

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année 2024

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Apport de la carte conceptuelle et du degré de certitude dans
l'enseignement du raisonnement clinique en Néphrologie :
une étude prospective randomisée chez
535 étudiants de deuxième cycle des études médicales**

Présentée et soutenue publiquement
le 18 octobre 2024 à 18h au Pôle Formation

par Rémi GOIDIN

JURY

Président :

Monsieur le Professeur François GLOWACKI

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Marc HAZZAN

Monsieur le Professeur Patrick TRUFFERT

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Aghiles HAMROUN

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| REMERCIEMENTS | 3 |
| ABRÉVIATIONS | 13 |
| INTRODUCTION | 14 |
| A. LA NEPHROLOGIE FACE AU DEFI DE L'ATTRACTIVITE ? | 14 |
| B. POURQUOI UNE PERTE D'INTERET POUR LA NEPHROLOGIE ? | 15 |
| C. COMMENT MODIFIER ET AMELIORER L'ENSEIGNEMENT DE LA NEPHROLOGIE ? | 17 |
| D. QUELLE PLACE POUR L'UTILISATION DES CARTES CONCEPTUELLES EN NEPHROLOGIE ? | 18 |
| E. QUEL INTERET POUR L'INTEGRATION DES DEGRES DE CERTITUDE ? | 21 |
| F. APPORTS DES CARTES CONCEPTUELLES ET DES DEGRES DE CERTITUDE : | 23 |
| G. LIMITES DANS LA LITTERATURE : | 23 |
| H. OBJECTIFS DE L'ETUDE : | 24 |
| MATÉRIELS ET MÉTHODES | 25 |
| A. TYPE D'ETUDE ET POPULATION ETUDIEE : | 25 |
| B. REDACTION DES CONFERENCES : | 25 |
| C. INTEGRATION DES DEGRES DE CERTITUDE : | 27 |
| D. CREATION DES CARTES CONCEPTUELLES (CC) : | 28 |
| E. ORGANISATION DE L'ETUDE : | 30 |
| F. RECUEIL DES DONNEES : | 32 |
| G. ÉTHIQUE ET CONSENTEMENT : | 33 |
| H. ANALYSE STATISTIQUE : | 33 |
| RÉSULTATS | 34 |
| A. CARACTERISTIQUES ET REPARTITION DE LA COHORTE : | 34 |
| B. ÉVOLUTION DES NOTES DES ETUDIANTS : | 35 |
| C. ÉVOLUTION DES NOTES SELON CHAQUE QUESTION : | 39 |
| D. EFFETS DE L'EXPOSITION DES ETUDIANTS AUX DEGRES DE CERTITUDE : | 40 |
| E. ANALYSE DE L'EVOLUTION DES NIVEAUX DE CERTITUDE : | 42 |
| F. RELATION ENTRE NOTE OBTENUE ET NIVEAU DE CERTITUDE : | 46 |
| G. ENGAGEMENT DES ETUDIANTS DANS LE SUIVI DES CONFERENCES : | 48 |
| H. RETOUR DES ETUDIANTS : | 49 |
| DISCUSSION | 53 |
| A. CONCLUSIONS GENERALES ET FORCES DE L'ETUDE : | 53 |
| B. PROGRESSION DES NOTES SELON L'EXPOSITION AUX CARTES CONCEPTUELLES : | 54 |
| C. INTERACTION VIS-A-VIS DU SEXE ET DE LA MODALITE D'ENSEIGNEMENT : | 56 |
| D. PROGRESSION DES NOTES SELON L'EXPOSITION AUX DEGRES DE CERTITUDE : | 57 |
| E. PROGRESSION DU NIVEAU DE CERTITUDE : | 58 |
| F. ÉVALUATION GLOBALE DES DEGRES DE CERTITUDE : | 59 |
| G. RETOUR DES ETUDIANTS : | 61 |
| H. LIMITES DE L'ETUDE : | 63 |
| CONCLUSION | 66 |
| RÉFÉRENCES | 69 |
| ANNEXES | 76 |

TABLE DES FIGURES :

| | |
|---|----|
| Figure 1 - Hull W, Jewell E, Nephrophobia BMC Med Educ. 2022..... | 17 |
| Figure 2 - Représentation schématique d'une carte conceptuelle..... | 19 |
| Figure 3 - Adams NE. Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives..... | 22 |
| Figure 4 - Modalités de rédaction des questions évaluant les degrés de certitude..... | 28 |
| Figure 5 - Exemple de carte conceptuelle sur l'item Hyponatrémie..... | 29 |
| Figure 6 - Déroulé chronologique de l'étude..... | 31 |
| Figure 7 - Diagramme de flux décrivant la population de l'étude..... | 35 |
| Figure 8 - Évolution des moyennes globales en fonction des conférences..... | 36 |
| Figure 9 - Évaluation de l'interaction du sexe et de la modalité d'enseignement..... | 37 |
| Figure 10 - Évaluation de l'interaction du sexe et de la modalité d'enseignement..... | 37 |
| Figure 11 - Évolution des notes selon la compétence néphrologique étudiée..... | 38 |
| Figure 12 - Évolution des moyennes obtenues, spécifiées pour chaque QCM..... | 39 |
| Figure 13 - Évolution des moyennes globales des conférences selon la randomisation de l'exposition aux degrés de certitude..... | 40 |
| Figure 14 - Évolution des moyennes des 2 groupes à chaque conférence en fonction de la modalité d'enseignement..... | 41 |
| Figure 15 - Évolution des moyennes des 2 groupes à chaque conférence en fonction du sexe..... | 42 |
| Figure 16 - Évolution de la répartition des niveaux de degrés de certitude en fonction du déroulement des conférences..... | 43 |
| Figure 17 - Évolution globale du niveau de certitude moyen en fonction des conférences..... | 43 |
| Figure 18 - Évolution des degrés de certitude en fonction du sexe..... | 44 |
| Figure 19 - Évolution des degrés de certitude en fonction de la modalité d'enseignement..... | 45 |
| Figure 20 - Évolution des degrés de certitude en fonction de la compétence étudiée..... | 45 |
| Figure 21 - Évaluation de la corrélation entre degré de certitude et notation..... | 46 |
| Figure 22 - Évaluation de l'évolution de l'interaction du sexe..... | 47 |
| Figure 23 - Évaluation de l'interaction de la modalité d'enseignement..... | 47 |
| Figure 24 - Évaluation de l'interaction de la compétence néphrologique étudiée..... | 48 |
| Figure 25 - Évolution du taux d'absence en fonction des conférences..... | 49 |
| Figure 26 - Nuage des qualificatifs des étudiants concernant la Néphrologie..... | 49 |
| Figure 27 - Auto-évaluation des étudiants sur la qualité de leur raisonnement clinique en Néphrologie avant réalisation des conférences..... | 50 |
| Figure 28 - Auto-évaluation des étudiants sur la qualité de leur raisonnement clinique en Néphrologie après réalisation des conférences..... | 50 |
| Figure 29 - Évaluation des étudiants sur la pertinence d'utilisation des cartes conceptuelles pour l'apprentissage de la Néphrologie..... | 51 |
| Figure 30 - Évaluation des étudiants sur la pertinence de l'utilisation de l'évaluation des degrés de certitude pour l'apprentissage de la Néphrologie..... | 51 |
| Figure 31 - Nuage de qualificatifs des étudiants concernant l'intérêt des cartes conceptuelles centrées sur le raisonnement clinique pour l'enseignement de la Néphrologie..... | 52 |

TABLE DES TABLEAUX :

| | |
|---|----|
| Tableau 1 - Caractéristiques et randomisation de la population étudiée..... | 34 |
|---|----|

TABLE DES ANNEXES :

| | |
|---|----|
| Annexe 1 - Progression des notes pour l'ensemble des étudiants et de façon individualisée dans chacun des groupes randomisés..... | 76 |
| Annexe 2 - Progression globale des notes selon la compétence néphrologique..... | 76 |
| Annexe 3 - Progression des notes entre avant la conférence (M0) et l'évaluation à court terme (M1)..... | 77 |
| Annexe 4 - Progression des notes entre avant la conférence (M0) et l'évaluation à distance (M6)..... | 78 |
| Annexe 5 - Progression des notes entre l'évaluation à court terme (M1) et l'évaluation à distance (M6)..... | 79 |
| Annexe 6 – Détail des énoncés des questions évaluées au cours de l'étude..... | 80 |

ABRÉVIATIONS

CC : Cartes Conceptuelles

DFASM-1 : Diplôme de Formation Approfondie en Sciences Médicales

DP : Dossier Progressif

ECN : Examen Classant National

EDN : Épreuves Dématérialisées Nationales

FOAMEd : *Free Open Access Medical Education*

KFP : Key-Feature-Problem

MED-4 : 4^{ème} année des études médicales

QCM : Question à Choix Multiples

QCR : Question à Contexte Riche

R2C : Réforme du 2^{ème} Cycle des Études Médicales

SIDES : Système Distribué d'Examens en Santé

UFR3S : Unité de Formation et de Recherche Sciences de Santé et du Sport

INTRODUCTION

A. La Néphrologie face au défi de l'attractivité ?

La Néphrologie n'a été individualisée comme spécialité médicale que depuis les années 1950 environ grâce aux nombreuses découvertes étiologiques, physiopathologiques et thérapeutiques réalisées du IV^{ème} siècle avant J.-C. à nos jours (1). L'essor de ces recherches a initialement été associé à un attrait grandissant des jeunes praticiens pour l'exercice de la Néphrologie (1), en cohérence avec l'augmentation des besoins en néphrologues (secondaire au vieillissement de la population et à l'augmentation du nombre de patients souffrant de néphropathies) (2). En conséquence, le nombre de postes de praticiens dédiés à l'exercice de la Néphrologie a progressivement augmenté, notamment aux États-Unis (3,4) et dans le reste du monde (2).

À partir des années 2010, l'attractivité de cette spécialité est cependant remise en question (2–8). En effet, de nombreuses sociétés internationales de Néphrologie alertent devant une diminution du nombre de néphrologues, notamment aux États-Unis où seulement 60% des postes avaient été sélectionnés par les futurs internes en 2011 (3,4). Une situation comparable avait également été retrouvée dans de nombreux pays développés (9–13). Cette situation de crise semble également pouvoir être extrapolée à la France depuis quelques années. En effet, la Néphrologie faisait habituellement partie des spécialités les plus demandées à l'ECN (ex-concours de l'internat) mais connaît actuellement une chute progressive dans le classement des spécialités, rétrogradée jusqu'à la 11^{ème} place en 2020 puis récemment à la 9^{ème} position en 2023 (14). Cette perte d'attractivité semble s'inscrire dans un tournant au sein de la perception de la Néphrologie par les étudiants en médecine français.

En effet, une étude réalisée en France en 2024 par *Maisons et al.* auprès de 307 étudiants en médecine rapporte la présence de stéréotypes et a priori négatifs concernant cette spécialité, avec des qualificatifs comme « complexe », « surspécialisée », « non clinique », « incompréhensible », rendant l'exercice de celle-ci « inenvisageable » pour près de 80% d'entre eux.(15)

B. Pourquoi une perte d'intérêt pour la Néphrologie ?

Face à ce constat, de nombreuses études ont été réalisées depuis 2010 afin de définir les facteurs pouvant expliquer cette perte d'attrait pour la Néphrologie (5,16–23). Le déficit en néphrologues titulaires ne paraît pas être principalement lié à une désertion prématurée des internes en Néphrologie, ces derniers manifestant globalement une satisfaction positive à l'égard de leur parcours et de leur formation. (24,25). Cette situation semble davantage liée à un défaut de choix initial de cette spécialité par les étudiants en médecine au décours de leur cursus. (3,5,6,8,17,19,20,24).

Premièrement, les facteurs identifiés pour expliquer cette problématique ne sont pas exclusifs à la Néphrologie, mais sont également secondaires à l'évolution des points de vue des générations successives. En effet, les étudiants et internes sondés aux États-Unis entre 2011 et 2019 semblent désormais prioriser le maintien d'un équilibre entre vie personnelle et professionnelle, leur qualité de vie, une charge de travail raisonnable, un revenu suffisant et la diversité des débouchés à l'issue de leur formation (3,6,16,20,22,24,26). Deuxièmement, des étudiants américains interrogés sur la même période identifient également des facteurs propres à la Néphrologie comme obstacle au choix de cette spécialité, notamment une part limitée de gestes techniques (5,8,16,25,27), un manque d'accès au compagnonnage et une vision trop restreinte de la discipline au cours de la formation universitaire (3,5,6,16,17,27,28).

Enfin, la population de patients relevant d'une prise en charge néphrologique est fréquemment considérée par les étudiants en médecine français et américains comme un facteur négatif (5,6,15,20). En effet, la Néphrologie était identifiée par *Tonelli et al.* en 2018 comme la spécialité regroupant le plus de patients comorbides caractérisés par des séjours hospitaliers prolongés, des prises en charges complexes, une polymédication et un pronostic défavorable (29).

En plus de ces considérations, le ressenti des étudiants vis-à-vis de l'apprentissage de la Néphrologie au cours des premières années à la faculté de médecine est également identifié par de nombreuses études comme un facteur explicatif majeur (5,6,17,20,22,24,27). Ainsi, dans une étude réalisée en 2011 par *Shah et al.* auprès de 204 internes en Néphrologie américains, 53% d'entre eux rapportent avoir été attirés par cette spécialité dès les premières années de leur cursus, notamment en raison de l'intérêt suscité chez 76% d'entre eux (24). À l'inverse *Jhaveri et al.* ont retrouvé dans leur étude menée en 2012 aux États-Unis que 31% des 714 étudiants interrogés n'avaient pas choisi d'exercer la Néphrologie en raison de la complexité trop importante des notions physiopathologiques abordées. Cette discipline est en effet perçue dans leur étude comme trop complexe, inaccessible, abstraite et peu pertinente cliniquement. Par ailleurs, 24% d'entre eux auraient même pu considérer cette spécialité si celle-ci était « enseignée correctement » (5). D'autres études réalisées ultérieurement sur d'autres promotions d'étudiants américains sont également parvenues à des conclusions similaires (16,17,20,27). Cette situation de rejet a finalement abouti à l'élaboration par *Hull et al.* de la théorie de « Néphrophobie » (30) exprimant l'inconfort global et le sentiment de préparation insuffisante (16) ressenti par les étudiants en médecine face aux situations relevant du raisonnement clinique, du diagnostic et de la prise en charge de patients souffrant de néphropathies (Figure 1).

