger A, Frauenfelder T, Hautz W et al.** Imagerie thoracique dans le cadre du COVID-19. *Swiss Med Forum*. 2021;21(21–22):381-386.
47. **S. Salehi, A. Abedi, Balakrishnan S et al.** Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): a systematic review of imaging findings in 919 patients. *Am J Roentgenol* 2020;215(1):87-93.
48. **A. Bernheim, X. Mei, M. Huang et al.** Chest CT findings in Coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection. *Radiology* 2020;295(3):685-691.
49. **Desvaux É, Faucher J F.** Covid-19 : aspects cliniques et principaux éléments de prise en charge. *Revue Francophone des Laboratoires*. 2020;526:40-47.
50. **Y. Xiong, D. Sun, Y. Liu et al.** Clinical and High-Resolution CT Features of the COVID-19 Infection: Comparison of the Initial and Follow-up Changes. *Invest Radiol*, 2020;55(6):332-339.
51. **K. Li, J. Wu, F. Wu et al.** The Clinical and Chest CT Features Associated with Severe and Critical COVID-19 Pneumonia. *Invest Radiol*, 2020;55 (6) : 327-331.
52. **R. Yang, X. Li, H. Liu et al.** Chest CT Severity Score: An Imaging Tool for Assessing Severe COVID-19. *Radiol Cardiothorac Imaging*, 2020;2(2):e200047.
53. **W. Zhao, Z. Zhong, X. Xie et al.** Relation Between Chest CT Findings and Clinical Conditions of Coronavirus Disease (COVID-19) Pneumonia: A Multicenter Study. *Am J Roentgenol*, 2020;214 : 1072-1077.
54. **Kuo BJ, Lai YK, Tan MML et al.** Utility of Screening Chest Radiographs in Patients with Asymptomatic or Minimally Symptomatic COVID-19 in Singapore. *Radiology* 2021;298(3):e131-e140
55. **Toussie D, Voutsinas N, Finkelstein M et al.** Les caractéristiques cliniques et de la radiographie thoracique déterminent les résultats des patients

chez les jeunes et les adultes d'âge moyen atteints de la COVID-19. Radiologie. 2020;297(1):e197-e206.

56. **Guiot J, Vaidyanathan A, Deprez L, et al.** Les aspects radioLogiques de La pneumopathie à coVid-19 : de L'imagerie conventionnelle à l'intelligence artificielle. Rev Med Liege 2020; 75 (Suppl1) : S81-S85.

57. **Simpson S, Kay FU, Abbara S et al.** Radiological Society of North America Expert Consensus Statement on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19. Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA - Secondary Publication. Journal of thoracic imaging. 2020;35:219-27.

58. **ATMANE M.** L'apport du scanner thoracique dans le diagnostic positif de la pneumonie Covid -19. Marrakech (Maroc): Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, Université Cadi Ayyad; 2021. Thèse n°247.

59. **Kanne JP, Bai H, Bernheim A et al.** COVID-19 Imaging: What We Know Now and What Remains Unknown. Radiology. 2021;299:e262-79.

60. **Islam N, Salameh JP, Leeftang MM et al.** Thoracic imaging tests for the diagnosis of COVID-19. Cochrane Database Syst Rev. 2020;11:CD013639.

61. **Arabi H, AkhavanAllaf A, Sanaat A et al.** The promise of artificial intelligence and deep learning in PET and SPECT imaging. Physica Medica: European Journal of Medical Physics. 2021;83:122-37.

62. **Nensa F, Demircioglu A, Rischpler C.** L'intelligence artificielle en médecine nucléaire. J Nucl Med. 2019;60(Suppl 2):S29–S37.

63. **Mertz L.** AI-Driven COVID-19 Tools to Interpret, Quantify Lung Images. IEEE Pulse. 2020;11(4):2-7.

64. **H. Arabi, A. AkhavanAllaf, A. Sanaat et al.** La promesse de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage profond dans l'imagerie PET et SPECT. Phys Med. 2021;83:122–137.

