

2023-2024

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Qualification en Radiologie et Imagerie Médicale

**Comparaison d'un enseignement de
radio-anatomie en mode distanciel
synchrone versus en présentiel
sur une population d'étudiants
en médecine de premier cycle
à la faculté d'Angers**

PAUCHARD Adrien

Né le 05/12/1995 à Athis-Mons (91)

Sous la direction du Pr. AUBE Christophe

Membres du jury

Monsieur le Professeur LEROLLE Nicolas | Président

Monsieur le Professeur AUBE Christophe | Directeur

Madame la Docteure PAISANT Anita | Membre

Madame la Docteure JACQUEMIN Sarah | Membre

Soutenue publiquement le
20 octobre 2023

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné PAUCHARD Adrien

Déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant le 01/10/2023

SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrais pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

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

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

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DE SANTÉ D'ANGERS

Doyen de la Faculté : Pr Nicolas LEROLLE

Vice-Doyen de la Faculté et directeur du département de pharmacie :

Pr Sébastien FAURE

Directeur du département de médecine : Pr Cédric ANNWEILER

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| ABRAHAM Pierre | PHYSIOLOGIE | Médecine |
| ANGOULVANT Cécile | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| ANNWEILER Cédric | GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT | Médecine |
| ASFAR Pierre | REANIMATION | Médecine |
| AUBE Christophe | RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE | Médecine |
| AUGUSTO Jean-François | NEPHROLOGIE | Médecine |
| BAUFRETTON Christophe | CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE | Médecine |
| BELLANGER William | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| BEOLONCLE François | REANIMATION | Médecine |
| BENOIT Jean-Pierre | PHARMACOTECHNIE | Pharmacie |
| BIERE Loïc | CARDIOLOGIE | Médecine |
| BIGOT Pierre | UROLOGIE | Médecine |
| BONNEAU Dominique | GENETIQUE | Médecine |
| BOUCHARA Jean-Philippe | PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE | Médecine |
| BOUET Pierre-Emmanuel | GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE | Médecine |
| BOURSIER Jérôme | GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE | Médecine |
| BOUVARD Béatrice | RHUMATOLOGIE | |
| BRIET Marie | PHARMACOLOGIE | Médecine |
| CALES Paul | GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE | Médecine |
| CAMPONE Mario | CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE | Médecine |
| CAROLI-BOSC François-Xavier | GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE | Médecine |
| CASSEREAU Julien | NEUROLOGIE | Médecine |
| CLERE Nicolas | PHARMACOLOGIE / PHYSIOLOGIE | Pharmacie |
| CONNAN Laurent | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| COPIN Marie-Christine | ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES | Médecine |
| COUTANT Régis | PEDIATRIE | Médecine |
| CUSTAUD Marc-Antoine | PHYSIOLOGIE | Médecine |
| CRAUSTE-MANCIET Sylvie | PHARMACOTECHNIE HOSPITALIERE | Pharmacie |
| DE CASABIANCA Catherine | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| DESCAMPS Philippe | GYNÉCOLOGIE-OBSTETRIQUE | Médecine |
| D'ESCATHA Alexis | MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL | Médecine |
| DINOMAIS Mickaël | MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION | Médecine |

| | | |
|--|--|--|
| DIQUET Bertrand | PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE ; PHARMACOLOGIE CLINIQUE ; ADDICTOLOGIE | Médecine |
| DUBEE Vincent DUCANCELLA Alexandra | MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE | Médecine Médecine |
| DUVAL Olivier DUVERGER Philippe EVEILLARD Mathieu FAURE Sébastien FOURNIER Henri-Dominique FOUQUET Olivier | CHIMIE THERAPEUTIQUE PEDOPSYCHIATRIE BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE PHARMACOLOGIE PHYSIOLOGIE ANATOMIE | Pharmacie Médecine Pharmacie Pharmacie Médecine |
| FURBER Alain GAGNADOUX Frédéric GOHIER Bénédicte GUARDIOLA Philippe GUILET David HAMY Antoine HENNI Samir HUNAUT-BERGER Mathilde IFRAH Norbert JEANNIN Pascale KEMPF Marie | CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE CARDIOLOGIE PNEUMATOLOGIE PSYCHIATRIE D'ADULTES HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION CHIMIE ANALYTIQUE CHIRURGIE GENERALE MEDECINE VASCULAIRE HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION | Médecine Médecine Médecine Médecine Pharmacie Médecine Médecine Médecine Médecine |
| KUN-DARBOIS Daniel LACOEUILLE FRANCK LACCOURREYE Laurent LAGARCE Frédéric LANDreau Anne LARCHER Gérald LASOCKI Sigismond LEBDAI Souhil LEGENDRE Guillaume LEGRAND Erick LERMITE Emilie LEROLLE Nicolas LUNEL-FABIANI Françoise | CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE RADIOPHARMACIE OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE BIOPHARMACIE BOTANIQUE/ MYCOLOGIE BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRES ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION UROLOGIE GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE RHUMATOLOGIE CHIRURGIE GENERALE REANIMATION BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE | Médecine Pharmacie Médecine Pharmacie Pharmacie Pharmacie Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine Médecine |
| LUQUE PAZ Damien MARCHAIS Véronique MARTIN Ludovic MAY-PANLOUP Pascale MENEI Philippe | HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE DERMATO-VENEREOLOGIE BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA REPRODUCTION NEUROCHIRURGIE | Médecine Pharmacie Médecine Médecine Médecine |

| | | |
|----------------------------------|---|-----------|
| MERCAT Alain | REANIMATION | Médecine |
| PAPON Nicolas | PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE | Pharmacie |
| PASSIRANI Catherine | CHIMIE GENERALE | Pharmacie |
| PELLIER Isabelle | PEDIATRIE | Médecine |
| PETIT Audrey | MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL | Médecine |
| PICQUET Jean | CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE | Médecine |
| PODEVIN Guillaume | CHIRURGIE INFANTILE | Médecine |
| PROCACCIO Vincent | GENETIQUE | Médecine |
| PRUNIER Delphine | BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE | Médecine |
| PRUNIER Fabrice | CARDIOLOGIE | Médecine |
| RAMOND-ROQUIN Aline | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| REYNIER Pascal | BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE | Médecine |
| RICHOMME Pascal | PHARMACOGNOSIE | Pharmacie |
| RINEAU Emmanuel | ANESTHESIOLOGIE REANIMATION | Médecine |
| RIOU Jérémie | BIOSTATISTIQUES | Pharmacie |
| RODIEN Patrice | ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES | Médecine |
| ROQUELAURE Yves | MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL | Médecine |
| ROUGE-MAILLART Clotilde | MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE | Médecine |
| ROUSSEAU Audrey | ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES | Médecine |
| ROUSSEAU Pascal | CHIRURGIE PLASTIQUE, RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE | Médecine |
| ROUSSELET Marie- Christine | ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES | Médecine |
| ROY Pierre-Marie | MEDECINE D'URGENCE | Médecine |
| SAULNIER Patrick | BIOPHYSIQUE ET BIOSTATISTIQUES | Pharmacie |
| SERAPHIN Denis | CHIMIE ORGANIQUE | Pharmacie |
| SCHMIDT Aline | HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION | Médecine |
| TESSIER-CAZENEUVE Christine | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| TRZEPIZUR Wojciech | PNEUMOLOGIE | Médecine |
| UGO Valérie | HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION | Médecine |
| URBAN Thierry | PNEUMOLOGIE | Médecine |
| VAN BOGAERT Patrick | PEDIATRIE | Médecine |
| VENARA Aurélien | CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE | Médecine |
| VENIER-JULIENNE Marie- Claire | PHARMACOTECHNIE | Pharmacie |
| VERNY Christophe | NEUROLOGIE | Médecine |
| WILLOTEAUX Serge | RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE | Médecine |