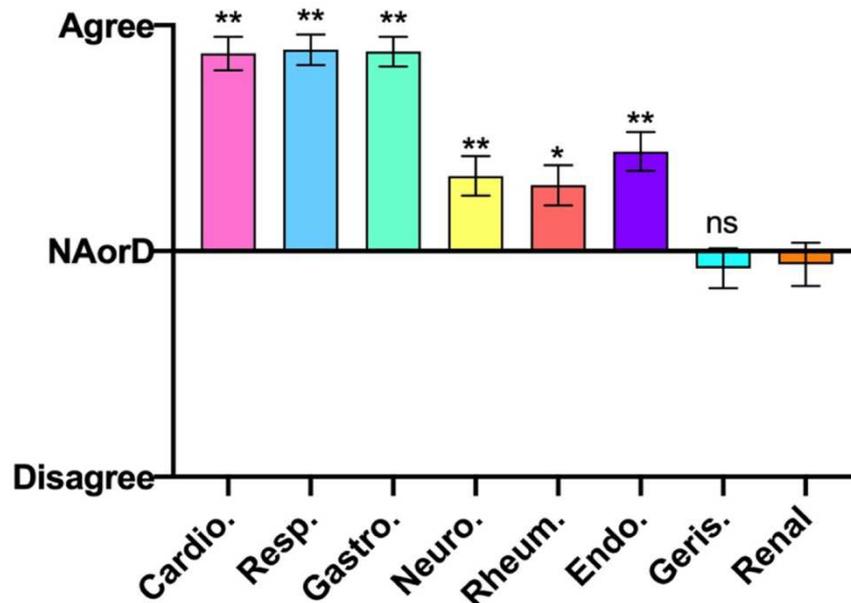


Fig. 1 Student responses to the root statement 'I have a good knowledge of this subject' for each specialty. NAorD, 'neither agree

Figure 1 - Hull W, Jewell E, Nephrophobia BMC Med Educ. 2022

À l'aune de ces résultats, les sociétés internationales de Néphrologie ont mis en place à partir de 2011 de nombreuses cellules consultatives constituées en véritables « *taskforce* » afin de proposer des solutions face à cette crise traversée par la Néphrologie (3,31). Leurs travaux concluent à la nécessité d'améliorer l'expérience des étudiants vis-à-vis des cours de physiologie et de physiopathologie rénales au cours des premières années du cursus médical, notamment au travers d'une modification des méthodes et objectifs d'enseignement (23,27,31–33).

C. Comment modifier et améliorer l'enseignement de la Néphrologie ?

Selon une méta-analyse menée par *Jhaveri et al.* en 2016, 26 études ont ainsi été publiées entre 1977 et 2015 afin de proposer un renouvellement des méthodes pédagogiques utilisées pour la Néphrologie (7,18,19,31,32,34–37). Ce travail colligeait cependant une majorité d'études de qualité méthodologique modérée avec seulement 10% d'essais randomisés et bien inférieures en nombre à celles réalisées pour la pédagogie appliquée aux autres spécialités (18,34,35,38).

Toutes concluent néanmoins à l'importance de modifier la formation des étudiants en médecine, en basant celle-ci sur le développement de leur raisonnement clinique (23,32,33,39). Celui-ci est défini comme la compétence, le processus ou le résultat par lequel les cliniciens observent, collectent et interprètent des données (cliniques ou autres) afin de poser un diagnostic et de proposer une prise en charge adaptée (40). En effet, dans un contexte où la quantité et la complexité des connaissances médicales à acquérir ne font que croître, il semble nécessaire d'orienter l'enseignement vers une appropriation efficace et pérenne d'informations clés et mobilisables en pratique clinique plutôt que vers un objectif illusoire d'accumulation de connaissances non hiérarchisées et inutilisables pour la prise en charge d'un patient (39,41,42).

Ce changement de paradigme s'inscrit en cohérence avec la réforme du 2^{ème} cycle des études médicales menée actuellement en France (R2C) (39) visant à privilégier le développement des compétences et notamment du raisonnement clinique, considéré par les recommandations internationales comme une compétence nécessaire pour l'exercice médical (43–45). Pour parvenir à cet objectif, *Jhaveri et Calderon et al.* ont ainsi proposé l'utilisation et la démocratisation de méthodes pédagogiques innovantes dans l'enseignement de la Néphrologie (32,46), notamment les cartes conceptuelles (CC) dont l'élaboration et l'apprentissage sont basés sur l'utilisation active du raisonnement clinique (32,36,46–50).

D. Quelle place pour l'utilisation des cartes conceptuelles en Néphrologie ?

Cet outil pédagogique a été conçu et théorisé en 1984 par Novak et Gowin et correspond à un « outil schématique permettant de représenter un ensemble de concepts dans un réseau de propositions structuré et hiérarchisé » (51). Il diffère donc de la carte mentale introduite en 1970 par Tony Buzan, qui correspond davantage au déroulement progressif de la pensée selon des concepts organisés de façon créative et schématique, sans organisation globale hiérarchisée (52).

Le développement des CC est basé sur la théorie développée par Ausubel en 1963 (53) qui oppose l'apprentissage par cœur (« rote learning »), permettant uniquement une restitution immédiate des connaissances (sans organisation, ni réflexion sous-jacente), à l'apprentissage porteur de sens (« meaningful learning »). Ce dernier correspond à la création d'un réseau ordonné et hiérarchisé de connaissances permettant une meilleure acquisition de celles-ci, ainsi qu'une optimisation de la création de liens avec les notions passées et à venir.

Premièrement et grâce à leurs principes de construction les CC favorisent le développement d'un apprentissage porteur de sens en induisant une stimulation active du raisonnement clinique de l'étudiant (54). Ainsi, celui-ci devra s'appliquer à ordonner graphiquement et intellectuellement son réseau de connaissances au sein d'une carte, en respectant les étapes suivantes (47) (Figure 2) :

- Démarrer sa réflexion à partir d'un concept nodal/central
- Rappeler ses connaissances préalables afin d'élaborer les premiers niveaux hiérarchiques puis les organiser selon des liens sémantiques et logiques
- Insérer de nouvelles connaissances au sein de ce réseau préalablement formé par la mise en place de liens transversaux complexes.

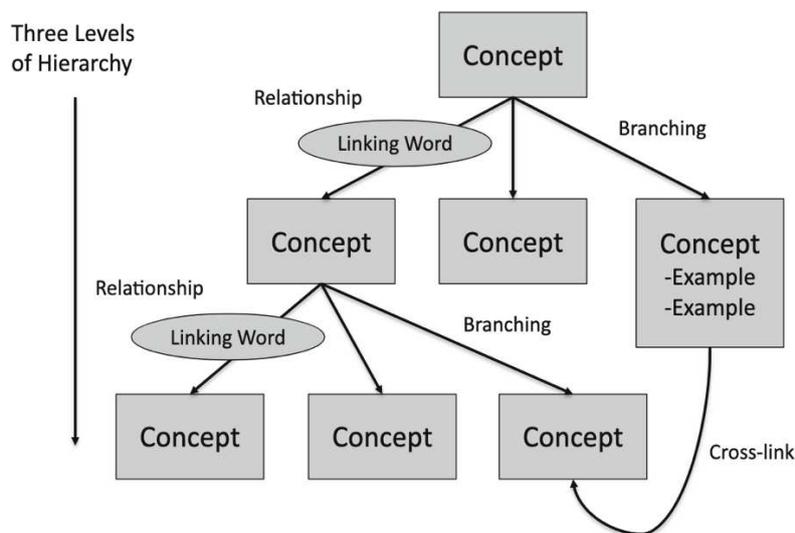


Figure 2 - Représentation schématique d'une carte conceptuelle
 Brondfield S. Integrating Concept Maps into a Medical Student Oncology Curriculum 2021

Deuxièmement, l'utilisation des CC permet également d'optimiser l'enseignement du raisonnement clinique en facilitant la transmission du professeur vers l'apprenant. En effet, au-delà des difficultés d'apprentissage du raisonnement clinique propres à l'étudiant, il est également difficile pour les enseignants (appliquant leur raisonnement depuis plusieurs années de façon intuitive et rapide) de décortiquer les étapes de réflexion utilisées afin de les transmettre aux étudiants (54–58). Cet écueil peut être atténué par l'utilisation des CC en fournissant aux futurs médecins une représentation graphique, organisée et efficace des étapes successives du raisonnement clinique utilisé.

Enfin, l'évaluation du développement des connaissances et du raisonnement clinique des étudiants en médecine est également primordiale afin d'éviter le maintien de lacunes ou de fausses croyances dans leur pratique future. Ainsi, les CC peuvent également constituer un outil d'évaluation du raisonnement clinique. En effet, en considérant l'hypothèse qu'une CC permettrait de représenter l'état des connaissances et la qualité du raisonnement clinique d'un étudiant appliqué à une notion donnée, l'évaluation de celle-ci permettrait donc de mesurer indirectement ses compétences de raisonnement clinique et leur évolution au fur et à mesure des années de formation (36,47–49,54,58–62). Au-delà d'un objectif de notation pure, l'évaluation par l'enseignant des cartes construites par l'étudiant doit lui permettre de repérer les lacunes, les liens erronés et donc d'identifier une incapacité à hiérarchiser et à mener une réflexion diagnostique (36,40,54,58,60,62). La communication d'un retour aux étudiants sur les problématiques et lacunes identifiées peut ainsi mener à une progression régulière et à une optimisation de l'apprentissage du raisonnement clinique.

L'intégration systématique des CC au sein de l'ensemble des épreuves formatives, proposée par quelques rares études (37,54,61), semble toutefois difficilement réalisable. En effet, ce moyen d'évaluation est chronophage avec une grille de notation non standardisée ou sujette à la subjectivité. Ainsi, l'évaluation des apprentissages des étudiants en médecine repose encore à ce jour en quasi-totalité sur l'utilisation des Questions à Choix Multiples (QCM) (permettant une correction rapide et uniforme de façon informatisée) en raison de l'augmentation progressive de la taille des promotions et la multiplication des examens. Cependant, même si l'utilisation des QCM permet une évaluation satisfaisante des connaissances brutes, celle-ci ne permet cependant pas d'apprécier l'ensemble des modalités de raisonnement clinique et étapes de réflexion utilisées par l'étudiant (63). De plus, il est impossible pour l'examineur de déterminer si le choix d'une réponse exacte était basé sur des connaissances solides et certaines ou uniquement sur des déductions ou du hasard.

E. Quel intérêt pour l'intégration des degrés de certitude ?

Ainsi, un souhait d'évaluation du niveau de certitude des connaissances des étudiants a émergé dès les années 1930 (64–66). Ces recherches ont finalement été théorisées et mises en pratique au sein d'épreuves par Gardner-Medwin à la Faculté de Londres (67). Les principes fondateurs de cette méthode visent à démasquer la connaissance partielle en liant chaque QCM à une évaluation du degré de certitude dans la réponse apportée. Chaque degré de certitude (historiquement 1, 2 ou 3) est associé à une valeur numérique et/ou sémantique de probabilité de certitude. Chaque couple « niveau de certitude/validité de la réponse » est ensuite pondéré par une notation pouvant inclure des bonus (réponse correcte appuyée par une certitude forte annoncée) ou des pénalités (réponse incorrecte avancée sur de fausses certitudes). Ce système doit également être peu punitif pour l'étudiant en cas de reconnaissance de lacune (réponse incorrecte et certitude minimale) afin d'obtenir un équilibre permettant de décourager le choix de réponses uniquement basées sur le hasard (68).

L'estimation du degré de certitude des réponses apportées par les étudiants permet d'évaluer la qualité des connaissances apprises et l'aboutissement du raisonnement clinique utilisé face à la question posée. Cette méthode permet ainsi également d'étudier l'applicabilité des notions apprises à la pratique clinique (69,70). En effet, les futurs médecins seront amenés à mobiliser un large éventail de connaissances et devront appuyer leur raisonnement sur des savoirs avec des hauts niveaux de certitude afin de permettre une prise en charge optimale des patients. Il est également nécessaire pour tout médecin, quelle que soit sa spécialité, de reconnaître ce qu'il ne sait pas de façon certaine et ainsi savoir recourir aux spécialistes le cas échéant (69). En réalisant une analogie de ces niveaux de connaissances avec la taxonomie des savoirs de Bloom (71), l'objectif est donc de viser un niveau de connaissance permettant une analyse de la problématique et une application pratique (niveaux 3-4 : appliquer et analyser), contrairement aux simples niveaux de base (niveaux 1-2 soit retenir et comprendre) habituellement acquis par les étudiants au cours de leur formation universitaire (39,72) (Figure 3).

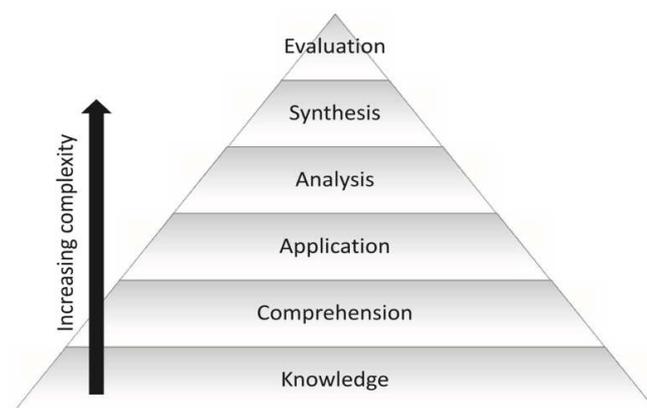


Figure 3 - Adams NE. Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives

Afin de permettre une progression de la qualité et de l'extrapolabilité des connaissances acquises par les étudiants, il est toutefois nécessaire de leur fournir un retour (feedback) sur les évaluations de certitude réalisées (70,72–75). En effet, les étudiants en médecine sont souvent conscients de l'imperfection de leurs connaissances mais sont en difficulté pour cibler leurs lacunes et donc leurs révisions

(72). Ainsi, il a notamment été montré en 2012 par *Agrawal et al.* qu'après retour sur leurs performances, les étudiants passaient significativement davantage de temps à revoir leurs erreurs et donc à cibler leurs révisions. Cet effet était d'autant plus marqué pour les questions révélant une grande discordance entre la note obtenue et le degré de certitude correspondant (particulièrement en cas de réponse fautive en regard d'une certitude élevée) (73). Ce retour semble donc offrir aux étudiants la possibilité d'identifier et de corriger efficacement leurs lacunes afin d'améliorer la progression de leurs connaissances, la certitude dans leurs acquis et donc leur raisonnement clinique.

F. Apports des cartes conceptuelles et des degrés de certitude :

Devant l'ensemble de ces résultats, des pistes de modification des méthodes d'enseignement de la Néphrologie semblent pouvoir être énoncées. En effet, les CC pourraient constituer un outil pédagogique efficace, permettant de promouvoir l'apprentissage initial, le développement, la transmission et l'évaluation du raisonnement clinique. La progression et l'évaluation de ce raisonnement pourraient également être optimisées par l'intégration de l'évaluation des degrés de certitude. En effet, celle-ci offrirait la possibilité de fournir un retour régulier aux étudiants sur l'état de leurs connaissances et de leur capacité à appliquer un raisonnement clinique, afin de permettre une progression de leur apprentissage.