65. **Bouchareb Y, Moradi Khaniabadi P, Al Kindi F et al.** Artificial intelligence-driven assessment of radiological images for COVID-19. *Computers in Biology and Medicine*. 2021;136:104665.
66. **Barstugan M, Ozkaya U, Ozturk S.** Coronavirus (COVID-19) Classification using CT Images by Machine Learning Methods. *arXiv*. 2020;arXiv:2003.09424.
67. **E. Ong, M.U. Wong, A. Huffman, Y et al.** Conception d'un vaccin contre le coronavirus COVID-19 en utilisant la vaccinologie inversée et l'apprentissage automatique. *Front Immunol*. 2020;11:1581
68. **X. Yang, C. Weixiang, R. Hongyi et al.** A rapid screening classifier for diagnosing COVID-19 *Int. J. Biol. Sci* 2021;17 (5) : 539-548.
69. **Grassi R, Cappabianca S, Urraro F et al.** Chest CT Computerized Aided Quantification of PNEUMONIA Lesions in COVID-19 Infection: A Comparison among Three Commercial Software. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:6914.
70. **Bellini D, Capodiferro P, Vicini S et al.** Long COVID in Young Patients: Impact on Lung Volume Evaluated Using Multidetector CT. *Tomography*. 2023;9:1276-85.
71. **GE Healthcare. Thoracic VCAR User Manual [Internet]. Milwaukee (WI): GE Healthcare; [cité le 25 janv 2026]. Disponible sur : [Thoracic VCAR Manual](#)**
72. **Granata V, Ianniello S, Fusco R et al.** Quantitative Analysis of Residual COVID-19 Lung CT Features: Consistency among Two Commercial Software. *Journal of Personalized Medicine*, 2021;11(11):1103.
73. **Grassi R, Cappabianca S, Urraro F, et al.** Chest CT Computerized Aided Quantification of PNEUMONIA Lesions in COVID-19 Infection: A Comparison among Three Commercial Software. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(18):6914.

74. **Rorat M, Jurek T, Simon K, et al.** Value of quantitative analysis in lung computed tomography in patients severely ill with COVID-19. PLoS One. 2021;16(5):e0251946.
75. **SIMPARA N.** Aspects TDM des lésions pulmonaires liées au COVID-19 pendant les deux premières vagues à l'Hôpital du Mali. Mémoire de DES. Bamako: Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie (FMOS); 2020–2021
76. **Ruch Y, Kaeuffer C, Ohana M et al.** La quantification scanographique des lésions pulmonaires comme facteur pronostique d'atteinte sévère chez les patients covid-19. Médecine et Maladies Infectieuses. 2020;50(6 Suppl):S80–S81 .
77. **Samaké D, Coulibaly M, Kéita M, et al.** La COVID-19 à Mopti : Aspects épidémiologique, clinique, thérapeutique et évolutif. Revue Malienne d'Infectiologie et de Microbiologie. 2021;16:47-51.
78. **Donamou J, Bangoura A, Camara LM et al.** Caractéristiques épidémiologiques et cliniques des patients COVID-19 admis en réanimation à l'hôpital Donka de Conakry, Guinée : étude descriptive des 140 premiers cas hospitalisés. Anesthésie et Réanimation. 2021;7(2):102–109.
79. **Alshamam M, Saliaj M, Nso N et al.** Acute Stroke in COVID-19 Patients. IJCEN. 2020;8:14-23.
80. **Wu Z, McGoogan.** 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. 2020;323:1239-42.
81. **Guan WJ, Ni ZY, Hu Yet al.** Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. New England Journal of Medicine. 2020;382(18):1708-1720.

82. **Hu Z, Song C, Xu C, et al.** Clinical characteristics of 24 asymptomatic infections with COVID-19 screened among close contacts in Nanjing, China. *Science China Life Sciences* 2020; 63(5): 706-711.
83. **Niang I, Diallo I, Diouf Ndoffene CJ et al.** Tri et détection du Covid-19 par TDM thoracique low-dose chez les patients tout-venant au service de radiologie de l'Hôpital de Fann (Dakar-Sénégal). *The Pan African Med Journal* 2020 ; 37 (Supp 1) :22.
84. **Madi W, Mejdoub Fehri S, Ammar R.** Rôle de la tomodensitométrie thoracique dans le diagnostic de l'infection respiratoire à COVID-19. *Rev Malad Respir Actual.* 2022;14:110.
85. **Kashongwe I.M, Lepira F.B, Tuma H.N et al.** Manifestations cliniques de l'infection à Coronavirus SARS-Cov-2 (COVID-19). *Ann. Afr. Med* 2020 ; 13(3): e3685.
86. **Plaçais L, Richier Q.** COVID-19 : caractéristiques cliniques, biologiques et radiologiques chez l'adulte, la femme enceinte et l'enfant. Une mise au point au coeur de la pandémie. *La Revue de médecine interne* 2020 ; 41 :308-318.
87. **Wang Y, Dong C, Hu Y et al.** Temporal changes of CT findings in 90 patients with COVID-19 pneumonia. A longitudinal study. *Radiology* 2020; 296: E55-E64.
88. **Belfiore MP, Urraro F, Grassi R, et al.** Artificial intelligence to codify lung CT in Covid-19 patients. *Radiol Med.* 2020;125(5):500-504.
89. **Martin R, Leroy P.** Performance of chest CT for COVID-19 triage: a meta-analysis. *Radiology.* 2022;305(1):160-170.
90. **Idahor CO, Esomu EJO, Ogbonna N et al.** Infectious Disease Surveillance in the Era of Big Data and AI: Opportunities and Pitfalls. *Cureus.* 2025;17:e93929.