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| AMMI Myriam | CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE | Médecine |
| BAGLIN Isabelle | CHIMIE THERAPEUTIQUE | Pharmacie |
| BASTIAT Guillaume | BIOPHYSIQUE ET BIOSTATISTIQUES | Pharmacie |

| | | |
|------------------------------|--|-----------|
| BEAUVILLAIN Céline | IMMUNOLOGIE | Médecine |
| BEGUE Cyril | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| BELIZNA Cristina | MEDECINE INTERNE | Médecine |
| BENOIT Jacqueline | PHARMACOLOGIE | Pharmacie |
| BESSAGUET Flavien | PHYSIOLOGIE PHARMACOLOGIE | Pharmacie |
| BERNARD Florian | ANATOMIE ; discipline hospit : NEUROCHIRURGIE | Médecine |
| BLANCHET Odile | HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION | Médecine |
| BOISARD Séverine | CHIMIE ANALYTIQUE | Pharmacie |
| BRIET Claire | ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES | Médecine |
| BRIS Céline | BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE | Pharmacie |
| CANIVET Clémence | GASTROENTEROLOGIE-HEPATOLOGIE | Médecine |
| CAPITAIN Olivier | CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE | Médecine |
| CHAO DE LA BARCA Juan-Manuel | BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE | Médecine |
| CHEVALIER Sylvie | BIOLOGIE CELLULAIRE | Médecine |
| CHOPIN Matthieu | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| CODRON Philippe | NEUROLOGIE | Médecine |
| COLIN Estelle | GENETIQUE | Médecine |
| DEMAS Josselin | SCIENCES DE LA READAPTATION | Médecine |
| DERBRE Séverine | PHARMACOGNOSIE | Pharmacie |
| DESHAYES Caroline | BACTERIOLOGIE VIROLOGIE | Pharmacie |
| DOUILLET Delphine | MEDECINE D'URGENCE | Médecine |
| FERRE Marc | BIOLOGIE MOLECULAIRE | Médecine |
| FORTROT Jacques-Olivier | PHYSIOLOGIE | Médecine |
| GHALI Maria | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| GUELFF Jessica | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| HAMEL Jean-François | BIOSTATISTIQUES, INFORMATIQUE MEDICALE | Médicale |
| HELESBEUX Jean-Jacques | CHIMIE ORGANIQUE | Pharmacie |
| HERIVAUX Anaïs | BIOTECHNOLOGIE | Pharmacie |
| HINDRE François | BIOPHYSIQUE | Médecine |
| JOUSSET-THULLIER Nathalie | MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE | Médecine |
| JUDALET-ILLAND Ghislaine | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| KHIATI Salim | BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE | Médecine |
| LEGEAY Samuel | PHARMACOCINETIQUE | Pharmacie |
| LEMEE Jean-Michel | NEUROCHIRURGIE | Médecine |
| LE RAY-RICHOMME Anne-Marie | PHARMACOGNOSIE | Pharmacie |
| LEPELTIER Elise | CHIMIE GENERALE | Pharmacie |
| LETOURNEL Franck | BIOLOGIE CELLULAIRE | Médecine |
| LIBOUBAN Hélène | HISTOLOGIE | Médecine |
| MABILLEAU Guillaume | HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE | Médecine |
| MALLET Sabine | CHIMIE ANALYTIQUE | Pharmacie |
| MAROT Agnès | PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE | Pharmacie |
| MESLIER Nicole | PHYSIOLOGIE | Médecine |
| MIOT Charline | IMMUNOLOGIE | Médecine |

| | | |
|------------------------------|--|-----------|
| MOUILLIE Jean-Marc | PHILOSOPHIE | Médecine |
| NAIL BILLAUD Sandrine | IMMUNOLOGIE | Pharmacie |
| PAILHORIES Hélène | BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE | Médecine |
| PAPON Xavier | ANATOMIE | Médecine |
| PASCO-PAPON Anne | RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE | Médecine |
| PECH Brigitte | PHARMACOTECHNIE | Pharmacie |
| PENCHAUD Anne-Laurence | SOCIOLOGIE | Médecine |
| PIHET Marc | PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE | Médecine |
| POIROUX Laurent | SCIENCES INFIRMIERES | Médecine |
| PY Thibaut | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| RIOU Jérémie | BIOSTATISTIQUES | Pharmacie |
| RIQUIN Elise | PEDOPSYCHIATRIE ; ADDICTOLOGIE | Médecine |
| RONY Louis | CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE | Médecine |
| ROGER Emilie | PHARMACOTECHNIE | Pharmacie |
| SAVARY Camille | PHARMACOLOGIE-TOXICOLOGIE | Pharmacie |
| SCHMITT Françoise | CHIRURGIE INFANTILE | Médecine |
| SCHINKOWITZ Andréas | PHARMACOGNOSIE | Pharmacie |
| SPIESSER-ROBELET Laurence | PHARMACIE CLINIQUE ET EDUCATION THERAPEUTIQUE | Pharmacie |
| TEXIER-LEGENDRE Gaëlle | MEDECINE GENERALE | Médecine |
| VIAULT Guillaume | CHIMIE ORGANIQUE | Pharmacie |

AUTRES ENSEIGNANTS

PRCE

| | | |
|---------------------|--------------|-------|
| AUTRET Erwan | ANGLAIS | Santé |
| BARBEROUSSE Michel | INFORMATIQUE | Santé |
| COYNE Ashley-Rose | ANGLAIS | Santé |
| O'SULLIVAN Kayleigh | ANGLAIS | Santé |
| RIVEAU Hélène | ANGLAIS | Santé |

PAST/MAST

| | | |
|------------------------|-----------------------------------|-----------|
| BEAUV AIS Vincent | OFFICINE | Pharmacie |
| BRAUD Cathie | OFFICINE | Pharmacie |
| DILÉ Nathalie | OFFICINE | Pharmacie |
| GUILLET Anne-Françoise | PHARMACIE DEUST PREPARATEUR | Pharmacie |
| MOAL Frédéric | PHARMACIE CLINIQUE | Pharmacie |
| CHAMPAGNE Romain | MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION | Médecine |
| GUITTON Christophe | MEDECINE INTENSIVE-REANIMATION | Médecine |
| KAASSIS Mehdi | GASTRO-ENTEROLOGIE | Médecine |
| LAVIGNE Christian | MEDECINE INTERNE | Médecine |
| PICCOLI Giorgina | NEPHROLOGIE | Médecine |
| POMMIER Pascal | CANCEROLOGIE-RADIODERAPIE | Médecine |
| SAVARY Dominique | MEDECINE D'URGENCE | Médecine |

PLP

| | | |
|--------------|------------------|----------|
| CHIKH Yamina | ECONOMIE-GESTION | Médecine |
|--------------|------------------|----------|

REMERCIEMENTS

A mon jury,

A Monsieur le Doyen, Monsieur le Professeur Nicolas LEROLLE, vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse.

Soyez assuré de mon respect et de ma gratitude.

A Monsieur le Professeur Christophe AUBE, merci de m'avoir encadré pour mener à bien ce projet de thèse. Merci de votre enseignement tout au long de mon parcours. Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon respect.

A Madame la Docteure Anita PAISANT, merci d'évaluer mon travail de thèse, je te remercie pour les conseils avisés que tu as pu me donner au cours de mon parcours. Sois assurée de mon respect et de ma reconnaissance.

A Madame la Docteure Sarah JACQUEMIN, c'est un honneur de t'avoir dans mon jury pour évaluer mon travail de thèse qui est dans la lignée du tien. Merci de m'avoir accompagné pendant mon apprentissage de la radiologie. Sois assurée de mon respect et de ma gratitude

Merci à **Mr Jean-François HAMEL** pour la réalisation des statistiques de ce projet de thèse

Merci à **Thomas** nouvellement interne en médecine générale, sans qui tout aurait été plus compliqué. Merci pour ton investissement tout au long de ces années.

REMERCIEMENTS

A toi **Victorine**, tu es la plus belle personne que j'ai pu rencontrer, je suis si fier de pouvoir partager ma vie avec quelqu'un comme toi. La vie a plus de saveurs depuis que je te connais, tu es mon phare dans les moments difficiles et mon rayon de soleil dans les meilleurs moments (ps : merci d'avoir ramené une petite brioche dans tes valises).

A mes parents, **Jean-Louis et Françoise**,

Merci pour l'amour et l'attention que vous m'avez donné. Merci pour votre soutien infaillible au cours de ce long parcours depuis le début de mes études à Orsay en passant par le KB et maintenant qui vont bientôt prendre fin à Angers. Je ne vous le dis pas assez mais merci, car c'est grâce à vous que je suis ici.

A ma sœur, **Anaïs**. Avant les remerciements, désolé d'avoir été le préféré de maman, mais bon maintenant c'est au tour de Jules de devenir le préféré. Merci de m'avoir soutenu dans mes études et d'avoir écouté ces si nombreuses histoires de médecine à table avec les parents, cela n'est pas près de s'arranger depuis que tu as choisi un pharmacien comme moitié.

A mes grands-parents, **Charles et Edmée**, merci pour tous ces bons moments passés avec vous, à toi mamie partie trop tôt j'espère que tu es fière de ton petit fils qui va devenir docteur.

A mon **Grand Tonton et Grande Tata**, merci pour ces moments partagés dans le Morvan.

A mes grands-parents **Robert et Jeanne**, je vous rejoins dans le club des docteurs mais à défaut d'avoir choisi dentaire je finirais médecin.