G. Limites dans la littérature :

La plupart des études évaluant ces outils pédagogiques ont cependant été réalisées en dehors du domaine de la santé ou, le cas échéant, au sein des promotions paramédicales (40). De plus, la majorité des travaux s'intéressant à l'enseignement basé sur les CC évaluait uniquement leur utilisation sur de faibles effectifs d'étudiants, uniquement à court terme (notamment quelques jours après une intervention) et sans évaluation répétée au sein d'un même suivi (36,37,56,63,76).

Les rares travaux s'intéressant spécifiquement à leur application pour la Néphrologie n'étudiaient en outre que l'enseignement d'une notion isolée (telle que l'alcalose métabolique) (77).

Concernant les degrés de certitude, les différents travaux réalisés n'étudiaient que peu les étudiants en médecine (70,74) et aucune application spécifique à l'enseignement de Néphrologie n'a ainsi été réalisée. De plus, l'écrasante majorité des études réalisées mesurait l'intérêt de cette méthode pour évaluer l'applicabilité des connaissances acquises et non comme un outil d'aide à l'apprentissage et au maintien de connaissances grâce à un retour aux étudiants (69,70,72,78). Enfin l'évaluation des degrés de certitude était constamment appliquée à l'ensemble de la population étudiée ou répartie entre les groupes selon les choix préférentiels des étudiants (69,72,74) et non randomisée pour permettre une meilleure évaluation de cet outil.

H. Objectifs de l'étude :

Ainsi, notre étude a cherché à apprécier l'apport de CC basées sur le raisonnement clinique pour l'enseignement de la Néphrologie auprès d'étudiants de 2^{ème} cycle des études médicales, avec évaluation de la progression de leurs connaissances à court et à long terme.

Nous nous sommes également intéressés à l'intégration randomisée de la mesure des degrés de certitude auprès de ces étudiants et à leur capacité potentielle à améliorer l'acquisition des connaissances néphrologiques et le développement du raisonnement clinique grâce à un feedback délivré de façon itérative.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

A. Type d'étude et population étudiée :

Nous avons conduit une étude de cohorte prospective et monocentrique au sein de l'Université de Lille (UFR3S) durant les mois d'octobre 2023 à juin 2024 (correspondant à une année universitaire). Les critères d'inclusion étaient : l'appartenance de l'étudiant à la promotion MED-4/DFASM1 au cours de la période étudiée et le choix volontaire de poursuivre des conférences facultaires de préparation à l'internat. Ce choix reposait uniquement sur la motivation de chaque étudiant et concernait la quasi-totalité de la promotion au cours de notre année d'étude (89% soit 535 étudiants parmi une promotion totale de 601). Les étudiants entrant en MED-4 avaient tous bénéficié 1 an auparavant d'un module de cours magistraux couplant l'enseignement de l'Urologie et de la Néphrologie sur une durée d'environ 3 semaines. La quasi-totalité de la promotion n'avait pas eu d'expérience clinique au sein d'un service de Néphrologie (exception faite d'un court stage de séméiologie médicale d'une semaine pour une dizaine d'entre eux). Les étudiants étaient ensuite répartis au sein de 9 groupes de conférences selon leurs modalités d'enseignement préférentielles (présentiel ou distanciel) et les jours de réalisation des conférences au sein d'une semaine. Les places au sein de chaque groupe étaient limitées afin d'obtenir des effectifs homogènes et cohérents (maximum 70 étudiants par groupe en distanciel, 40 étudiants en présentiel).

B. Rédaction des conférences :

Les 3 conférences facultaires ont été rédigées selon les modalités exigées par la Faculté de Médecine de Lille, comportant donc 3 Dossiers Progressifs (DP), 3 Key-Feature Problem (KFP) et 6 Questions à Contexte Riche (QCR). Au sein de ces dossiers, les modalités docimologiques des questions posées ont été variées afin de permettre l'évaluation de différents types de raisonnement clinique (40,79).

L'énoncé des questions visait à centrer les étudiants non pas sur un simple rendu de connaissances brutes, mais sur la mise en place d'une réflexion hiérarchisée et progressive permettant de mener à un diagnostic et/ou à une prise en charge.

Les dossiers et questions au sein de ces conférences facultaires traitaient de 5 compétences et connaissances propres à la Néphrologie : Insuffisance Rénale Aiguë, Hyponatrémie et secteur extracellulaire, Hypercalcémie, Glomérulonéphrites et syndromes glomérulaires et Acidose Métabolique. Ces thèmes ont été choisis car considérés dans la littérature comme étant les sujets les plus difficiles à appréhender par les étudiants en médecine (5). Ceux-ci étaient donc abordés au sein de chaque conférence par plusieurs questions de modalités docimologiques différentes, variant également d'une conférence à l'autre afin d'éviter un phénomène d'habituation chez les étudiants. Les connaissances nécessaires à leur complétion étaient toutes considérées comme de Rang A selon la R2C (39), c'est-à-dire nécessaires à tout médecin pour sa pratique future et non des notions surspécialisées. Au total, 15 questions étaient évaluées au sein de chaque conférence, réparties entre les différentes thématiques. Le niveau de difficulté de chaque question portant sur une même compétence évaluée a été maintenu constant au fil des conférences.

Après rédaction complète des dossiers, les conférences ont été intégrées sur la plateforme en ligne SIDES Théia. Le système de notation correspondait à celui utilisé sur la plateforme et de façon plus générale à la notation utilisée durant le concours de l'EDN. Les notes obtenues à chacune des questions sont ainsi calculées selon le nombre de discordances observées par rapport aux réponses attendues : 0 discordance rapporte 1 point, 1 discordance rapporte 0,5 point, 2 discordances rapportent 0,2 point et 3 discordances ou plus ne rapportent aucun point.

C. Intégration des degrés de certitude :

L'intégration des niveaux de certitude au sein des groupes de conférence a été randomisée grâce à la génération informatisée de nombres aléatoires. Il a été décidé de mettre en place cette évaluation pour 1 groupe en présentiel (sur 3 groupes au total) et 3 groupes en distanciel (sur 6 groupes au total). Les ensembles randomisés pour l'intervention étaient donc les groupes d'étudiants numéros 3 (présentiel) 4, 7 et 9 (distanciel). Des questions basées sur le degré de certitude ont été intégrées à la suite de chacune des questions posées (QCM, QROC, KFP) afin d'évaluer le degré de confiance que les étudiants plaçaient dans leurs réponses. Ces questions ont été rédigées selon une échelle de Likert, permettant à l'étudiant d'évaluer son niveau de certitude dans la réponse apportée selon 4 niveaux possibles. Cette évaluation reposait sur la question : « *Sur une échelle de 0 à 3, comment évaluez-vous votre niveau de certitude concernant votre réponse à la question précédente ?* ». Les 4 niveaux de certitude étaient ensuite classés selon des termes sémantiques évoquant une confiance croissante et associés à des intervalles de probabilité d'une réponse correcte : « 0 = Pas du tout certain (0-25%) ; 1 = Assez peu certain (25-50%) ; 2 = Plutôt certain (50-75%) ; 3 = Certain (75-100%) » (Figure 4).

Nous avons décidé de ne proposer que 4 niveaux de certitude après étude de la littérature concluant au manque d'apport de niveaux supplémentaires dans l'évaluation de processus cognitifs (80). Ces questions ont ainsi été ajoutées sur la plateforme SIDES Theia au sein des dossiers destinés aux groupes randomisés pour l'intervention, sans mise en place de pondération.

Sur une échelle de 0 à 3, comment évaluez-vous votre niveau de certitude concernant votre réponse à la question précédente :

- 0 : Pas du tout (0 – 25% de certitude)
- 1 : Assez peu (25 - 50% de certitude)
- 2 : Plutôt confiant (50 - 75% de certitude)
- 3 : Certain (75 - 100% de certitude)

Figure 4 - Modalités de rédaction des questions évaluant les degrés de certitude

D. Création des cartes conceptuelles (CC) :

Les CC ont été conçues selon les critères énoncés par *Novak*, à savoir l'initiation par un concept clé (étant ici un des 5 champs de compétences propres à la Néphrologie) puis le déroulement hiérarchique et organisé des idées, aboutissant à différents sous-concepts liés entre eux par des liens logiques. Chaque carte était construite afin de forcer les étudiants à répondre à une question spécifique à chaque étape de raisonnement, leur permettant par la suite d'avancer dans la construction de leur raisonnement clinique. L'enjeu était donc ici de favoriser le raisonnement actif de chaque étudiant et non l'apprentissage brut de connaissances non organisées. Ces CC ont été élaborées en ligne sur le site Lucidchart (<https://www.lucidchart.com/pages/fr>), permettant une création progressive et simplifiée de ces outils. Une construction avec des méthodes standardisées ainsi que la mise en place d'un code couleur (étapes de raisonnement marquées par la couleur grise par exemple) ont été utilisées.

Les questions exposées aux différentes étapes de raisonnement clinique ont été basées sur des principes physiopathologiques et des notions fondamentales de physiologie rénale. En effet, l'utilisation de ces principes a été rapportée comme une aide importante à la rétention d'informations, notamment dans les formats pédagogiques visuels (55,81). Chaque étape de raisonnement était ainsi assortie d'une question ouverte, représentant l'interrogation devant être étudiée par l'étudiant afin de parvenir à l'étape suivante (par exemple, une fois l'hyponatrémie confirmée : « quelle est ma compensation rénale à cet excès en eau ? ») (Figure 5).

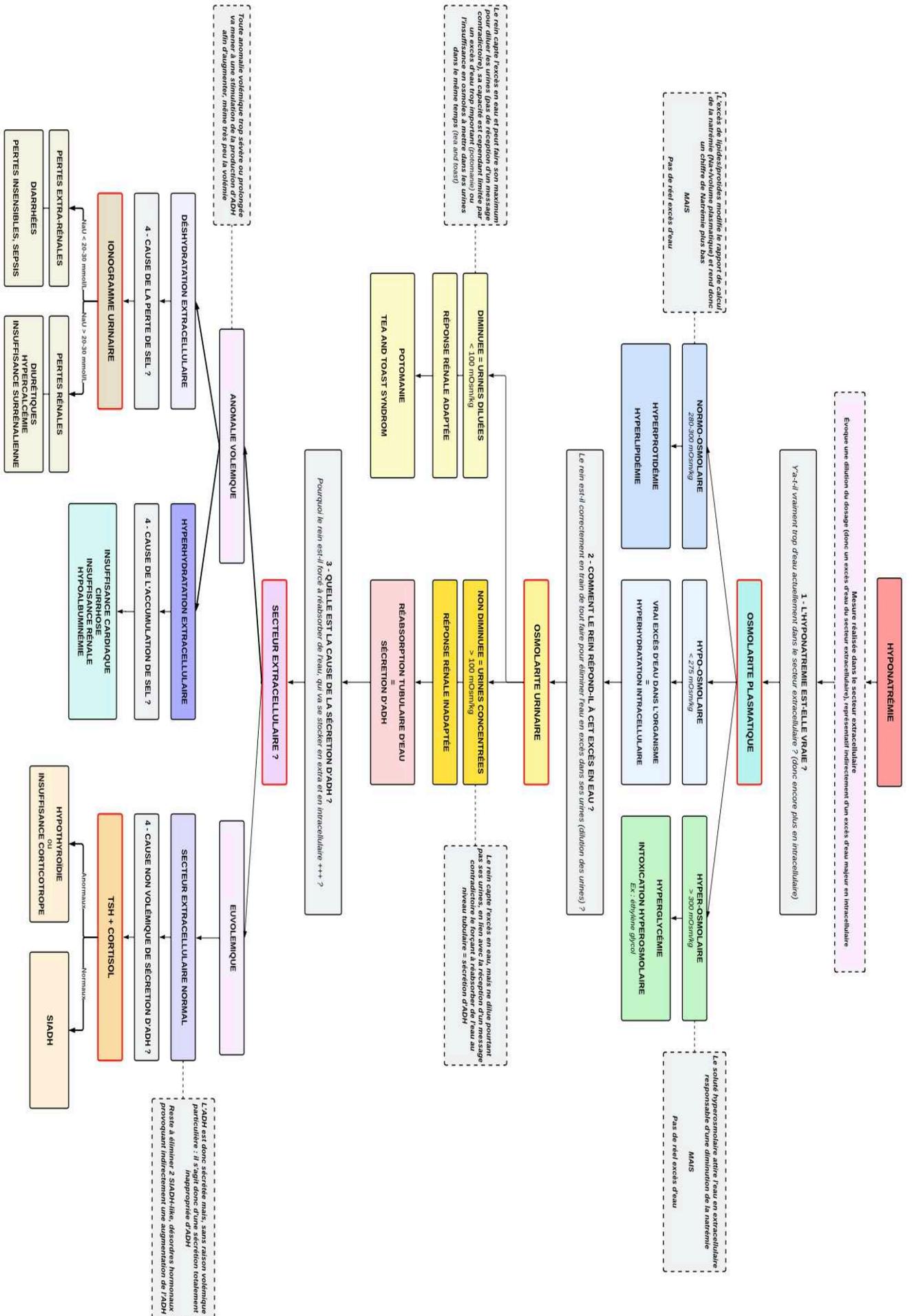


Figure 5 - Exemple de carte conceptuelle sur l'item Hyponatrémie

E. Organisation de l'étude :

Après répartition des étudiants au sein des différents groupes, ceux-ci assistaient aux conférences de Néphrologie selon la modalité choisie (présentiel ou distanciel) à une date définie par l'organisation administrative de la Faculté de Médecine. Chacune des conférences était mise en ligne pour composition sur la plateforme SIDES Theia 48 heures avant la date de la correction. Les étudiants bénéficiaient de 2 heures pour composer l'ensemble des questions une fois l'épreuve initiée. Quelques minutes avant la correction interactive (en présentiel comme en distanciel), les étudiants bénéficiaient d'un retour avec une correction détaillée assortie de leurs résultats et du feedback sur leur niveau de certitude le cas échéant pour les groupes randomisés. Ils étaient ensuite invités à consulter cette correction et le rendu de leurs réponses durant toute la durée de la conférence. La séance interactive avec le conférencier se déroulait ensuite durant 2 heures et 30 minutes environ à l'aide d'une présentation PowerPoint reprenant l'ensemble du déroulé des questions posées.