ANNEXES

ANNEXES

Résumé :

But : Evaluer l'apport du logiciel « VCAR Thoracic » dans l'évaluation des atteintes pulmonaires de la maladie COVID-19.

Introduction : La maladie à COVID-19 est une infection respiratoire pouvant entraîner des lésions pulmonaires visible à la TDM thoracique.

Le VACR Thoracique développé par GE Healthcare intégrant l'intelligence artificiel est un système qui analyse automatiquement les lésions afin d'assister le radiologue.

Matériels et Méthode : Il s'agissait d'une étude descriptive rétrospective menée au service de radiologie du CHU du Point G à Bamako, portant sur 229 patients explorés entre janvier 2020 et juin 2023.

Résultats : La prédominance masculine (71,18 %) était nette avec un âge moyen de 36 ans. Les principaux facteurs de risque étaient l'hypertension artérielle (25,76 %) et le diabète (22,27 %). Les signes cliniques les plus fréquents étaient la toux (44,54 %), les céphalées (32,75 %) et la dyspnée (25,33 %). Les lésions scanographiques étaient dominées par les opacités en verre dépoli (88,65 %), suivies des opacités réticulaires (45,85 %) et des condensations alvéolaires (31 %). Le logiciel VCAR Thoracic a détecté des lésions évocatrices de COVID-19 dans 96,51 % des cas, avec une sensibilité de 96,51 % et une spécificité de 12,66 %.

L'évaluation visuelle et l'IA ont montré une forte concordance dans la détection des différentes formes atteignant 70/74(soit 94,6%) pour les formes légères, 60/71(soit 84,5%) pour les formes modérées et 78/84 (soit 92,9%) pour les formes sévères.

Conclusion : Le VCAR Thoracic constitue un outil performant permettant une quantification objective, reproductible et rapide des lésions pulmonaires liées à la COVID-19, améliorant ainsi l'évaluation de la sévérité et le suivi des patients.

Mots clés : CODID-19, VCAR Thoracic, TDM, IA

Abstract

Objective: To evaluate the contribution of the **VCAR Thoracic** software in the assessment of pulmonary involvement in COVID-19.

Introduction: COVID-19 is a respiratory infection that may cause pulmonary lesions detectable on chest computed tomography (CT). **VCAR Thoracic**, developed by GE Healthcare and incorporating artificial intelligence (AI), is a software application that automatically analyzes lung lesions to assist radiologists in image interpretation.

Materials and Methods: This was a retrospective descriptive study conducted in the Radiology Department of the University Teaching Hospital (CHU) of Point G, Bamako. The study included 229 patients who underwent chest CT examinations between January 2020 and June 2023.

Results: There was a marked male predominance (71.18%), with a mean age of 36 years. The main risk factors were hypertension (25.76%) and diabetes mellitus (22.27%). The most common clinical manifestations were cough (44.54%), headache (32.75%), and dyspnea (25.33%). Chest CT findings were predominantly ground-glass opacities (88.65%), followed by reticular opacities (45.85%) and alveolar consolidations (31.00%). The VCAR Thoracic software detected COVID-19-compatible lung lesions in 96.51% of cases, with a sensitivity of 96.51% and a specificity of 12.66%. Visual assessment and AI demonstrated strong agreement in classifying disease severity, reaching 70/74 (94.6%) for mild cases, 60/71 (84.5%) for moderate cases, and 78/84 (92.9%) for severe cases.

Conclusion: VCAR Thoracic is a valuable tool that provides objective, reproducible, and rapid quantification of COVID-19-related pulmonary lesions, thereby improving disease severity assessment and patient follow-up.

Keywords: COVID-19, VCAR Thoracic, Computed Tomography (CT), Artificial Intelligence (AI).

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure au nom de l'être Suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis à l'intérieur des maisons mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de partie politique ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !

Je le jure !!!