A mes amis d'externat Les Pamplemousses : **Aurore et Romain, Aymeric, Ghislain, Guillaume, Hélène, Mathilde**. Même si l'internat nous a séparé, les moments passés ensemble sont gravés à jamais dans nos mémoires car, comme a dit un grand sage KBésien, « les amitiés de D4 c'est pour la vie ».

A la **sous-colle**, difficile d'être le dernier à devenir docteur de la bande et à faire mes remerciements. On est bien la preuve que l'adversité forge de belles amitiés, j'ai été honoré d'être témoin de vos mariages.

A toi **Théo**, ce travailleur infaillible aux mille projets dont le dernier en date est celui d'être parent d'un charmant Octave

A toi **Julie**, ma voisine de table, tu as été mon modèle de travail, merci encore d'avoir réchauffé nos coeurs avec ton thermos de thé.

A toi **Séverin**, l'ermite du groupe qui a troqué sa grotte pour un vélo, merci pour ses repas du dimanche soir post-sous colle.

A la cooloc du Mans : **Loïck, Javier, la miette, Stacy**

A mes amis d'internats vous êtes trop nombreux pour tous vous nommez

A mes premiers cointernes, **Victor, Antoine, Mégane, Sarah, Germain**.

Merci pour votre accueil dans le monde de la radiologie, de votre patience malgré les nombreuses questions et la bienveillance avec « le petit nouveau »

A mes cointernes de promotion : **Claire** la bonne humeur incarnée, **Océane**, la bretonne de l'équipe toujours un pied au bord de la mer (PS : ta bouture a survécu), **Jocelyn** mon partenaire de babyfoot et de game-cube au Mans, **Mathieu** la force tranquille, **Henri**

Aux autres, **Ines, Julien** (mon sosie avec des cheveux), **Amine, Alice, Lucas, Bertille, Daniel, Aurélie, Agathe, Paul, Thomas, Alix, Sylvain, Blandine, Benoit, Antonin, Pierre-Elliot, Zoé, Salomé, Lyronn, Axel, Charlotte, Julien, Alice, David, Aurélia**

A mes chefs de radiologie au CHU d'Angers et à l'hôpital du Mans.

LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|----------|---|
| CNED | Centre National d'Enseignement à Distance |
| COVID-19 | Corona Virus Disease 2019 |
| DES | Diplôme d'enseignement spécialisé |
| QCM | Question à choix multiple |
| QCS | Question à choix simple |
| QROC | Question à réponses orientées courtes |
| UEO | Unité d'enseignement optionnel |

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 1 |
| MATERIELS ET METHODES | 4 |
| 1. Population étudiée | 4 |
| 2. Evaluation | 6 |
| 3. Enseignement | 7 |
| 4. Statistiques | 8 |
| RESULTATS | 9 |
| 1. Caractéristiques de la population | 9 |
| 2. Progression des notes..... | 10 |
| 3. Facteurs influençant la progression..... | 10 |
| DISCUSSION | 13 |
| CONCLUSION | 18 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 19 |
| LISTE DES FIGURES | 22 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 22 |
| TABLE DES MATIERES | 23 |
| ANNEXES..... | I |
| 1. Exemple de questionnaire..... | I |
| 2. Tableau des caractéristiques aléatoires du modèle | II |

INTRODUCTION

À la suite de l'émergence d'une souche de virus SARS-CoV-2 en 2019, le monde a connu une de ses plus grandes crises sanitaires, avec un retentissement mondial sur tous les domaines d'activité, notamment celui de l'enseignement. La première solution a été la mise en place d'un confinement strict pour diminuer la propagation du virus en attendant la découverte d'un vaccin, incluant la fermeture des lieux d'enseignement de tout niveau au plus fort de l'épidémie en 2020 (1). 154 pays avaient mis en place ces mesures (2).

Cela a remis en cause le modèle de travail et d'enseignement majoritaire en France : l'enseignement en présentiel. Pour éviter une déscolarisation d'une partie de la population du primaire au tertiaire, des solutions ont dû être mises en place. Ainsi, le ministère de l'Education Nationale ainsi que le ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche ont décidé de promouvoir l'enseignement en distanciel, à ce stade peu développé comparativement au présentiel (3,4).

Les modalités d'enseignement en distanciel existent depuis longtemps. Dans le modèle français, il est principalement représenté par le Centre National d'Enseignement à Distance (CNED) rattaché au ministère de l'Education Nationale, créé en 1939. L'enseignement en distanciel est en perpétuelle évolution, au gré des évolutions technologiques (5).

L'enseignement en distanciel est divisé en 2 grands modes.

L'enseignement synchrone permet à l'enseignant de délivrer son cours en même temps, que les étudiants le suivent : il s'agit du modèle qui a le plus de similitudes avec le présentiel.

L'enseignement asynchrone quant à lui permet aux étudiants d'assister à un cours pré-enregistré par l'enseignant. Les avantages de ce deuxième modèle sont, d'une part, la possibilité pour l'enseignant d'améliorer la qualité de son support pédagogique en lui donnant l'opportunité d'apporter des modifications ; d'autre part, de faciliter l'accès à l'enseignement pour les étudiants en supprimant la contrainte horaire. Néanmoins, cela se fait au détriment de l'attention des étudiants en lien avec un manque d'interaction directe avec l'enseignant.

La radiologie est une composante fondamentale de la formation médicale des étudiants en médecine dès le 1^{er} cycle, avec un impact large sur leur activité professionnelle future. La radio-anatomie en est un élément indispensable pour une compréhension optimale.

Depuis 2016, une unité d'enseignement optionnelle (UEO) de radio-anatomie a été mise en place à la faculté de médecine d'Angers. Plus de 300 étudiants ont pu bénéficier de cet enseignement, associé avec un tutorat de radio-anatomie entre 2017 et 2021 (6,7).

La radiologie se prête bien à l'enseignement à distance, comme montré par l'équipe de *Darras et al* (8) : dans ce sens, on peut s'interroger sur l'application de ce format à la radio-anatomie.

Sans tenir compte de la matière enseignée, la littérature est discordante sur la supériorité d'une méthode d'apprentissage comparée à l'autre. Les études de *Eren et al* et la méta-analyse de *Sitzmann et al* ont montré une supériorité de l'enseignement présentiel comparativement au distanciel (9,10), alors que l'étude de *Diong et al* retrouve des résultats contraires (11). Toutefois, la majorité des autres recherches sur le sujet n'a pas montré de différence significative (12-18).

Face à la nécessité de remplacer l'enseignement en présentiel lors de la pandémie, le modèle d'enseignement à distance en mode synchrone a été le premier mis en place en raison de sa facilité de mise en œuvre et de sa ressemblance avec le modèle d'enseignement présentiel. C'est dans cette logique que nous avons choisi de le comparer au mode d'enseignement traditionnel en présentiel.

L'étude actuelle s'est intéressée à la comparaison entre ces deux méthodes d'enseignement de la radio-anatomie dans une population de 2^{ème} et 3^{ème} année de médecine, à la Faculté de Médecine d'Angers, sur 2 années consécutives.

MATERIELS ET METHODES

1. Population étudiée

Nous avons étudié une population d'étudiants en 2^{ème} et 3^{ème} année de médecine à la faculté d'Angers participant à l'UEO de radio-anatomie, pendant deux années universitaires consécutives, allant de septembre 2021 à juin 2023.

La participation à cet optionnel est basée sur le volontariat. Une information orale a été délivrée aux étudiants concernant l'utilisation de leurs données universitaires pour la réalisation de cette étude. Aucun étudiant ne s'est opposé à cette utilisation.

Ces étudiants ont été répartis en quatre groupes, chacun correspondant à un semestre universitaire différent.

Ont été inclus, les étudiants ayant envoyé un mail de confirmation de leur inscription à cet optionnel.

Ont été exclus, les étudiants absents à l'évaluation initiale, à l'évaluation finale ou à plus de deux séances de cours.

La présence des étudiants aux enseignements a été vérifiée de deux manières différentes selon le type d'enseignement : en présentiel grâce à une feuille d'émargement, et en distanciel via les logs de connexion sur la plateforme Teams®.

La population étudiée est composée de 4 groupes correspondant aux semestres universitaires : semestre 1 année 2021-2022 ; semestre 2 année 2021-2022 ; semestre 1 année 2022-2023 et semestre 2 année 2022-2023.

Durant l'année universitaire 2021-2022, le mode d'enseignement des cours était mixte entre distanciel synchrone et présentiel, contrairement à l'année universitaire 2022-2023 où la totalité des cours a été dispensé en présentiel.

Ont été définis par la suite deux groupes (*Figure 1*) :

- Le groupe distanciel correspondant aux étudiants de l'année 2021-2022 ayant reçu l'enseignement mixte (distanciel et présentiel) ;
- Le groupe présentiel correspondant aux étudiants de l'année 2022-2023 ayant reçu l'enseignement présentiel.