Cette correction était centrée sur la construction des CC de façon interactive avec les étudiants. En effet, les CC étaient progressivement révélées aux étudiants en dévoilant par étape les différents nœuds conceptuels et niveaux hiérarchiques au fur et à mesure de leur avancée dans la réflexion sur le cas clinique proposé. Ceux-ci étaient ainsi amenés à produire une réflexion active et à stimuler leur raisonnement clinique. Les CC complétées ainsi qu'une correction détaillée et argumentée au format Word étaient ensuite remises à tous les participants en fin de séance, sans délivrer de consignes de révisions particulières. Cette correction n'était accessible qu'aux étudiants des groupes ayant complété la conférence et non directement à l'ensemble de la promotion. Cet enseignement de Néphrologie s'inscrivait dans un semestre universitaire ne comportant pas d'autre cours dédié et constituait donc le seul rappel néphrologique pour les étudiants (avec un dernier enseignement 1 an auparavant).

Les conférences évaluatives étaient donc réparties comme telles durant l'année universitaire : une première conférence dès les premiers mois de DFASM1 (M0, octobre-novembre 2023 selon les groupes), reposant sur une évaluation (servant de niveau en *baseline* des étudiants, la composition étant antérieure à la correction interactive) puis sur une correction basée sur les CC. La deuxième conférence était réalisée à 1 mois de la séance initiale (M1) pour évaluation des paramètres étudiés à court terme. Cette échéance reposait uniquement sur une composition d'épreuve et la délivrance au décours d'une correction détaillée (au format Word), avec les réponses de chaque étudiant, sans nouvelle correction interactive. Enfin, une dernière conférence était réalisée à environ 6 mois de la séance initiale (M6, avril-mai selon les groupes) pour évaluation à long terme. Celle-ci était organisée à l'identique de la conférence initiale, à savoir une composition par de la conférence puis une correction interactive basée sur les CC. (Figure 6)

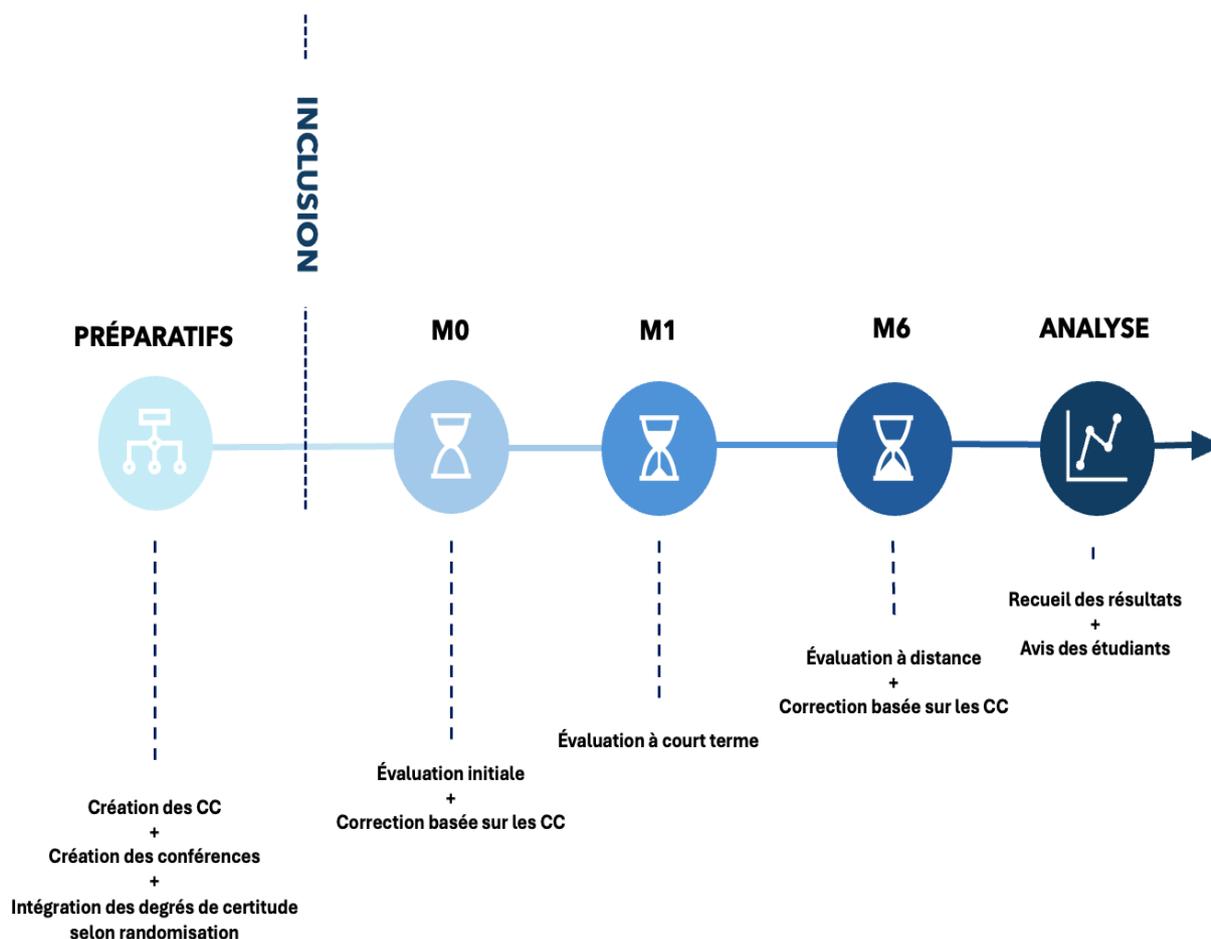


Figure 6 - Déroulé chronologique de l'étude

F. Recueil des données :

Les variables étudiées étaient les notes obtenues à chacune des questions posées et classées parmi les 5 compétences néphrologiques, les degrés de certitude apportés à chacune des réponses pour les groupes concernés, le sexe de l'étudiant et la modalité d'enseignement utilisée. Ces données ont été extraites de façon anonymisée grâce à l'utilisation du numéro universitaire propre à chaque étudiant. Les variables d'intérêt ont ainsi été recueillies de manière prospective sur la plateforme SIDES Theia au fur et à mesure de l'accomplissement des différentes conférences.

Le ressenti des étudiants concernant l'apprentissage de la Néphrologie a été recueilli par sondage rédigé sur la plateforme participative Wooclap avant le début de la première conférence M0. L'évaluation de la progression ressentie des étudiants vis-à-vis de leurs capacités de raisonnement en Néphrologie mais aussi leurs avis concernant l'utilité des CC ou des degrés de certitude pour l'enseignement de cette matière ont été recueillis au décours de la conférence M6 par l'utilisation d'une échelle de Likert de 0 à 10, hébergée sur Google Forms.

Nous avons défini comme critère de jugement principal de cette étude l'amélioration des notes des étudiants après l'intervention (M1), mais aussi le maintien de cette progression à long terme (M6), ainsi que l'évaluation de l'effet de l'intégration des degrés de certitude sur l'apprentissage de la Néphrologie, randomisée sur les différents groupes.

Les critères de jugement secondaires étaient l'évolution des notes selon le sexe des étudiants, la modalité d'enseignement suivie par les étudiants (présentiel ou distanciel) ou la compétence néphrologique enseignée.

G. Éthique et consentement :

Le consentement de chaque étudiant a été recueilli par l'envoi dématérialisé d'un formulaire avec accusé de réception à l'ensemble de la promotion. Celui-ci rapportait les modalités du déroulement de l'étude, les différentes données recueillies et la possibilité de refus d'inclusion. Une adresse mail spécifique était inscrite dans ce formulaire afin de recueillir les refus de participation le cas échéant. Une absence d'envoi de mail sur cette adresse était considérée comme la déclaration du consentement de l'étudiant à la participation à l'étude.

H. Analyse statistique :

Les analyses bivariées des variables quantitatives et des variables catégorielles ont été effectuées à l'aide de tests de Wilcoxon et du Chi2 respectivement.

Les graphiques d'évolution de notes dans le temps ont été produits à l'aide de régressions linéaires, avec coefficients linéaires et quadratiques, sans ajustement.

Concernant l'analyse principale, nous avons évalué l'effet des conférences avec un modèle mixte expliquant l'évolution dans le temps des notes (avec coefficients linéaires et quadratiques), ajusté sur le sexe et la modalité (présentiel vs distanciel) avec un intercept aléatoire par sujet. L'effet de l'exposition aux questions sur le niveau de certitude a été évalué par un test d'interaction entre le groupe et le temps :

Note ~ Temps + Temps² + Groupe + Sexe + Modalité + Temps : Groupe + (1|Matricule)

RÉSULTATS

A. Caractéristiques et répartition de la cohorte :

Au début de l'année universitaire 2023-2024, la promotion MED-4 était composée de 601 étudiants au total, dont 535 (89%) ayant choisi de poursuivre les conférences facultaires. Ceux-ci ont été répartis en 9 groupes de conférences selon leur modalité préférée d'enseignement : en présentiel (1,2 et 3) ou en distanciel (4 à 9) selon la répartition décrite dans la Figure 7. La randomisation a assigné l'intégration de l'évaluation des degrés de certitude (groupe expérimental) à 4 groupes de conférence, dont 1 en présentiel (groupe 3) et 3 en distanciel (groupes 4, 7, 9), soit 242 étudiants (43,8%). Les étudiants n'étant pas exposés à cette évaluation constituaient le groupe de référence. La comparaison des caractéristiques des 2 groupes obtenus retrouvait des différences significatives sur la modalité d'enseignement utilisée (présentiel/distanciel) et sur le sexe (féminin/masculin) (Table 1). Ces variables ont été prises en compte par ajustement dans les résultats des analyses multivariées ci-après.

Tableau 1 - Caractéristiques et randomisation de la population étudiée

| Caractéristique | Total, N = 535 ¹ | Groupe de référence, N = 293 ¹ | Groupe expérimental, N = 242 ¹ | p-value ² |
|-----------------|-----------------------------|---|---|----------------------|
| Présentiel | 113 (21%) | 77 (26%) | 36 (15%) | 0.001 |
| Sexe masculin | 188 (35%) | 92 (31%) | 96 (40%) | 0.046 |

¹ n (%)
² Pearson's Chi-squared test

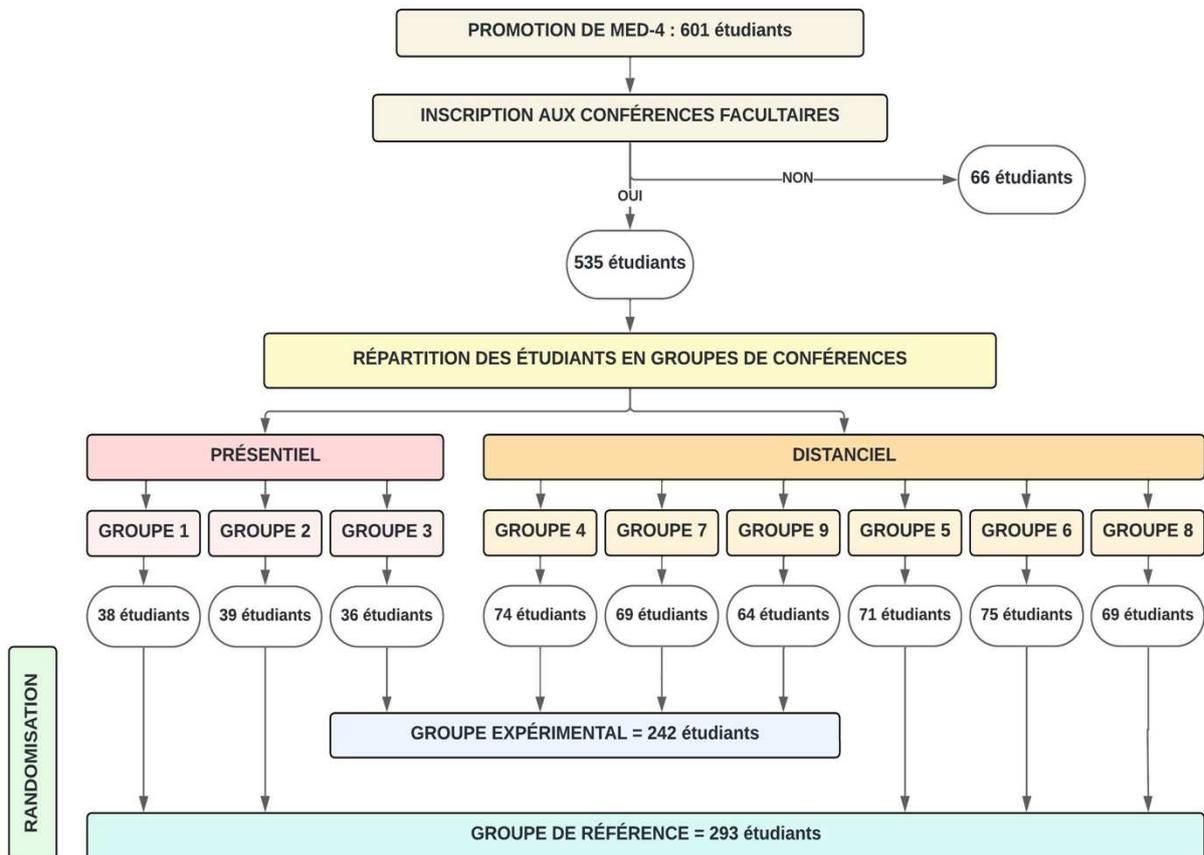


Figure 7 - Diagramme de flux décrivant la population de l'étude

B. Évolution des notes des étudiants :

La moyenne générale de l'ensemble des étudiants au cours de la première conférence M0 (avant réalisation de l'enseignement) était de 8,51/20 (DS : 2,84). Les moyennes obtenues à cette épreuve ne différaient pas significativement entre le groupe expérimental et le groupe de référence, avec respectivement une moyenne générale de 8,50/20 et de 8,52/20 ($p = 0,8$). Les moyennes générales de l'ensemble des participants ont ensuite progressé de manière croissante et linéaire au fil des conférences (Figure 8), avec une progression globale de 1,56 point sur 20 (1,35 – 1,77) entre chaque épreuve. Les étudiants ont ainsi obtenu une moyenne générale à M1 de 10/20 (DS : 3,3) et à M6 de 11,5/20 (DS : 3,4).