Il a été choisi comme modèle de l'étude une comparaison d'une année en distanciel puis une année en présentiel. Afin d'éviter un biais dû à la différence des étudiants d'une année sur l'autre, l'année en distanciel a été divisée en une partie distancielle et une partie présentielle.

Lors de cette division, les semestres de distanciel et présentiel ont été inversés pour que l'effet de la matière soit pris en compte en comparant avec l'année complète en présentiel. Enfin, l'alternance des cours en distanciel et présentiel permettait de prendre en compte l'effet début de semestre avec une motivation, ou à l'inverse une mise en route plus difficile possible. Ainsi ni l'enseignement en présentiel, ni celui en distanciel n'était favorisé.

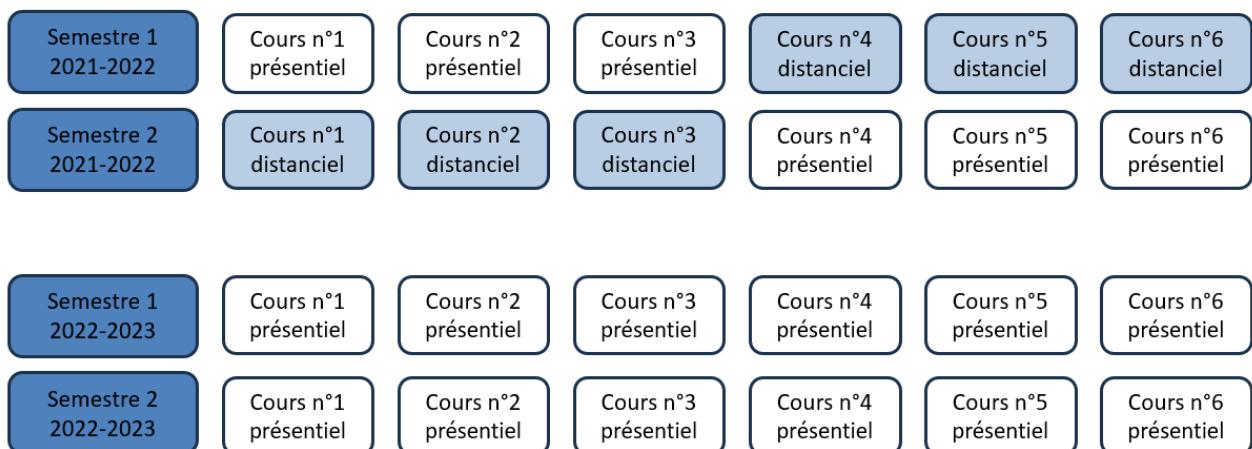


Figure 1 : Modèle de distribution des cours selon les semestres et l'année universitaire

2. Evaluation

Les étudiants ont été évalués par le biais d'un questionnaire de 52 questions, réparties sur 6 thèmes d'enseignements : modalités d'imagerie, cœur-thorax, système vasculaire, abdomen-pelvis, ostéo-articulaire et neuro-anatomie.

Ce questionnaire a servi de support identique à l'évaluation initiale et finale. Les étudiants n'ont pas eu connaissance qu'il s'agissait de la même évaluation.

Différentes méthodes d'évaluation ont été utilisées : des questions à choix simples (QCS), des questions à réponse courte orientée (QROC) et des questions à choix multiples (QCM). Cette variété de modèle de questions permet d'évaluer des aspects de compréhension différents, comme montré dans l'étude de *Ozuru et al* (19).

L'évaluation comportait 29 QCMs de deux à cinq bonnes réponses, 14 QROCs et 9 QCS, disponibles sur un fichier PDF sur ordinateur. Les étudiants rédigeaient les réponses sur une copie récupérée à la fin de l'évaluation par l'enseignant. L'évaluation durait au maximum quatre-vingt-dix minutes, sous la supervision d'un surveillant, en salle informatique à la faculté de médecine d'Angers.

La notation était basée sur un barème dégressif : zéro faute = 1 point, une faute = 0.5 point, deux fautes = 0.25 point, trois fautes ou plus = 0 point.

Afin de limiter les erreurs de correction, les copies ont subi une deuxième relecture au minimum 24h plus tard après la 1^{ère} correction, par le même opérateur. Une erreur initiale de correction a été conservée dans l'ensemble des copies, afin de ne pas modifier la notation.

3. Enseignement

L'enseignement a été donné par un interne de DES de Radiologie et Imagerie Médicale, poursuivant son cursus entre le 5^{ème} semestre et le 8^{ème} semestre. Les 6 cours ont été répartis en créneaux de deux heures chacun (*Figure 2*).



Figure 2 : Déroulement d'un semestre universitaire

Les cours sont divisés en trois parties.

Une première partie d'environ une heure trente correspond à un cours magistral donné par l'enseignant avec une pause médiane d'environ cinq à dix minutes.

Une deuxième partie d'environ trente minutes permet de tester les connaissances à l'aide de l'outil numérique Wooclap® disponible sur la plateforme d'enseignement Moodle® grâce à la réalisation de questions interactives de différents types : QCMs, QCS, QROC, région d'intérêt (20). Il s'agit d'une dizaine de questions sur le thème abordé permettant la mise en pratique des cours ou des petits cas cliniques en lien avec le thème abordé pendant le cours.

La troisième partie correspond à une session de questions-réponses entre les étudiants et l'enseignant, réalisée pour les cours en distanciel par le biais de l'outil tchat disponible sur Microsoft Teams®.

Le support de cours est une présentation PowerPoint® pris en charge par l'outil Microsoft Teams®. Le support a été réalisé et testé préalablement avec un groupe d'étudiants exclusivement en distanciel pendant le deuxième semestre de l'année universitaire 2020-2021 : ces étudiants n'ont pas été inclus dans l'analyse de cette étude. Il n'y a pas eu de modification du support de cours entre les différents enseignements.

Les cours correspondent à une présentation orale avec comme support le diaporama cité ci-dessus. Ils ont été réalisés en présentiel, dans une salle informatique de la faculté de médecine d'Angers avec un ordinateur disponible pour chaque étudiant, ou en distanciel en mode synchrone avec l'outil Microsoft Teams® permettant la diffusion du support de cours.

Le diaporama restait disponible après le cours sur la plateforme d'enseignement Moodle jusqu'à la fin de l'année universitaire (21).

L'évaluation initiale a été réalisée en une session unique pour chaque semestre, devant une participation totale des étudiants.

L'évaluation finale a été réalisée sur deux sessions pour chaque semestre, pour respecter le cadre réglementaire universitaire et dans le but de diminuer le biais des perdus de vue. Cependant, plus de quatre-vingt-dix pourcents des étudiants étaient présents à la première session.

4. Statistiques

L'objectif de notre étude est d'évaluer la différence de progression entre l'enseignement distanciel en mode synchrone, comparativement à un enseignement en présentiel.

Le critère de jugement principal est la moyenne des progressions par groupe pour les 6 cours étudiés. La progression des étudiants correspond à la différence entre l'évaluation initiale et l'évaluation finale.

Dans le cadre de notre étude, nous avons opté pour un modèle statistique de régression linéaire mixte avec une analyse multivariée. Cette décision découle de l'absence d'indépendance entre les notes attribuées aux étudiants pour les 6 différents cours évalués.

RESULTATS

1. Caractéristiques de la population

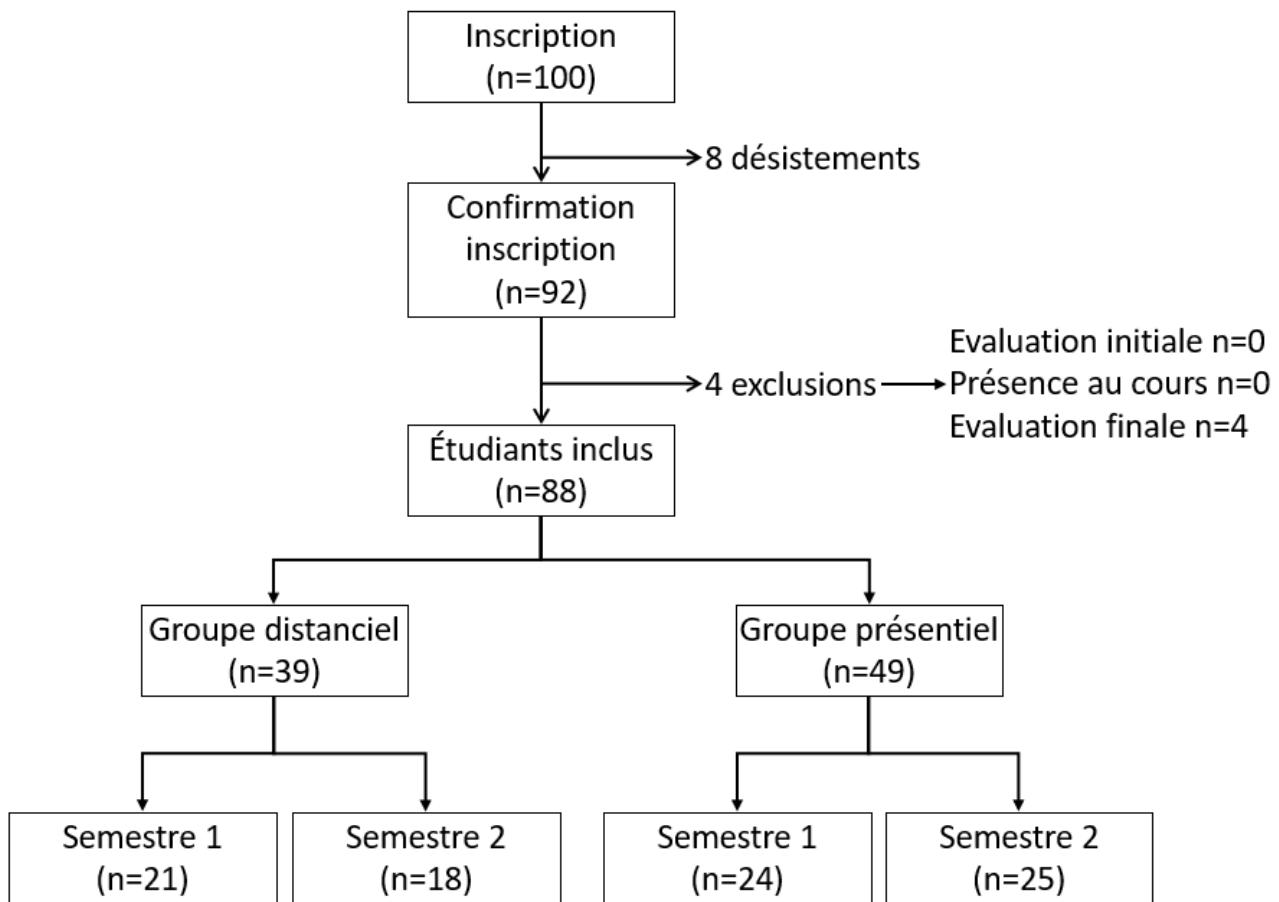


Figure 3 : Flowchart

Il a été inclus initialement 100 étudiants. Entre la période des inscriptions et l'évaluation initiale, 8 étudiants ont demandé à se désinscrire de cette UEO, ils ont été considérés comme perdus de vue. Quatre étudiants ont été exclus du fait d'une absence à l'évaluation finale (Figure 3).

Au total, 88 étudiants ont été inclus (*Tableau I*). 39 étudiants ont été inclus dans le groupe distanciel : 21 étudiants (54%) au 1^{er} semestre et 18 étudiants (46%) au 2^{ème} semestre. 49 étudiants ont été inclus dans le groupe présentiel : 24 étudiants (43%) au 1^{er} semestre et 25 étudiants (57%) au 2^{ème} semestre.

La répartition des étudiants en deuxième année est de 24 (62%) dans le groupe distanciel et 24 (49%) dans le groupe présentiel. La répartition des étudiants en troisième année est de 15 (38%) dans le groupe distanciel et 25 (51%) dans le groupe présentiel.

Tableau I : Caractéristiques

| | Groupe Distanciel | Groupe Présentiel |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Populations | 39 | 49 |
| 2 ^{ème} année, n (%) | 24 (62) | 24 (49) |
| 3 ^{ème} année, n (%) | 15 (38) | 25 (51) |
| Premier semestre, n (%) | 21 (54) | 21 (43) |
| Deuxième semestre n (%) | 18 (46) | 28 (57) |
| Moyenne évaluation initiale, m ± DS | 7.1 ± 2,6 | 7.3 ± 2,1 |
| Moyenne évaluation finale, m ± DS | 12.1 ± 2.6 | 11.6 ± 2.2 |

2. Progression des notes

La moyenne des notes initiales est de 7.1 sur 20 (± 2.6) dans le groupe en distanciel et de 7.3 sur 20 (± 2.1) dans le groupe présentiel.

La moyenne des notes finales est de 12.1 sur 20 (± 2.6) dans le groupe distanciel et de 11.6 sur 20 (± 2.2) dans le groupe présentiel.

La moyenne générale des progressions de 5.0 points (± 2.7) dans le groupe distanciel et de 4.3 points (± 2.0) dans le groupe présentiel.

3. Facteurs influençant la progression

Une analyse multivariée a été menée en tenant compte des critères suivants : le nombre d'années d'étude, l'année universitaire, le semestre, le mode d'enseignement, la note initiale et le thème du cours.

Les résultats de cette analyse révèlent des différences statistiquement significatives à toutes choses égales par ailleurs pour deux critères particuliers : la note initiale ($p = 0.001$) et le thème du cours ($p = 0.001$).

En revanche, aucune différence statistiquement significative n'a été observée pour les variables suivantes : le mode d'enseignement ($p=0.235$), l'année universitaire de l'étudiant ($p=0.742$), le nombre d'année du cursus universitaire ($p=0.14$) et le semestre ($p=0.419$).

En ce qui concerne les différentes matières, une analyse détaillée révèle que le cours n°1 (modalités d'imagerie) a enregistré la plus grande progression. À l'inverse, les cours n°2 (abdo-pelvis), 5 (ostéo articulaire) et 6 (neuro anatomie) ont présenté les résultats les moins favorables. La différence maximale de 2.9 points a été observée entre le cours n° 5 et le cours n°1 ($p < 0.001$).

La constante de notre modèle de régression linéaire mixte est estimée à 10.97 ($p < 0.001$). Cela représente le score moyen attendu pour un étudiant de deuxième année, au premier semestre de l'année universitaire 2021-2022, ayant suivi des cours en présentiel et ayant obtenu une note de 0 à l'évaluation initiale. La variabilité entre les étudiants n'est pas expliquée par les variables du modèle (cursus universitaire, année universitaire, semestre, note initiale), la variance estimée est de 3,871.

Tableau II : Résultats

| | | Coefficient | IC 95% | P |
|---|--------------------|-------------|-----------------------|-------|
| 3ème année vs 2ème année | | 0,964 | [-0,317 ; 2,245] | 0,14 |
| Année 2022-2023 vs Année 2021-2022 | | -0,164 | [-1,143 ; 0,814] | 0,742 |
| Semestre 2 vs Semestre 1 | | -0,525 | [-1,799 ; 0,749] | 0,419 |
| Distanciel synchrone vs présentiel | | 0,372 | [-0,242 ; 0,985] | 0,235 |
| Note initiale | | -0,716 | [-0,794 ; -0,638] | 0,001 |
| Cours | 2-Abdomen-pelvis | -1,569 | [-2,249 ; -0,889] | 0,001 |
| | 3-Cœur-Thorax | -1,005 | [-1,691 ; -0,319] | 0,004 |
| | 4-Vasculaire | -0,262 | [-0,960 ; 0,437] | 0,463 |
| | 5-Ostéoarticulaire | -2,975 | [-3,684 ; -2,266] | 0,001 |
| | 6-Neuro-anatomie | -2,543 | [-3,257 ; -1,829] | 0,001 |
| Constante | | 10,976 | [9,871328 ; 12,080] | 0,001 |

IC95% : intervalle de confiance à 95%. Les valeurs sont données pour toutes choses égales par ailleurs, les différents cours sont comparés au cours « 1-modalités d'imagerie ». La constante représente l'ordonnée à l'origine du modèle linéaire régressif.

Du fait de l'utilisation de la régression linéaire mixte, le modèle comprend à la fois des effets fixes (*Tableau II*) et des effets aléatoires.

La variabilité intra-étudiant liée au temps est un effet aléatoire du modèle, elle est liée à la dépendance temporelle entre les 6 notes pour chaque étudiant : les cours ayant eu lieu au fur et à mesure dans le temps, pour ce faire nous avons réalisé un modèle autorégressif d'ordre 1.

Nous avons évalué le coefficient de corrélation ρ (rho) du modèle autorégressif d'ordre 1, ce coefficient mesure la corrélation temporelle entre deux valeurs consécutives, donnant une indication sur la manière dont les valeurs passées de la série influencent les valeurs actuelles. La corrélation est positive quand le facteur est proche de 1, négative quand proche de -1 et une absence de corrélation proche de 0.