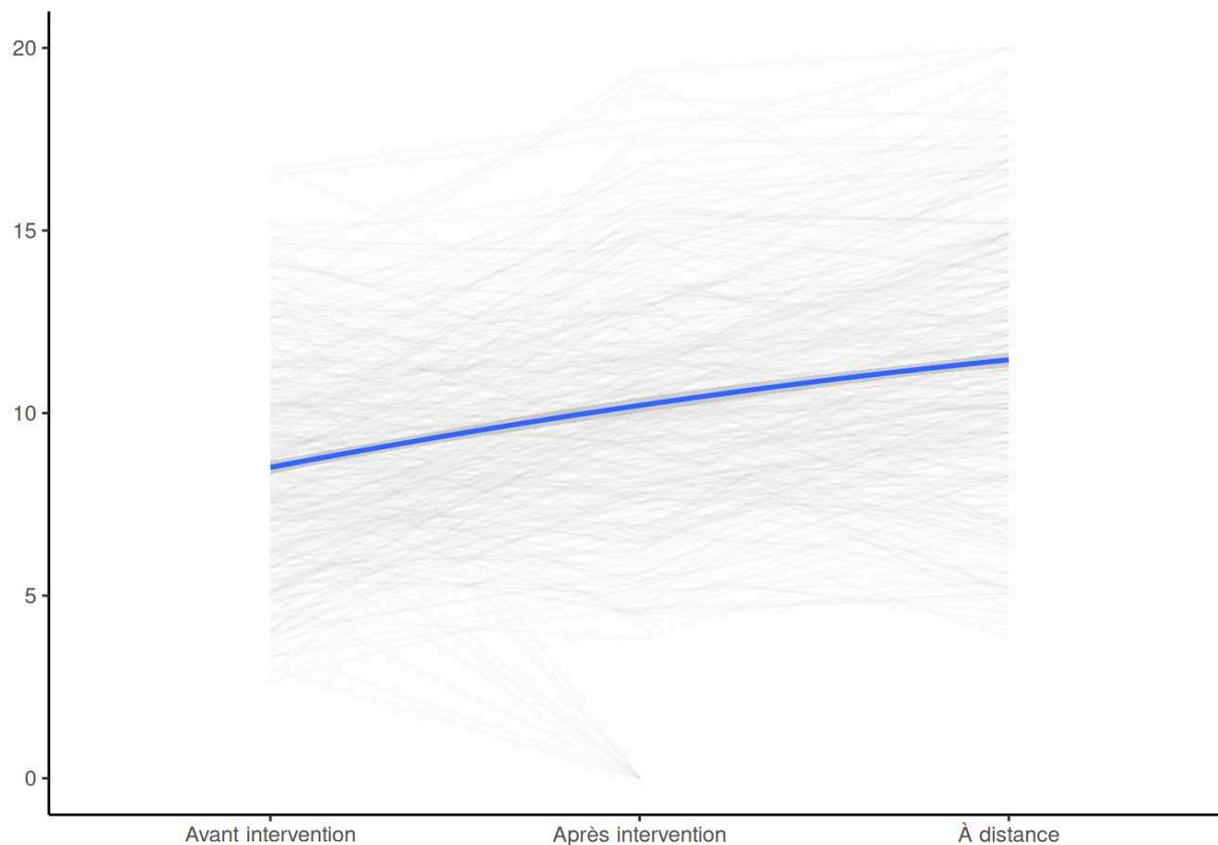


Figure 8 - Évolution des moyennes globales en fonction des conférences

L'évolution des moyennes des étudiants au fur et à mesure des épreuves variait toutefois de façon significative selon le sexe, la modalité d'enseignement utilisée, mais aussi selon la compétence néphrologique enseignée. En effet, on observait chez les hommes une amélioration plus importante des moyennes générales entre chaque épreuve que chez les femmes, respectivement de 1,78 point sur 20 (1,44 - 2,12), contre 1,43 point sur 20 (1,16 - 1,69) ($p = 0,002$, Figure 9). De plus, les étudiants en présentiel ont présenté une amélioration significativement plus importante de leurs résultats, avec une moyenne augmentant de 2,21 points sur 20 (1,67 – 2,74) entre chaque épreuve contre 1,35 point sur 20 (1,15 – 1,54) pour les étudiants en distanciel. ($p < 0,001$, Figure 10).

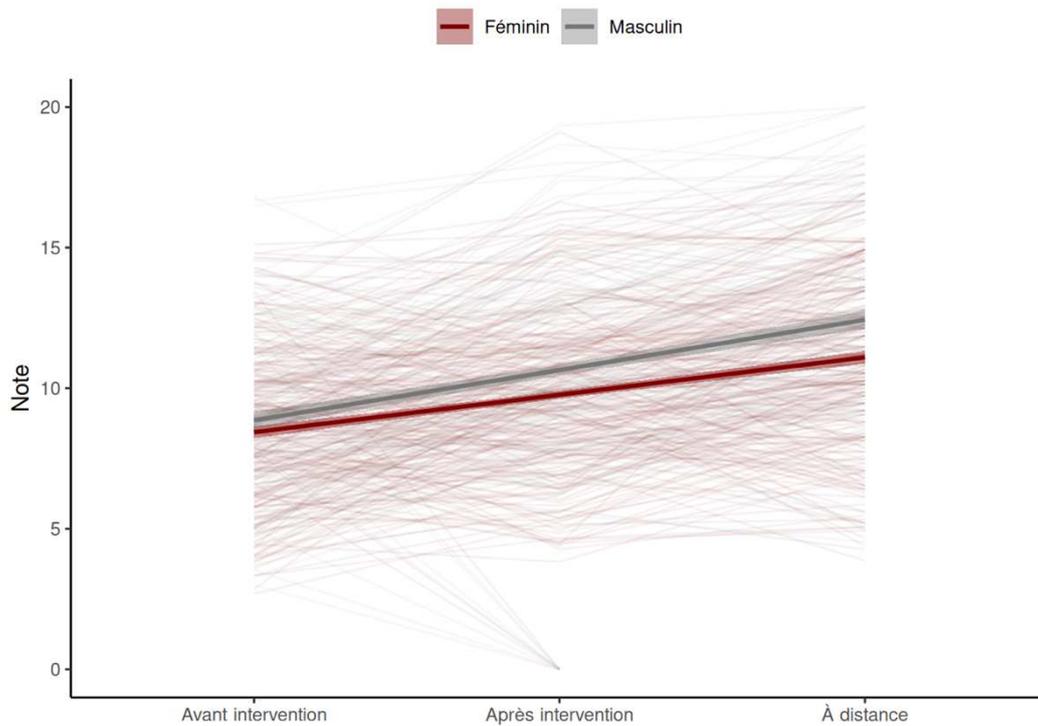


Figure 9 - Évaluation de l'interaction du sexe et de la modalité d'enseignement

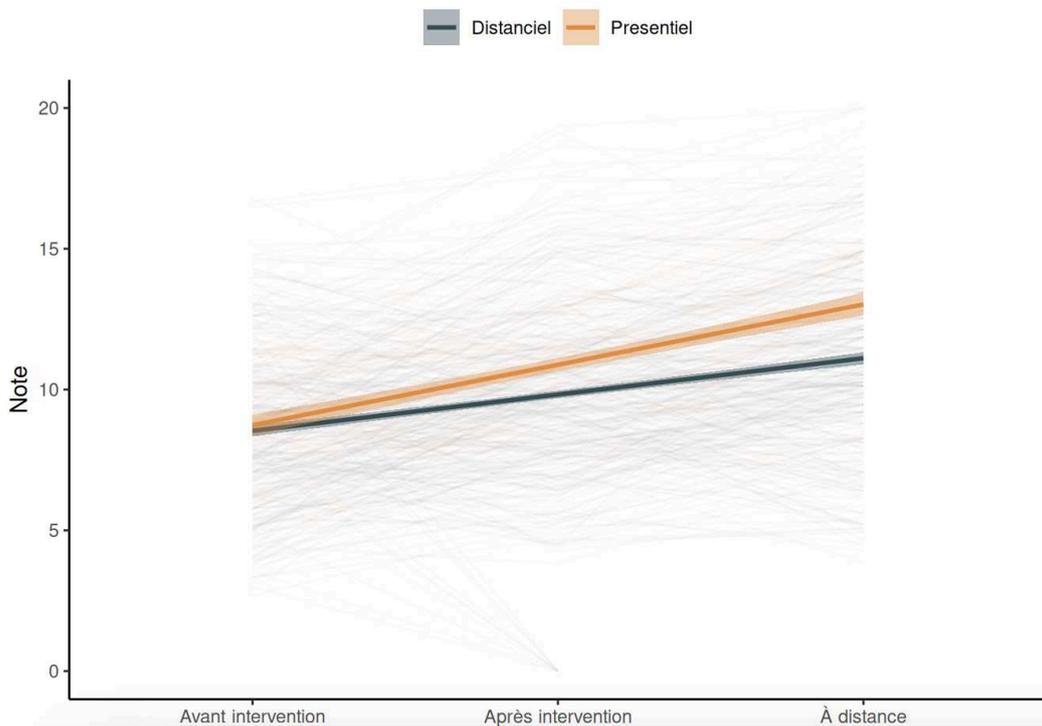


Figure 10 - Évaluation de l'interaction du sexe et de la modalité d'enseignement

L'évolution des résultats était également très hétérogène selon la compétence néphrologique étudiée. En effet, les moyennes des questions relatives aux items Élévation de la créatinine et Acidose Métabolique présentaient une évolution croissante, linéaire, avec une pente de progression maintenue au fil des épreuves

(avec toutefois une notation globale des questions relatives à l'Acidose Métabolique plus faible sur l'ensemble du suivi). Les moyennes obtenues aux questions concernant les items Hypercalcémie et Syndromes glomérulaires connaissent une hausse significative à M1, également poursuivie à M6 avec toutefois un ralentissement de la pente de progression. Cependant, l'évolution des moyennes obtenues aux questions relatives à l'item Hyponatrémie ont suivi une évolution discordante. En effet, les moyennes évaluées en baseline (M0) étaient plus élevées que celles obtenues au décours de l'intervention lors de l'évaluation à court terme (M1). L'évaluation réalisée à long terme (M6) retrouvait toutefois une amélioration de la moyenne globale en comparaison avec l'épreuve précédente. Ces résultats sont représentés graphiquement sur la Figure 11.

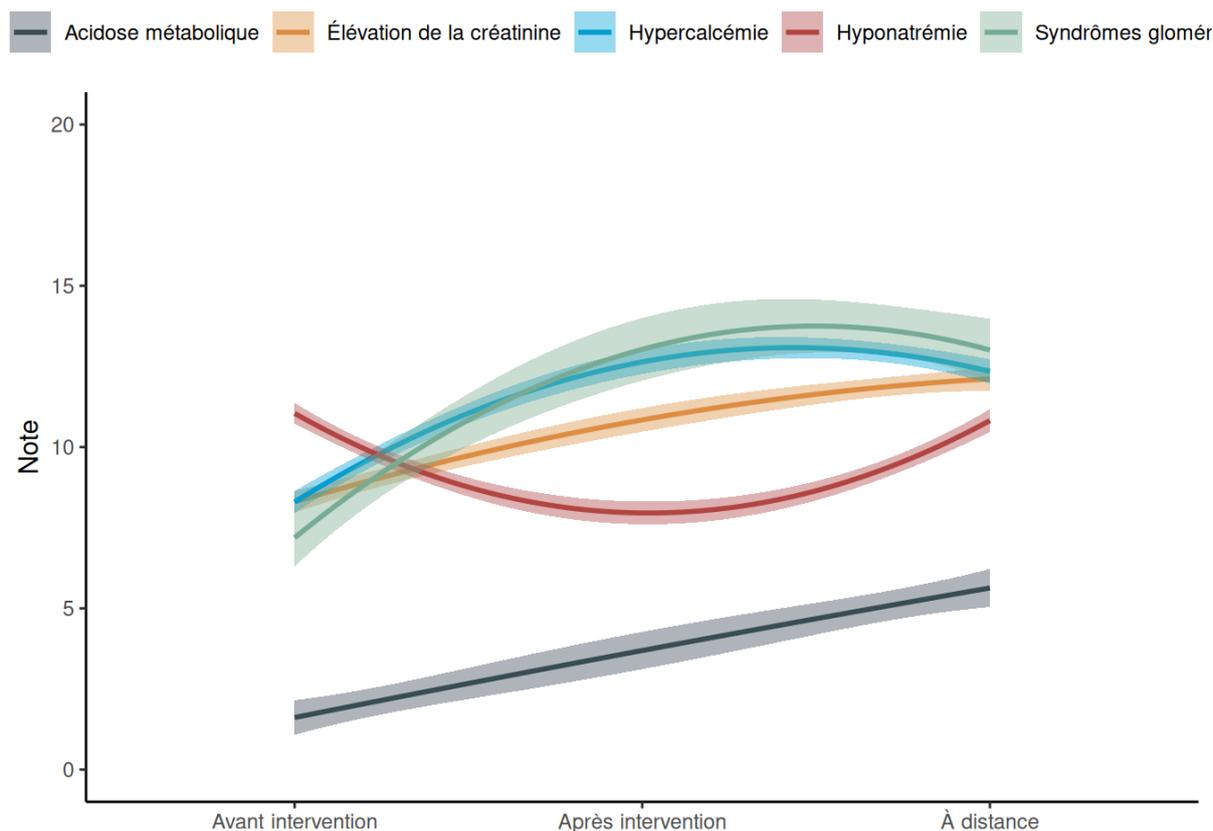


Figure 11 - Évolution des notes selon la compétence néphrologique étudiée

C. Évolution des notes selon chaque question :

La progression des moyennes relatives à chacune des questions posées est hétérogène. En effet, on observe pour la majorité des QCM une augmentation de la moyenne après l'intervention, avec dans la grande majorité des cas une consolidation (poursuite de l'augmentation) ou une stabilisation à distance.

Il est cependant également retrouvé pour certains QCM une diminution des notes après l'intervention initiale à M0, avec toutefois une récupération de moyennes supérieures à distance. Ce phénomène est notamment retrouvé pour les questions relatives à l'item Hyponatrémie (Figure 12). Le détail numérique de progression des notes relatives à chaque question au fur et à mesure des épreuves, ainsi que l'évolution par compétence néphrologique sont reportés dans les tableaux en Annexe.