Le coefficient ρ est estimé à 0,042, il n'est pas statistiquement significatif car proche de zéro cela signifie qu'il n'y a pas de corrélation. La variabilité entre les 6 notes pour un étudiant est donc liée au hasard.

DISCUSSION

Dans notre étude, nous n'avons pas montré de différence significative de la progression des notes des étudiants entre un modèle d'enseignement distanciel synchrone et un mode d'enseignement présentiel. Ces résultats sont concordants avec une partie de la littérature sur le sujet qui tend à montrer une absence de différence entre ces modèles d'enseignement.

Dans les études citées montrant une absence de différence, la population étudiée était proche de la nôtre, il s'agissait d'étudiants ou de professionnel dans le domaine de la santé, à l'exception de l'étude de *Hontoir et al* qui portait sur une population d'étudiants en école de vétérinaire (12–18).

Toutefois les thèmes abordés étaient assez différents : la réanimation pédiatrique, la biologie, la rythmologie et les connaissances générales en santé. L'étude de *Hontoir et al* a été la seule portant sur le thème de la radio-anatomie (18).

Notre étude est la première à comparer le thème de la radio-anatomie sur une population d'étudiants en médecine.

Certaines études ont montré la supériorité de l'enseignement présentiel comparativement à un modèle synchrone distanciel, notamment la métanalyse de l'équipe de *Sitzmann et al* (10). Cependant, ce travail date de 2006, et les outils numériques disponibles pour l'enseignement distanciel en perpétuelle évolution sont à ce jour nettement différents de ceux disponibles lors de cette étude.

Dans notre étude les seuls facteurs influençant la progression sont la note initiale et le thème du cours.

Le facteur « note initiale » peut s'expliquer par un intervalle de progression plus grand lorsque la note initiale est plus basse, la marge d'apprentissage étant plus importante que lorsque la note initiale est plus haute.

Le deuxième facteur est le « thème du cours ». La meilleure réussite des étudiants pour le cours « Modalités d'imagerie » peut être en lien avec la présence de cet enseignement au programme universitaire des étudiants en deuxième année. La progression plus faible dans les autres cours peut s'expliquer par les moindres compétences en anatomie des étudiants. L'enseignement d'anatomie a fortement diminué depuis quelques années dans le programme de 1^{ère} année de médecine, les étudiants manquent possiblement de connaissances de base en anatomie générale pour une transposition à la radio-anatomie. Ils ont d'autant plus de difficultés concernant les thèmes « abdomen-pelvis », « ostéo articulaire » et « neuroanatomie », par rapport au thème « vasculaire ». Ce dernier thème n'est présenté qu'avec un seul type d'examen, la tomodensitométrie, alors que les thèmes précédents sont illustrés avec plus de modalités d'imagerie (tomodensitométrie, échographie, IRM), faisant appel à plus de connaissances de radiologie.

Pour l'analyse statistique des données, un modèle de régression logistique mixte a été choisi devant une interdépendance entre les valeurs des cours pour un même étudiant. Cela implique de prendre en compte à la fois des effets fixes (les coefficients des variables explicatives) et des effets aléatoires (la variabilité entre les sujets ou les groupes de sujets). Dans notre étude, la variance entre les erreurs du modèle est modérée (5.37), ce qui pourrait affecter la puissance statistique de l'étude. Pour diminuer la variance du résidu, d'autres critères auraient

pu être pris en compte comme le sexe, l'âge, le classement au concours de 1^{ère} année, mais au détriment d'une perte de valeur statistique du fait d'un effectif assez faible.

L'étude actuelle présente plusieurs forces.

Premièrement, le support a été réalisé et testé avec un groupe d'étudiants qui n'a pas été inclus dans l'étude. L'enseignant et le support de cours n'ont pas changé pendant la durée de l'étude, afin de conserver une certaine reproductibilité.

Deuxièmement, dans le but d'améliorer l'attention des étudiants lors des cours synchrones, les recommandations du Collège Royal des Médecins et Chirurgiens du Canada ont été mises en pratique par le biais de l'ouverture d'un tchat, l'ouverture du canal vidéo pour le présentateur et la proposition d'activer les webcams des étudiants (22).

Troisièmement, le système audio-vidéo utilisé par l'enseignant était de bonne qualité afin de garantir une communication fluide pour tous les participants. Les équipes de *Xiao et al* et *Cheug et al* ont montré que la qualité sonore et vidéo des cours jouent un rôle important dans la satisfaction et la concentration des étudiants (23,24).

Notre étude présente des limites.

Premièrement, le faible effectif et la différence de taille des groupes entraînent un manque de puissance statistique qui pourrait expliquer l'absence de différence significative du critère de jugement principal. La différence d'effectif entre les groupes et le faible effectif global peuvent s'expliquer par le caractère non obligatoire de cet enseignement optionnel et de surcroit la dénomination en tant qu'unité d'enseignement mineure, qui n'ont initialement pas motivé les étudiants à s'inscrire. Un recrutement plus important a été possible au cours du deuxième semestre de l'année 2022-2023, en lien avec un retour positif des étudiants des sessions

précédentes, ainsi que la présence d'un référent des étudiants dans cette session, permettant une communication plus aisée concernant l'UEO avant les inscriptions.

Deuxièmement, le questionnaire d'évaluation finale était similaire à celui de l'évaluation initiale. L'accès au support de l'évaluation était disponible pendant le temps des évaluations. Grâce à l'option rendre indisponible sur Moodle®, l'accès était secondairement restreint après l'évaluation initiale et jusqu'à l'évaluation finale. Même si les étudiants n'avaient pas connaissance de l'utilisation du même questionnaire sur les deux évaluations, il est possible que cela ait influencé les résultats en stimulant l'apprentissage.

Troisièmement, la présence des étudiants dans le groupe distanciel était difficilement vérifiable. Pour rappel, le recueil des identifiants de connexion de Teams® a été utilisé comme émargement. Néanmoins, les étudiants pouvaient se déconnecter ou ne plus suivre le cours en laissant la plateforme Teams® ouverte.

Quatrièmement, afin de permettre un recrutement suffisant du fait du caractère non obligatoire de cette UEO, la note à l'évaluation finale n'était pas sanctionnante pour la validation. Cela a pu contribuer à la progression négative de certains étudiants, en lien avec un manque d'investissement pendant les cours.

Il a été identifié des pistes d'amélioration pour les prochaines études sur le sujet.

Pour améliorer l'attention des étudiants pendant les cours magistraux, la réalisation d'une seconde pause pourrait être utile, afin d'obtenir des cours de 25-30 minutes correspondant à l'attention maximale des étudiants montrée par l'équipe de *Stuart et al* (25).

Dans l'étude actuelle, la satisfaction des étudiants n'a pas été évaluée. Il serait intéressant d'évaluer l'impact de la mise en place des mesures pour améliorer l'interaction entre l'enseignant et les étudiants, et ses conséquences sur la satisfaction des étudiants. Il s'agit d'un des inconvénients principaux de l'enseignant en distanciel (26,27).

Dans notre étude, l'accent est porté sur la comparaison entre le modèle d'enseignement distanciel synchrone et l'enseignement en présentiel. Pour la suite de cette UEO, il serait pertinent de comparer une autre modalité d'enseignement distanciel, notamment les cours asynchrones par rapport aux cours en présentiel, ou avec des cours hybrides associant cours en présentiel et distanciel qui ont montré des meilleurs résultats comme dans l'étude de *Liu et al* (28).

De plus, l'enseignement asynchrone offre la possibilité d'instaurer des mécanismes de surveillance de l'attention des étudiants. Par exemple, le système mis en place par le Collège des Enseignants en Radiologie de France interrompt le cours si l'étudiant navigue sur un autre onglet.

Il ne faut toutefois pas oublier que la perte d'interaction entre les étudiants et l'enseignant concerne également l'enseignant : une étude en Italie a montré qu'un quart des enseignants ressentait une baisse d'intérêt lorsqu'ils dispensaient des cours à distance, essentiellement en lien avec une perte de la communication avec leurs étudiants (29).

CONCLUSION

La pandémie de COVID-19 a bouleversé le monde entier, notamment le monde de l'éducation. Face à cette crise, la France, comme de nombreux autres pays, a dû s'adapter rapidement, passant d'un modèle d'enseignement traditionnel en présentiel à un modèle d'enseignement à distance. Cette transition a été particulièrement pertinente dans le domaine de la radiologie, où l'enseignement à distance semble être une option viable.

Notre étude a évalué l'efficacité de l'enseignement distanciel synchrone par rapport à l'enseignement en présentiel dans le cadre d'une unité d'enseignement optionnelle de radio-anatomie à la faculté de médecine d'Angers. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative en termes de progression des étudiants entre les deux méthodes. Cela suggère que l'enseignement à distance, lorsqu'il est bien mis en œuvre, peut être tout aussi efficace que l'enseignement traditionnel en présentiel.