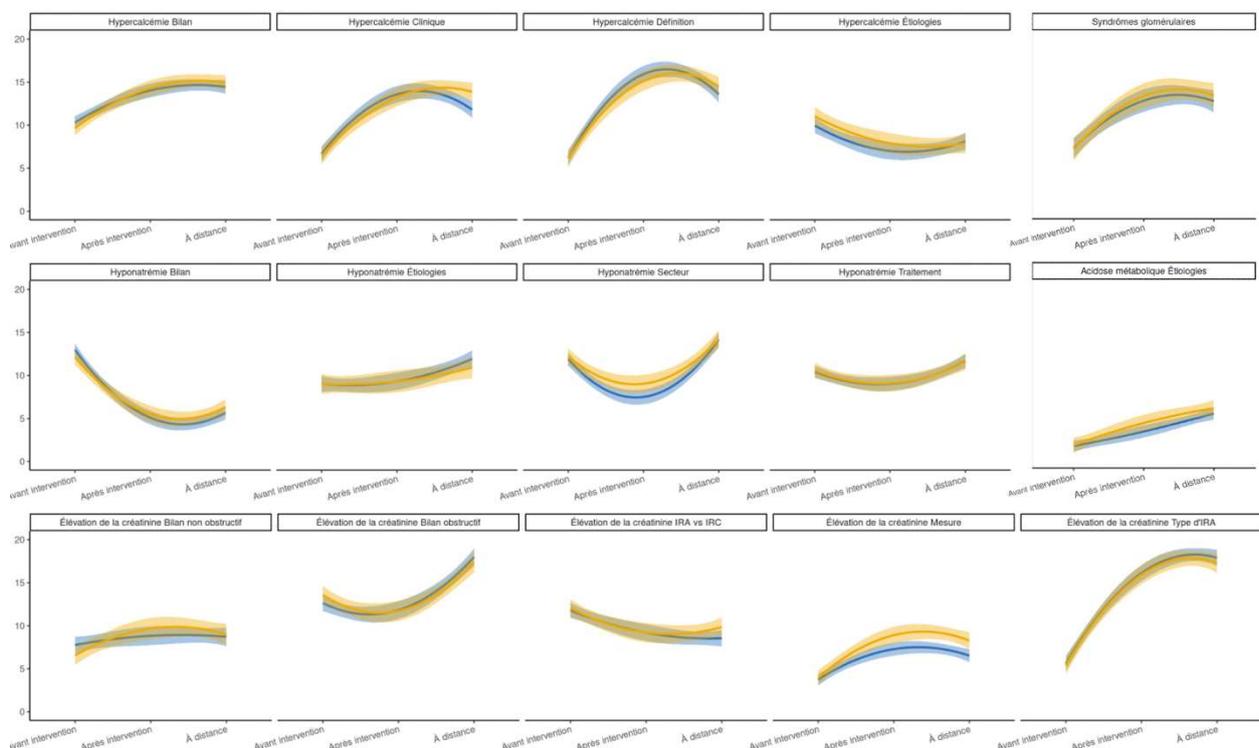


Figure 12 - Évolution des moyennes obtenues, spécifiées pour chaque QCM

D. Effets de l'exposition des étudiants aux degrés de certitude :

Il n'a pas été retrouvé de différence significative dans la progression des moyennes générales des étudiants selon le groupe de randomisation. En effet, les étudiants présentaient une amélioration globale de leur moyenne générale de 1,56 point sur 20 (1,35 – 1,77) entre chaque épreuve, sans modification significative entre le groupe expérimental et le groupe de référence ($p = 0,077$) (Figure 13). Il semble cependant exister une tendance non significative à une amélioration des notes légèrement plus importante dans le groupe des étudiants exposés aux degrés de certitude.

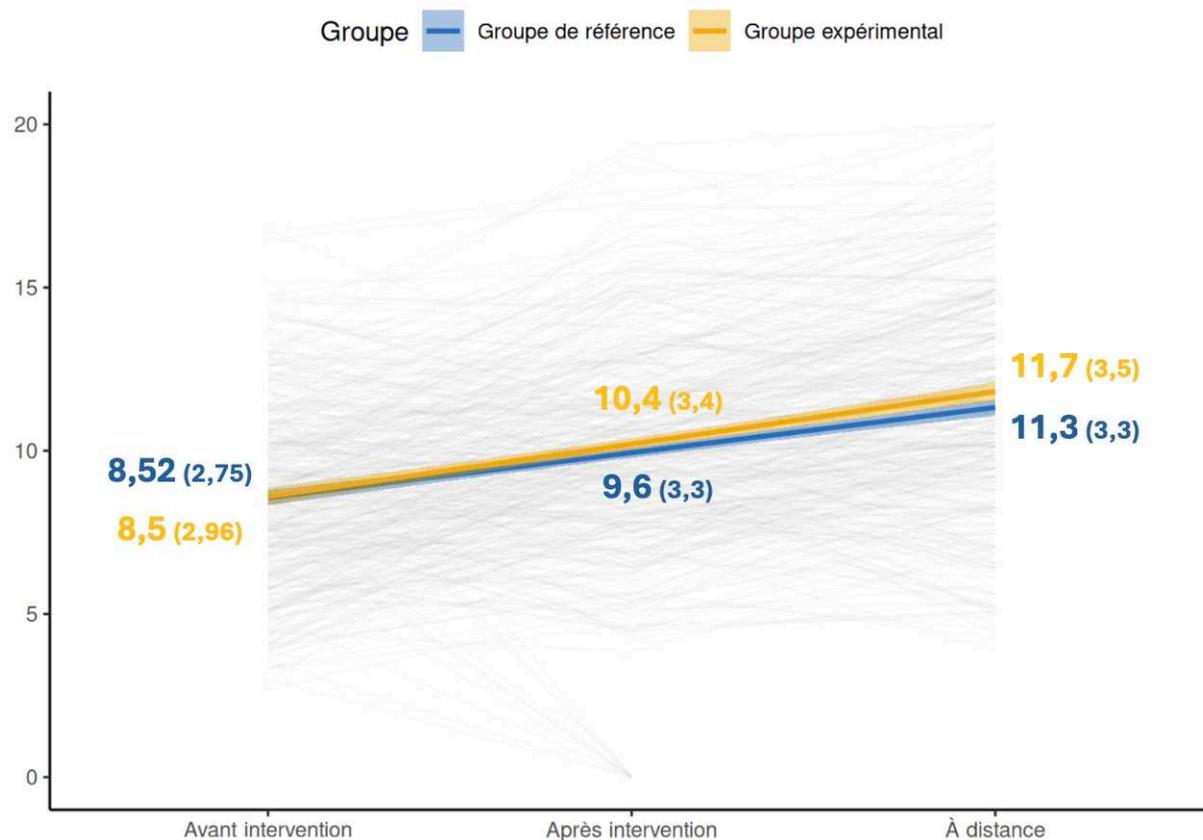


Figure 13 - Évolution des moyennes globales des conférences selon la randomisation de l'exposition aux degrés de certitude

L'effet de l'exposition des étudiants aux degrés de certitude sur la progression des notes obtenues varie cependant de manière significative selon la modalité d'enseignement utilisée. En effet dans le sous-groupe des étudiants ayant bénéficié d'un enseignement en distanciel, on observe une amélioration des notes de 1,35 point sur 20 (1,15 – 1,54) entre chaque épreuve, avec une différence significative entre le groupe expérimental et le groupe de référence (respectivement 1,44 (1,21 – 1,67) et 1,04 point (0,82 – 1,26) $p < 0,001$). Cette différence dans la cinétique de progression des étudiants exposés ou non aux degrés de certitude n'était toutefois pas retrouvée au sein de la population ayant réalisé les conférences en présentiel ($p = 0,613$, Figure 14). Ce résultat pourrait être lié à un manque de puissance, secondaire à un effectif plus faible dans ce groupe.

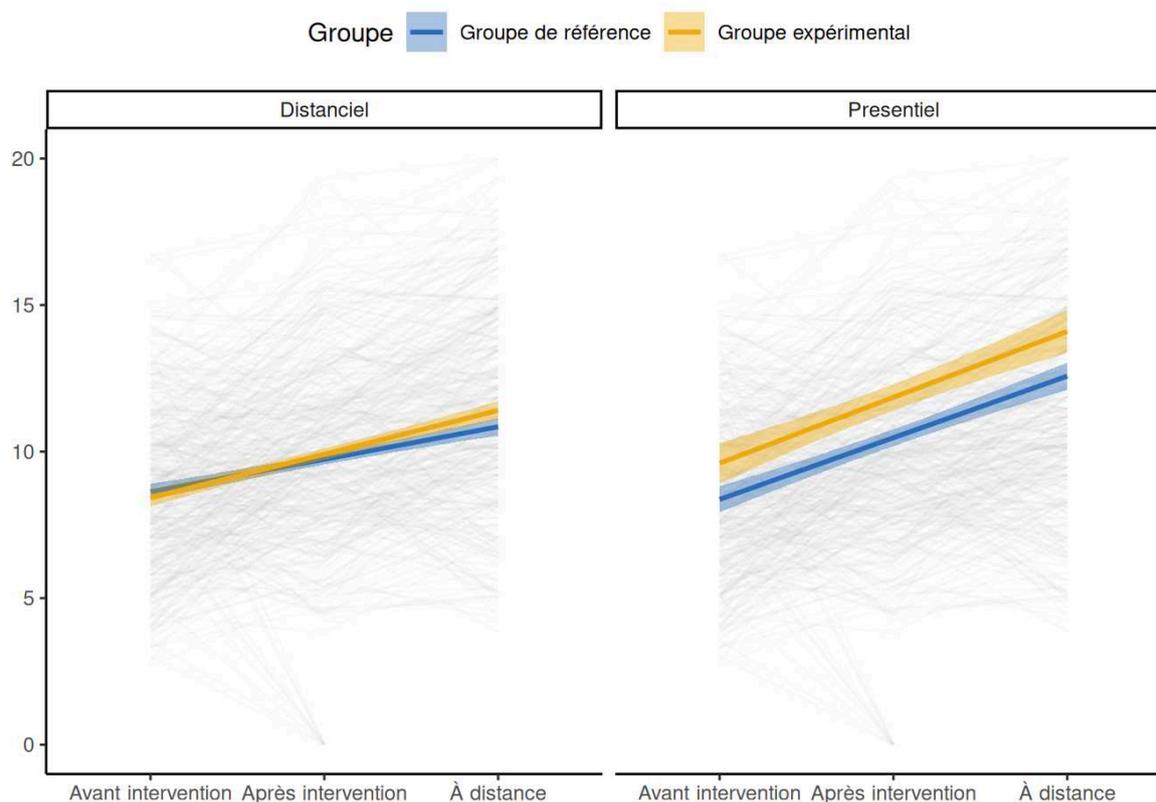


Figure 14 - Évolution des moyennes des 2 groupes à chaque conférence en fonction de la modalité d'enseignement

Aucune interaction significative n'était identifiée dans les sous-groupes basés sur le sexe ($p = 0,131$) (Figure 15).

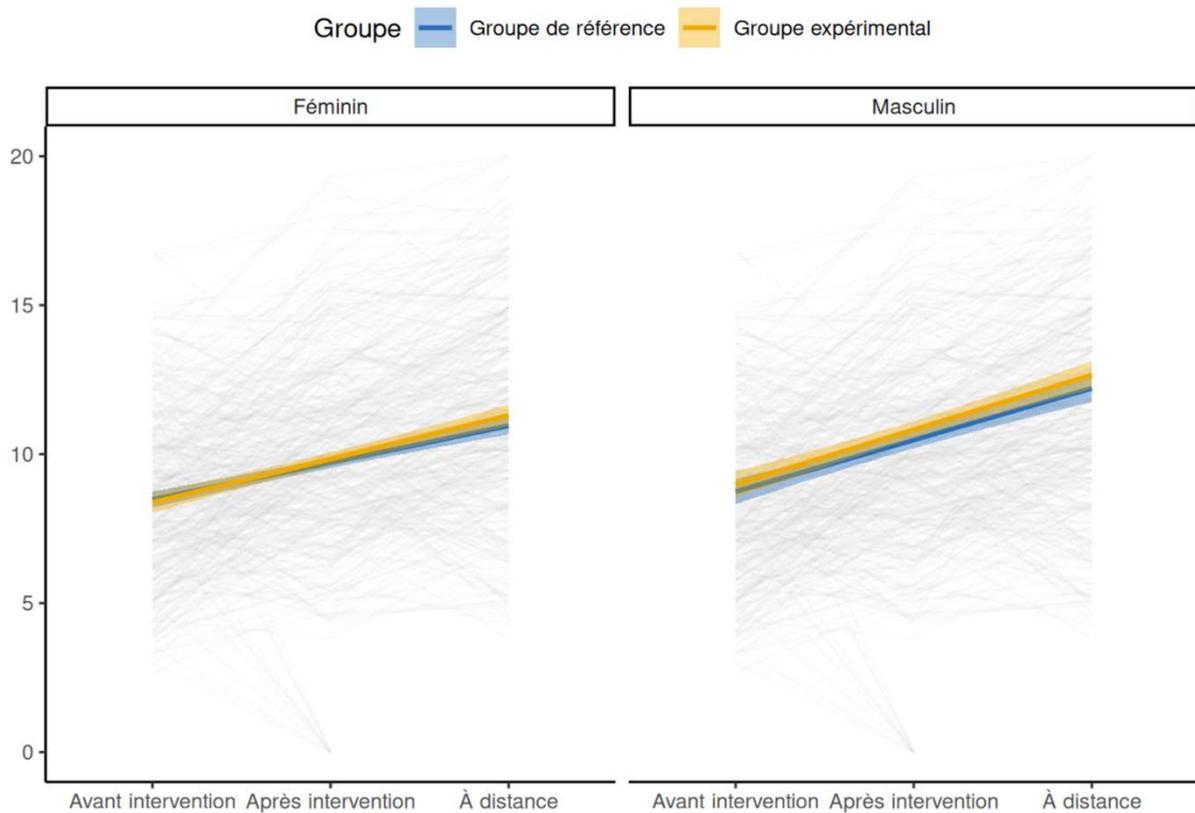


Figure 15 - Évolution des moyennes des 2 groupes à chaque conférence en fonction du sexe

E. Analyse de l'évolution des niveaux de certitude :

Le niveau de certitude global exprimé par les étudiants augmente progressivement et significativement au fur et à mesure des évaluations. En effet, la proportion de réponses basées sur un très faible niveau de certitude diminue au fil des épreuves, alors que la proportion de réponses basées sur des fortes certitudes est maximale à long terme. On observe donc une progression significative des niveaux de certitude exprimés par les étudiants, estimée à une majoration de 0,16 par épreuve (0,14 – 0,18) $p < 0,001$. Ainsi, les étudiants semblent progressivement baser leurs réponses sur des connaissances estimées de plus en plus certaines, à court terme mais aussi et encore davantage à distance de l'intervention. (Figures 16 et 17).