Il est intéressant de noter que la note initiale et le thème du cours étaient les seuls facteurs exerçant une influence significative sur les résultats des étudiants.

Cependant, il convient de rappeler que l'enseignement à distance présente ses propres défis. L'absence d'interaction directe avec l'enseignant peut affecter l'attention et l'engagement des étudiants.

Bien que notre étude ne montre pas que l'enseignement à distance en mode synchrone soit plus efficace que l'enseignement en présentiel, il serait intéressant de comparer des modalités d'enseignement asynchrone ou hybride associant cours en distanciel et en présentiel permettant d'associer les avantages des deux méthodes d'enseignement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Hsiang S, Allen D, Annan-Phan S, Bell K, Bolliger I, Chong T, et al. The effect of large-scale anti-contagion policies on the COVID-19 pandemic. *Nature*. 13 août 2020;584(7820):262-7.
2. UNESCO. Education: From disruption to recovery. Education: From disruption to recovery. Disponible sur: <https://webarchive.unesco.org/web/20220627011550/><https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>
3. Woolliscroft JO. Innovation in Response to the COVID-19 Pandemic Crisis. *Acad Med*. août 2020;95(8):1140-2.
4. Sandhu P, De Wolf M. The impact of COVID-19 on the undergraduate medical curriculum. *Med Educ Online*. 1 janv 2020;25(1):1764740.
5. Distance Education and the Evolution of Online Learning in the United States.
6. Delagneau L. Enseignement de la radio-anatomie par les pairs : rapport d'expérience sur la mise en place d'un enseignement de radio-anatomie à la faculté de santé d'Angers entre 2016 et 2019. Angers; 2019.
7. Jacquemin S, Maazouzi A, Bernard F, Aubé C, Paisant A. Faut-il confier l'enseignement de la radioanatomie à des étudiants en médecine ? Retour de l'expérience de la faculté d'Angers. *J Imag Diagn Interv*. févr 2023;6(1):70-3.
8. Darras KE, Spouge RJ, de Bruin ABH, Sedlic A, Hague C, Forster BB. Undergraduate Radiology Education During the COVID-19 Pandemic: A Review of Teaching and Learning Strategies. *Can Assoc Radiol J*. mai 2021;72(2):194-200.
9. Eren ET, Yilmaz S, Duzenli T. The attitudes of landscape architecture students towards distance and face-to-face education methods and the effects of the two education methods on academic achievement in the project course. *Int J Technol Des Educ*. juill 2023;33(3):1221-41.
10. Sitzmann T, Kraiger K, Stewart D, Wisher R. THE COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF WEB-BASED AND CLASSROOM INSTRUCTION: A META-ANALYSIS. *Pers Psychol*. sept 2006;59(3):623-64.
11. Diong J, Lee H, Reed D. The effect of face-to-face versus online learning on student performance in anatomy: an observational study using a causal inference approach. *Discov Educ*. 4 janv 2023;2(1):3.
12. Jain A, Agarwal R, Chawla D, Paul V, Deorari A. Tele-education vs classroom training of neonatal resuscitation: a randomized trial. *J Perinatol*. déc 2010;30(12):773-9.
13. Biel R, Brame CJ. Traditional Versus Online Biology Courses: Connecting Course Design and Student Learning in an Online Setting. *J Microbiol Biol Educ*. déc 2016;17(3):417-22.

14. He L, Yang N, Xu L, Ping F, Li W, Sun Q, et al. Synchronous distance education vs traditional education for health science students: A systematic review and meta-analysis. *Med Educ.* mars 2021;55(3):293-308.
15. Bazrgar A, Rahamanian M, Ghaedi A, Heidari A, Bazrafshan M, Amini M, et al. Face-to-face, online, or blended: which method is more effective in teaching electrocardiogram to medical students. *BMC Med Educ.* 9 août 2023;23(1):566.
16. Atwa H, Shehata MH, Al-Ansari A, Kumar A, Jaradat A, Ahmed J, et al. Online, Face-to-Face, or Blended Learning? Faculty and Medical Students' Perceptions During the COVID-19 Pandemic: A Mixed-Method Study. *Front Med.* 3 févr 2022;9:791352.
17. Cook DA, Levinson AJ, Garside S, Dupras DM, Erwin PJ, Montori VM. Internet-Based Learning in the Health Professions: A Meta-analysis. *JAMA.* 10 sept 2008;300(10):1181.
18. Hontoir F, Simon V, De Raeve Y, Dumortier L, Dugdale A, Vandeweerd JM. Can Online Teaching of Radiographic Anatomy Replace Conventional On-Site Teaching? A Randomized Controlled Study. *J Vet Med Educ.* 5 avr 2023;50(2):217-27.
19. Ozuru Y, Briner S, Kurby CA, McNamara DS. Comparing comprehension measured by multiple-choice and open-ended questions. *Can J Exp Psychol Rev Can Psychol Expérimentale.* sept 2013;67(3):215-27.
20. Grzych G, Schraen-Maschke S. Interactive pedagogic tools: evaluation of three assessment systems in medical education. *Ann Biol Clin (Paris).* août 2019;77(4):429-35.
21. Oproiu GC. A Study about Using E-learning Platform (Moodle) in University Teaching Process. *Procedia - Soc Behav Sci.* mai 2015;180:426-32.
22. The Royal College, CanMEDS. 10 TIPS for Virtual Teaching in COVID-19.
23. Xiao M, Tian Z, Xu W. Impact of teacher-student interaction on students' classroom well-being under online education environment. *Educ Inf Technol [Internet].* 15 avr 2023 [cité 14 sept 2023]; Disponible sur: <https://link.springer.com/10.1007/s10639-023-11681-0>
24. Cheung BHH, Foo DCC, Chu KM, Co M, Lee LS. Perception from students regarding online synchronous interactive teaching in the clinical year during COVID-19 pandemic. *BMC Med Educ.* 5 janv 2023;23(1):5.
25. Stuart J, Rutherford RJD. MEDICAL STUDENT CONCENTRATION DURING LECTURES. *The Lancet.* sept 1978;312(8088):514-6.
26. Bączek M, Zagańczyk-Bączek M, Szpringer M, Jaroszyński A, Wożakowska-Kapłon B. Students' perception of online learning during the COVID-19 pandemic: A survey study of Polish medical students. *Medicine (Baltimore).* 19 févr 2021;100(7):e24821.
27. Students' Perception on Online Teaching and Learning during COVID-19 Pandemic in Medical Education. *Maedica - J Clin Med [Internet].* 15 sept 2021 [cité 3 oct 2023];16(3). Disponible sur: [https://www.maedica.ro/articles/2021/3/2021_16\(19\)_No3_pg439-444.pdf](https://www.maedica.ro/articles/2021/3/2021_16(19)_No3_pg439-444.pdf)

28. Liu Q, Peng W, Zhang F, Hu R, Li Y, Yan W. The Effectiveness of Blended Learning in Health Professions: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res.* 4 janv 2016;18(1):e2.
29. Centonze A, Anfosso R, Pujia R, Zampogna S, Sinopoli D, Prosperi Porta I, et al. Face-to-face versus distance learning in a seaside area: the teacher's point of view. *Int Marit Health.* 29 sept 2021;72(3):193-4.

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|---|
| <i>Figure 1 : Modèle de distribution des cours selon les semestres et l'année universitaire</i> | 5 |
| <i>Figure 2 : Déroulement d'un semestre universitaire.....</i> | 7 |
| <i>Figure 3 : Flowchart</i> | 9 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| <i>Tableau I : Caractéristiques</i> | 10 |
| <i>Tableau II : Résultats</i> | 11 |

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| SERMENT D'HIPPOCRATE | |
| INTRODUCTION | 1 |
| MATERIELS ET METHODES | 4 |
| 1. Population étudiée | 4 |
| 2. Evaluation | 6 |
| 3. Enseignement | 7 |
| 4. Statistiques | 9 |
| RESULTATS | 10 |
| 1. Caractéristiques de la population | 10 |
| 2. Progression des notes..... | 11 |
| 3. Facteurs influençant la progression..... | 11 |
| DISCUSSION | 14 |
| CONCLUSION | 19 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 20 |
| LISTE DES FIGURES | 23 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 23 |
| TABLE DES MATIERES | 24 |
| ANNEXES..... | I |

ANNEXES

1. Exemple de questionnaire

EVALUATION

MODALITE D'IMAGERIE

1-Quelles sont les 2 modalités d'imageries non irradiantes.

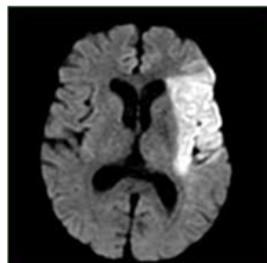
-
-

2-Sélectionnez au moins une réponse exacte :

- A. La grossesse est une contre-indication absolue au scanner.
- B. Être allergique aux crustacés contre indique l'injection de produit de contraste iodé.
- C. L'échographie ne présente pas de contre-indication.
- D. La durée moyenne d'un examen en IRM est de 20 minutes.
- E. L'IRM utilise les propriétés magnétiques des atomes d'oxygènes.

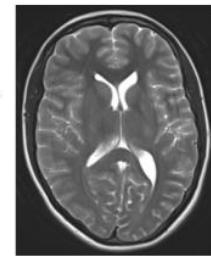
3-Sélectionnez au moins une réponse exacte :

- A. Une image décrise en hypersignal sera blanche sur le scanner.
- B. Une image noire en radiographie sera décrite comme une **hyperclarté**.
- C. Une image noire au scanner sera décrite en hypodensité.
- D. Une image blanche à l'IRM sera décrite en hypersignal.
- E. L'air est anéchogène en échographie



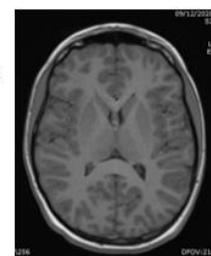
4-Quelle est le type d'imagerie, le plan de coupe et la séquence d'acquisition :

-
-
-



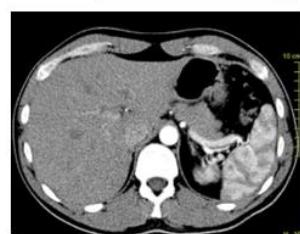
5-Sélectionnez au moins une réponse exacte :

- A. C'est une IRM cérébrale séquence FLAIR injecté
- B. C'est une IRM cérébrale séquence T1
- C. C'est une IRM cérébrale séquence T1 injecté.
- D. C'est une IRM cérébrale séquence T2
- E. C'est une IRM cérébrale séquence diffusion.



6-Sélectionnez au moins une réponse exacte :

- A. C'est une IRM cérébrale séquence FLAIR injecté
- B. C'est une IRM cérébrale séquence T1
- C. C'est une IRM cérébrale séquence T1 injecté.
- D. C'est une IRM cérébrale séquence T2
- E. C'est une IRM cérébrale séquence FLAIR

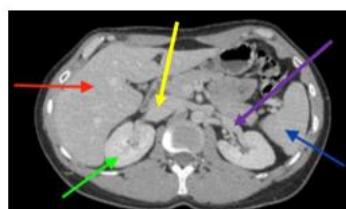


7-Sélectionnez au moins une réponse exacte :

- A. Il s'agit d'un scanner injecté au temps artériel
- B. Il s'agit d'un scanner non injecté
- C. Il s'agit d'un scanner injecté au temps portal
- D. Il s'agit d'une IRM injectée au temps portal
- E. Il s'agit d'une IRM injectée au temps artériel.

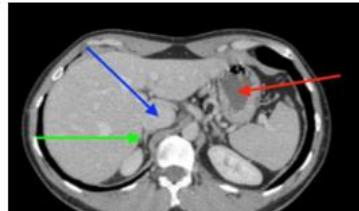
ABDOMEN :

11-Sélectionnez au moins une réponse exacte :



- A. La flèche rouge correspond au foie
- B. La flèche verte correspond au rein gauche
- C. La flèche bleue correspond à la rate
- D. La flèche violette correspond à la surrenale gauche
- E. La flèche jaune correspond au pancréas

12-Sélectionnez au moins une réponse exacte



- A. La flèche bleue correspond à la veine cave inférieure
- B. La flèche bleue correspond à la veine cave supérieure
- C. La flèche rouge correspond à l'estomac
- D. La flèche rouge correspond au pancréas
- E. La flèche verte correspond à la surrenale gauche

8-Quelles sont les 2 modalités d'imagerie les plus adaptées pour explorer le poumon :

- A. La radiographie
- B. L'IRM
- C. La scintigraphie
- D. Le scanner
- E. L'échographie

9-Quelles sont les 2 modalités d'imagerie le plus adaptées pour explorer le cerveau :

- A. La radiographie
- B. L'échographie
- C. Le scanner
- D. La scintigraphie
- E. L'IRM

10-Nommez les temps d'injection.



2. Tableau des caractéristiques aléatoires du modèle

| Paramètres à effets aléatoires | Estimation | IC 95% |
|--------------------------------|------------|-----------------|
| Identité : numéro Étudiant | | |
| Variance(cons) | 3,871 | [2,57 ; 5,830] |
| Résidus : AR (1) | | |
| Rho | 0,042 | [-0,08 ; 0,163] |
| Variance(e) | 5,374 | [4,65 ; 6,209] |

IC95% : intervalle de confiance à 95% ; Variance (cons) : variabilité des étudiants (variabilité inter-individu) ;

AR (1) : modèle autorégressif d'ordre 1 permettant de modéliser la corrélation entre les observations répétées dans le temps d'un même sujet (variabilité intra-individu)

Comparaison d'un enseignement de radio-anatomie en mode distanciel synchrone versus en présentiel sur une population d'étudiants en médecine de premier cycle à la faculté d'Angers

RÉSUMÉ

Introduction : A cause de la pandémie liée au virus Sars-CoV-2, 154 pays ont mis en place un confinement strict avec la nécessité de développer un enseignement distanciel. La radiologie est une discipline médicale importante dont l'enseignement se prête bien au mode distanciel. La radio-anatomie en est une base fondamentale, dont l'enseignement distanciel n'a jamais été évalué chez les étudiants en médecine.

Matériels et méthodes : Une étude observationnelle prospective, menée à la faculté de médecine d'Angers pendant les années universitaires 2021-2022 et 2022-2023, a comparé les résultats d'étudiants en médecine de deuxième et troisième année, entre un groupe en enseignement distanciel synchrone et un autre en enseignement présentiel. Le critère de jugement principal a été la comparaison la moyenne des progressions par groupe. Il a été réalisé un modèle de régression linéaire mixte avec une analyse multivariée.

Résultats : 88 étudiants ont été inclus avec 39 dans le groupe distanciel et 49 dans le groupe présentiel. Il n'y a pas eu de différence significative concernant la progression des notes entre l'enseignement distanciel synchrone et l'enseignement présentiel ($p = 0.235$). La seule différence statistique a été la note initiale à l'évaluation initiale ($p = 0.001$) et le thème du cours ($p = 0.001$).

Conclusion : L'enseignement distanciel synchrone n'a pas montré de différence significative par rapport à l'enseignement présentiel en termes de progression des étudiants entre les deux méthodes. Cela suggère qu'un enseignement synchrone distanciel est aussi performant qu'un enseignement présentiel. Il serait intéressant de comparer des modalités d'enseignement distanciel asynchrone ou hybride, versus l'enseignement en présentiel permettant d'associer les avantages des deux méthodes d'enseignement.

Mots-clés : étudiants en médecine, enseignement distanciel synchrone, enseignement présentiel, radio-anatomie

Comparison of synchronous distanciel versus face-to-face radio-anatomy teaching on a population of undergraduate medical students at the Faculty of Angers

ABSTRACT

Introduction : Because of the Sars-CoV-2 virus pandemic, 154 countries have implemented strict containment, with the need to develop distance learning. Radiology is an important medical discipline that lends itself well to distance learning. Radio-anatomy is a fundamental part of this discipline, but its distance learning has never been evaluated in medical students.

Materials and methods : A prospective observational study, conducted at the Faculty of Medicine in Angers during the academic years 2021-2022 and 2022-2023, compared the results of second- and third-year medical students, between a synchronous distanciated teaching group and a face-to-face teaching group. The primary endpoint was a comparison of average progress by group. A mixed linear regression model with multivariate analysis was used.

Results : 88 students were included, with 39 in the distance learning group and 49 in the face-to-face group. There was no significant difference in grade progression between synchronous distance teaching and face-to-face teaching ($p = 0.235$). The only statistical differences were the initial grade on the initial assessment ($p = 0.001$) and the course theme ($p = 0.001$).

Conclusion : Synchronous distanciel teaching showed no significant difference from face-to-face teaching in terms of student progression between the two methods. This suggests that synchronous distance learning is as effective as face-to-face learning. It would be interesting to compare asynchronous or hybrid distance learning modalities, versus face-to-face teaching, to combine the advantages of both teaching methods.

Keywords : medical students, synchronous distance education, face-to-face teaching, radio-anatomy