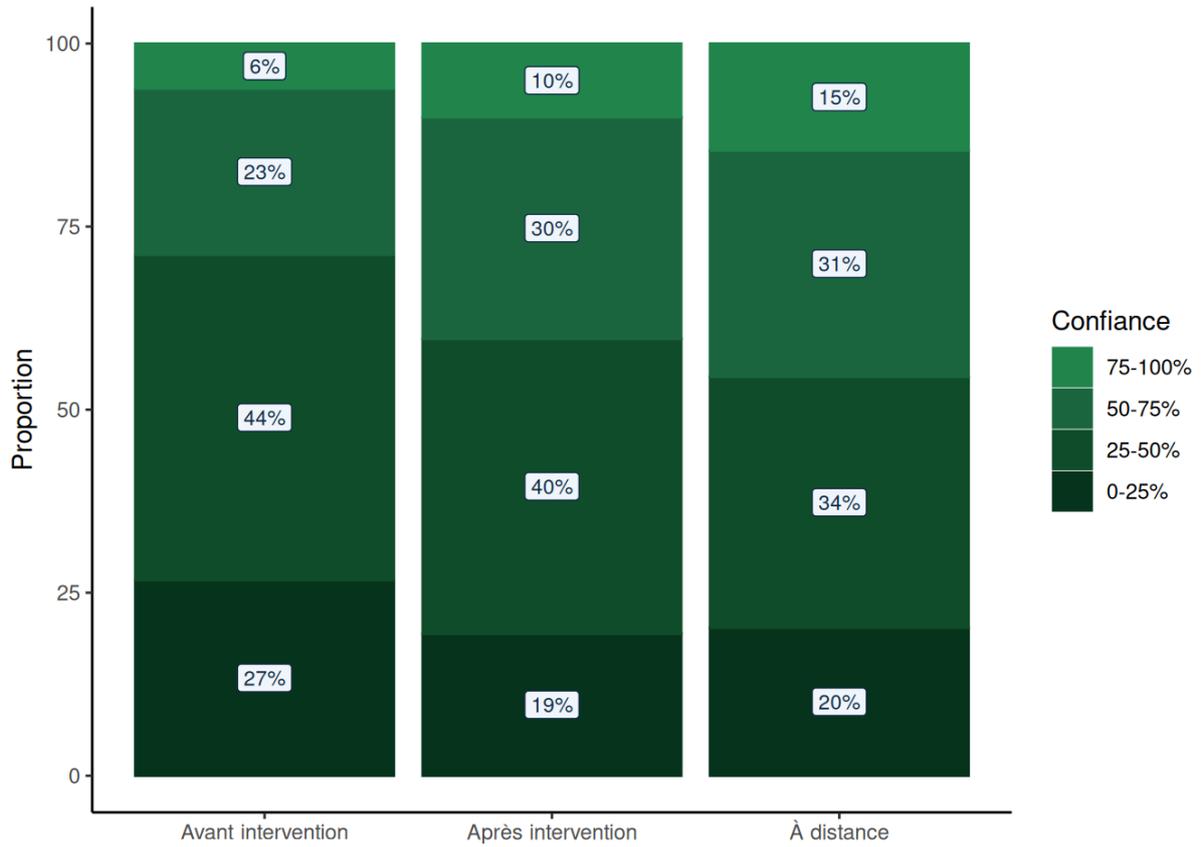


Figure 16 - Évolution de la répartition des niveaux de degrés de certitude en fonction du déroulement des conférences

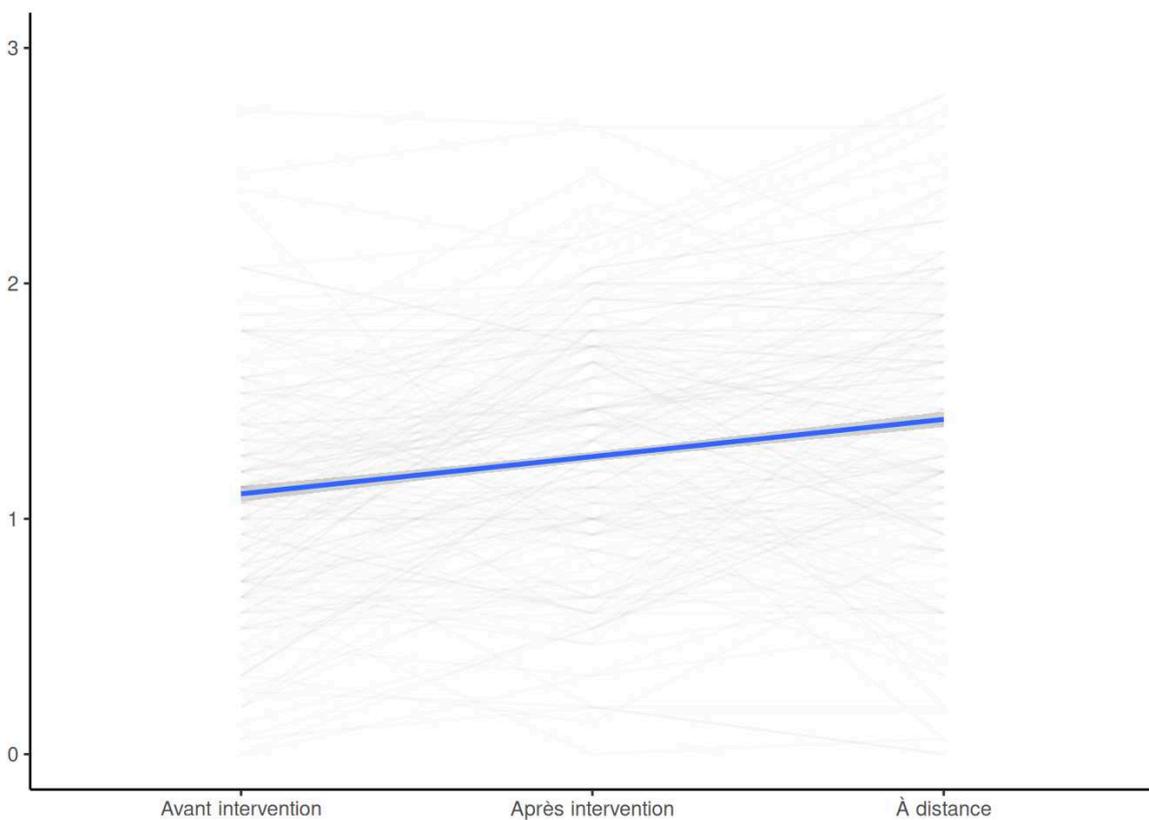


Figure 17 - Évolution globale du niveau de certitude moyen en fonction des conférences

Cette progression des niveaux de certitude ne varie pas au sein des sous-groupes classés selon le sexe ou la modalité d'enseignement. En effet, les hommes augmentent entre chaque épreuve leur niveau de certitude de 0,17 (0,13 – 0,2) contre une augmentation de 0,15 (0,13 - 0,18) chez les femmes, sans écart significatif ($p = 0,64$) (Figure 18). Les étudiants en présentiel majorent leur niveau de certitude de 0,17 (0,11 – 0,22) entre chaque épreuve, en comparaison d'une majoration de 0,16 (0,13 – 0,18) en cas d'enseignement en distanciel, également sans différence significative ($p = 0,768$) (Figure 19). La seule interaction significative mise en évidence est ici liée aux compétences néphrologiques explorées. En effet, on observe une diminution entre des niveaux de confiance de $-0,07$ par épreuve ($-0,15 - 0,01$) pour les questions relatives à l'item Acidose Métabolique. Sur les questions relatives aux autres compétences néphrologiques, on observe à contrario une augmentation des niveaux de certitude entre chaque épreuve de 0,17 (0,15 – 0,2) (Figure 20). En dehors de l'item Acidose Métabolique, les niveaux de certitude semblent donc se majorer progressivement au cours de l'étude.

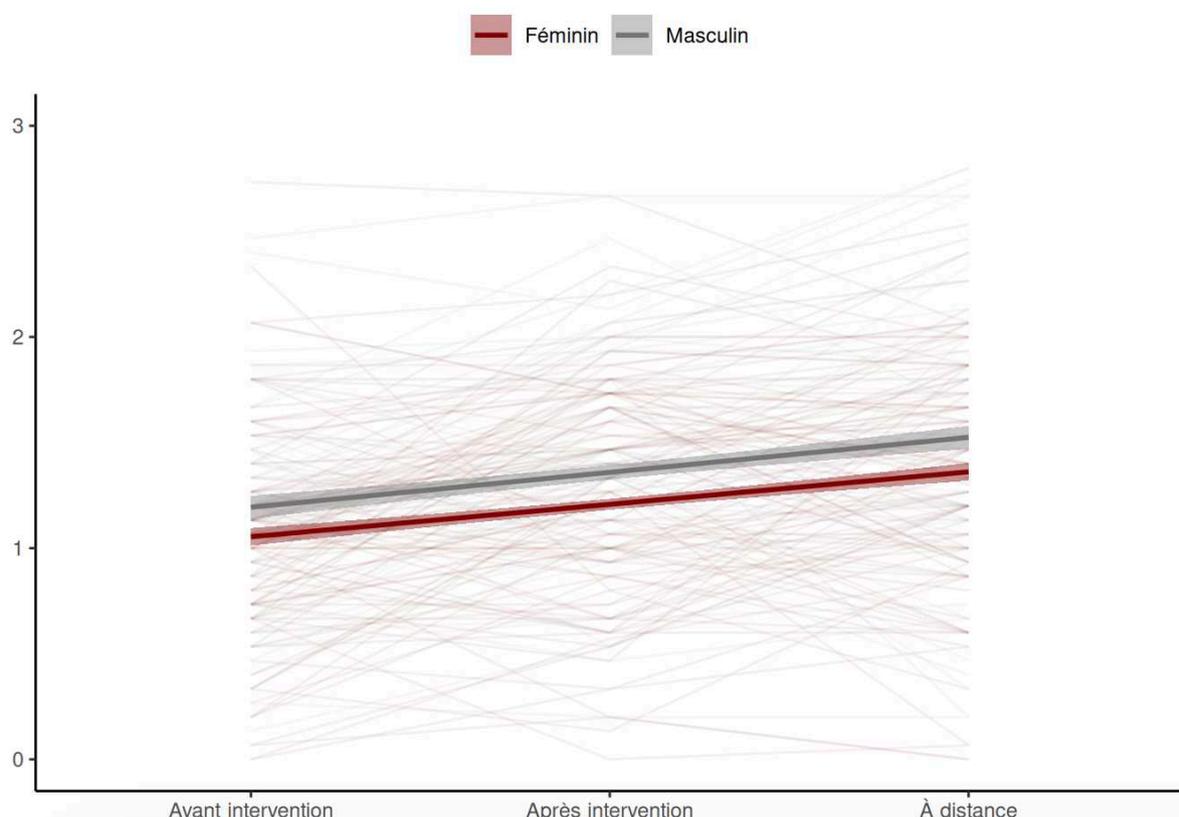


Figure 18 - Évolution des degrés de certitude en fonction du sexe

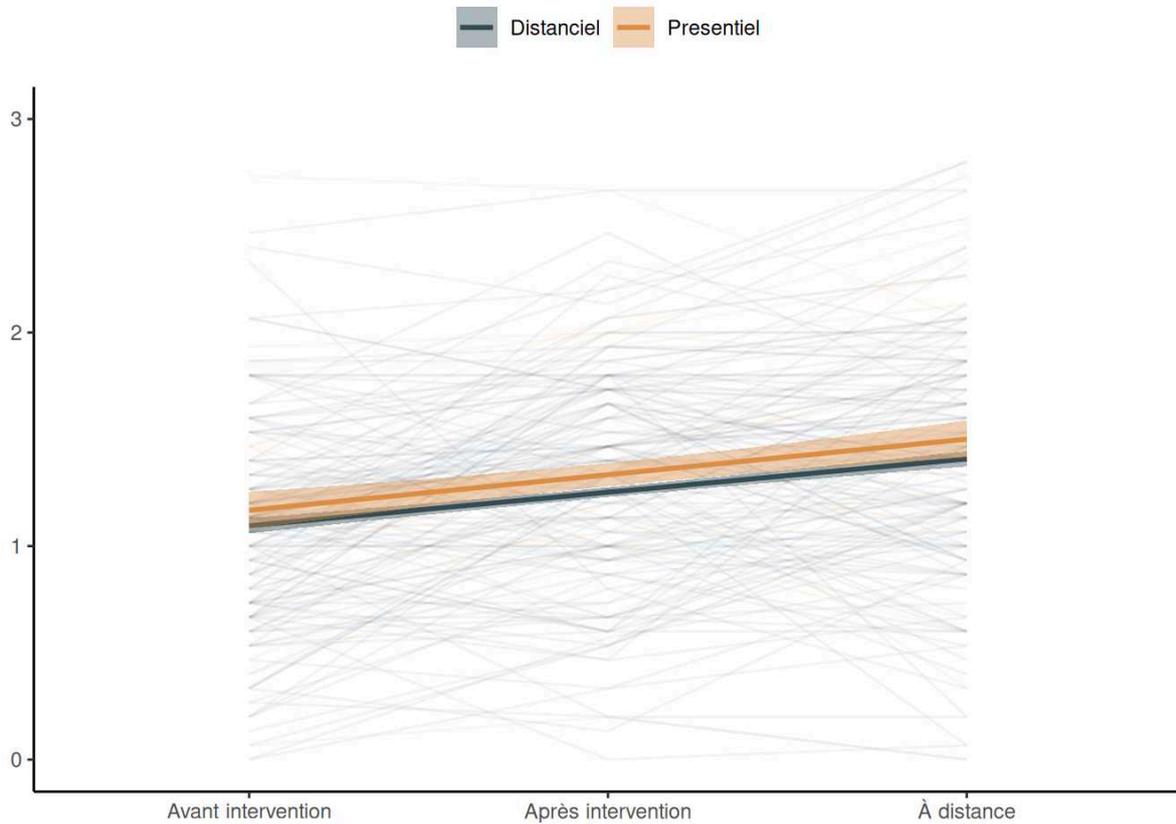


Figure 19 - Évolution des degrés de certitude en fonction de la modalité d'enseignement

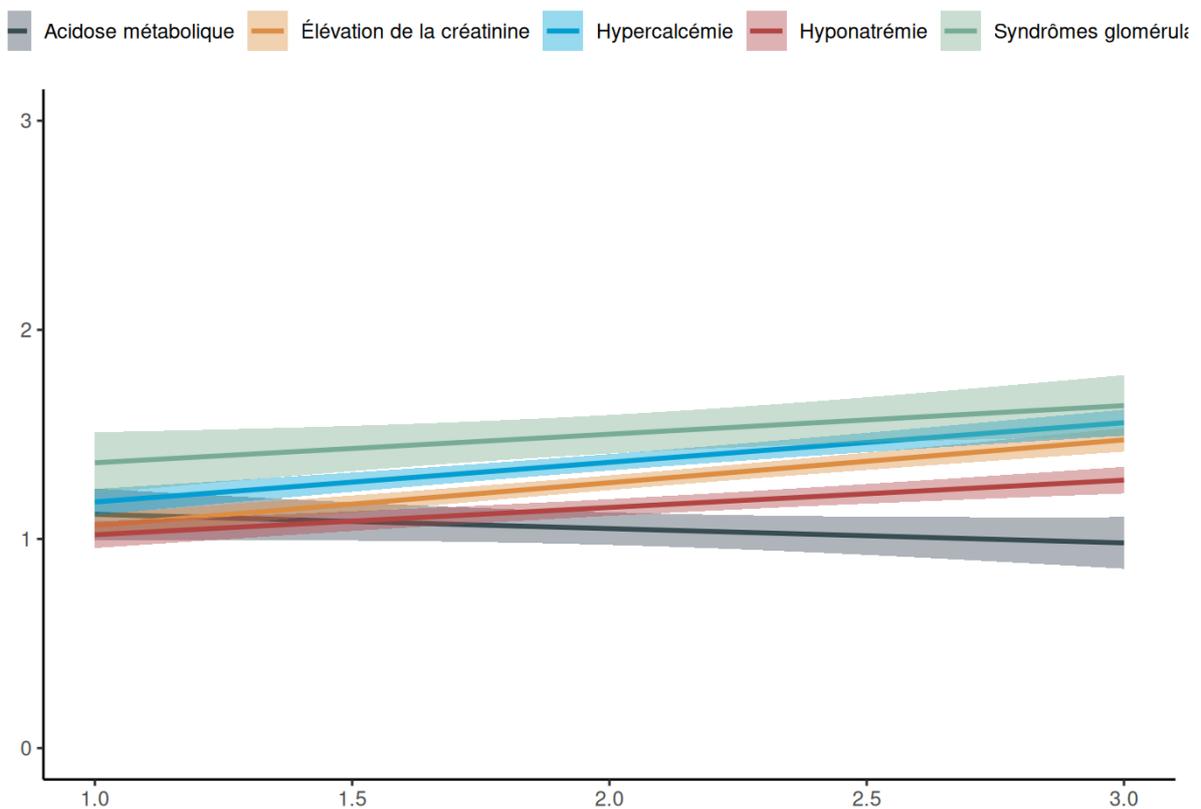


Figure 20 - Évolution des degrés de certitude en fonction de la compétence étudiée

F. Relation entre note obtenue et niveau de certitude :

On observe une corrélation croissante au fil des épreuves entre le degré de certitude exprimé par les étudiants et la note obtenue à la question en regard (Figure 21). Cette corrélation semble liée à l'acquisition progressive d'une meilleure capacité des étudiants à prédire leurs résultats. Celle-ci évolue de manière globalement similaire en fonction du sexe, de la modalité d'enseignement utilisée ou de la compétence néphrologique abordée, sans différence significative (Figures 22 à 24).

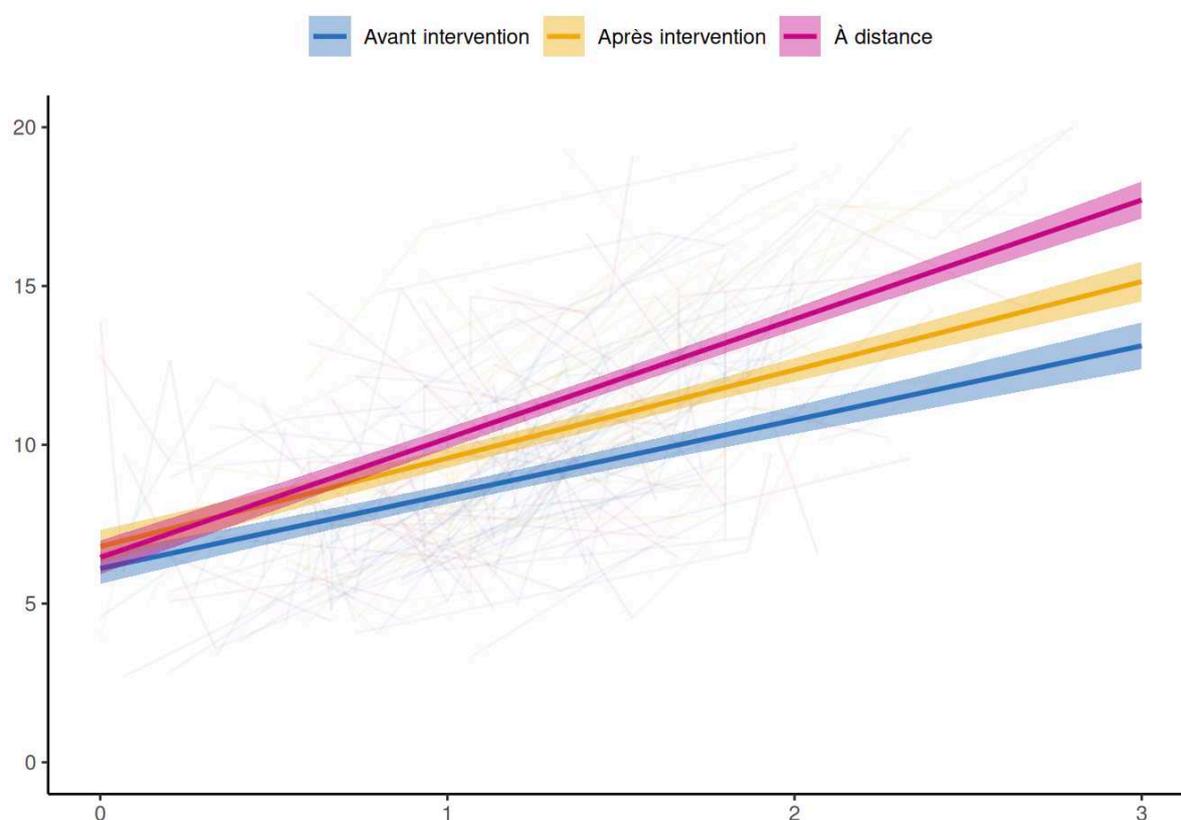


Figure 21 - Évaluation de la corrélation entre degré de certitude et notation

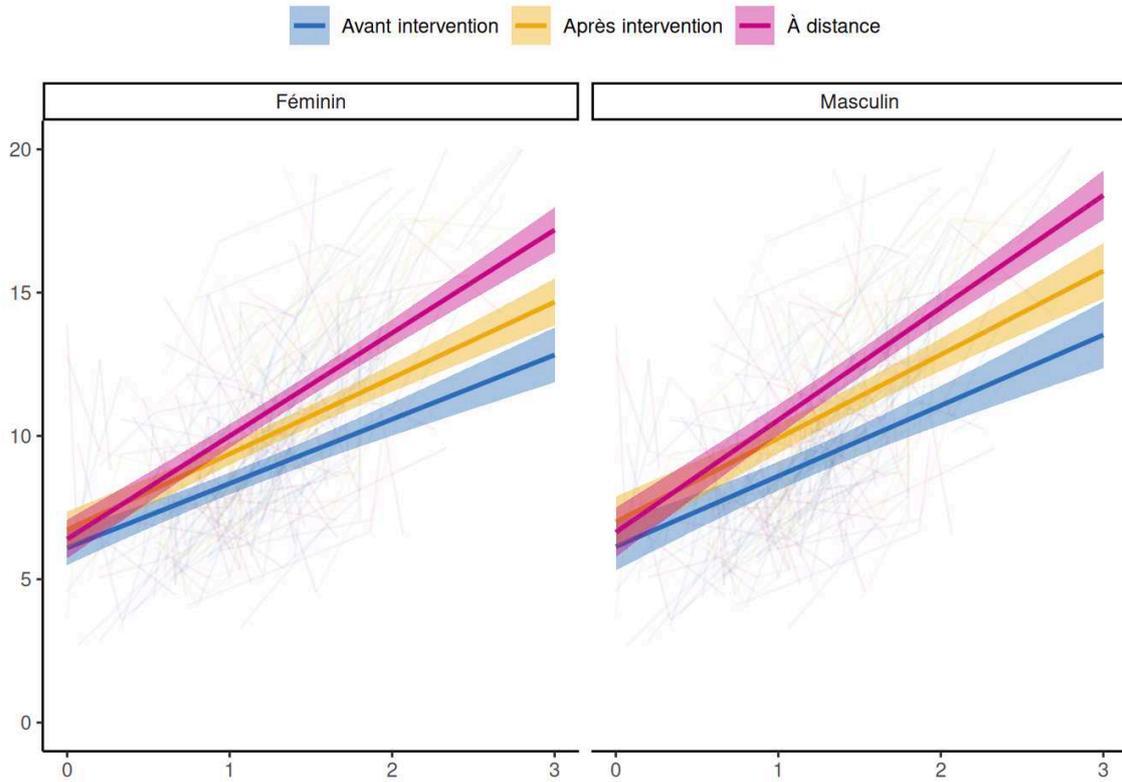


Figure 22 - Évaluation de l'évolution de l'interaction du sexe

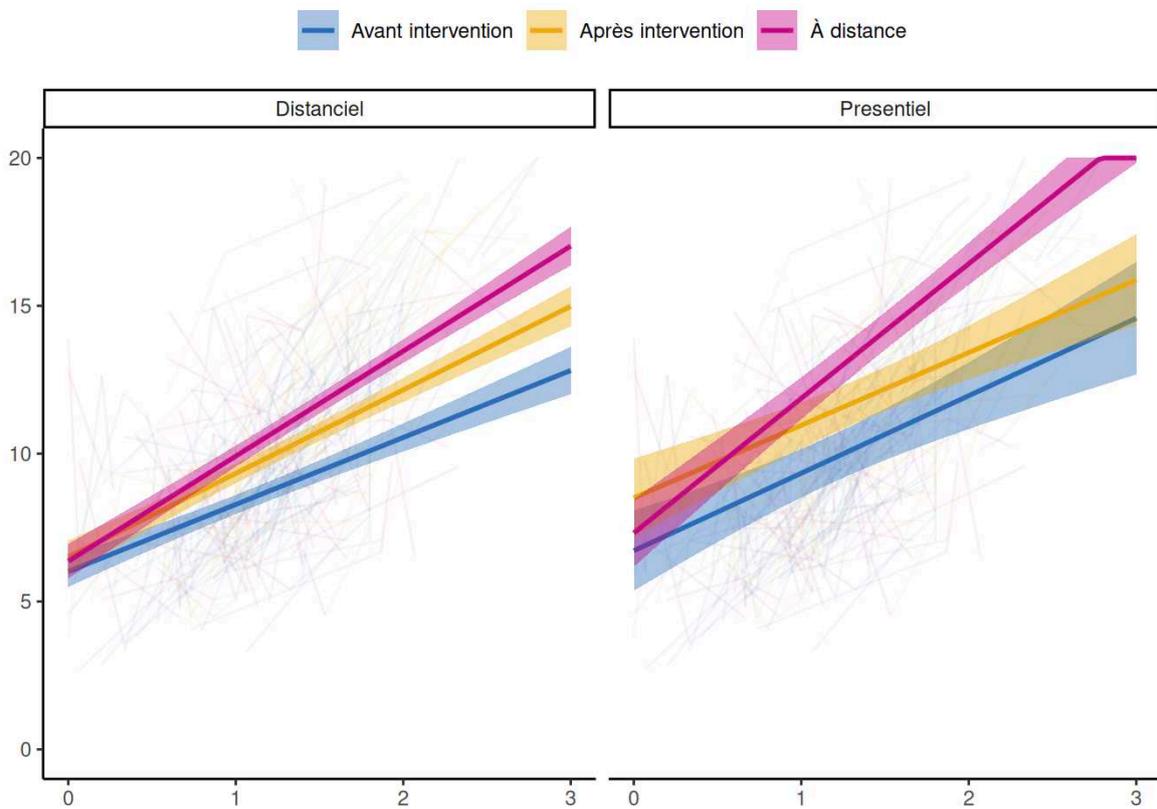
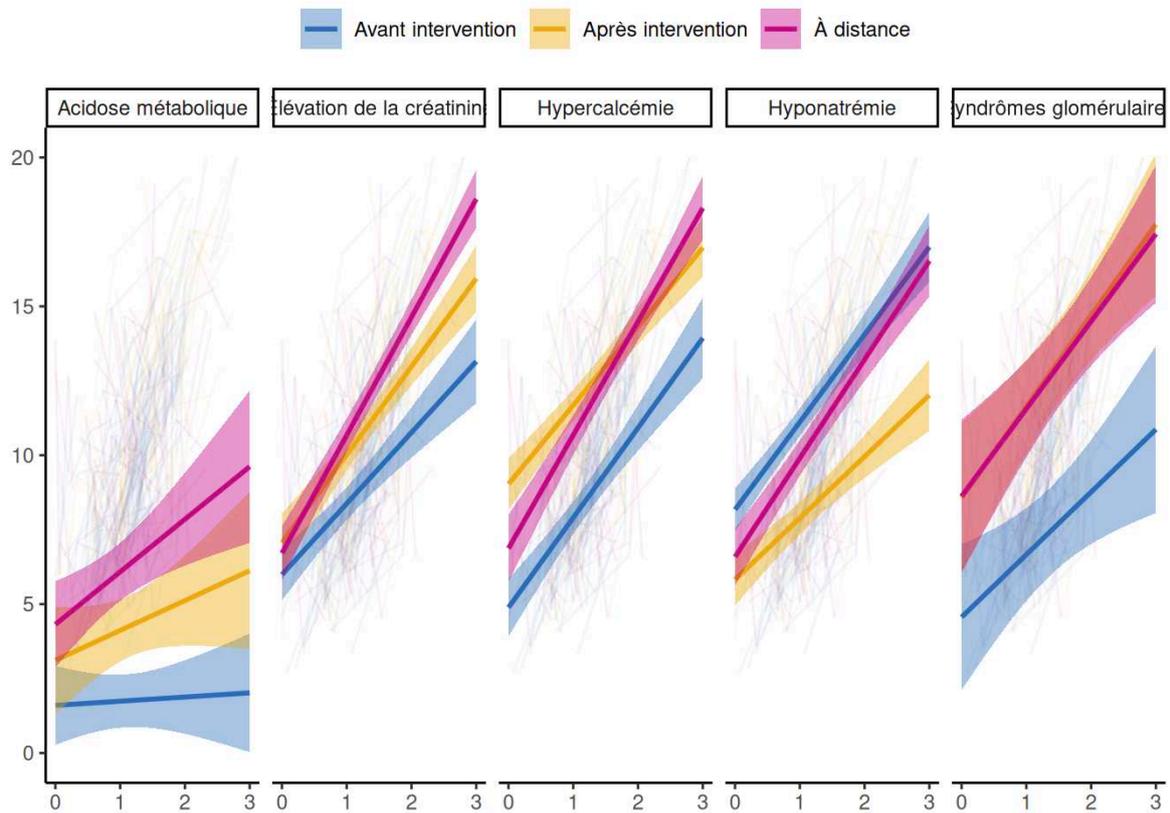


Figure 23 - Évaluation de l'interaction de la modalité d'enseignement



G. Engagement des étudiants dans le suivi des conférences :

Un étudiant était considéré absent en cas de manque de réponse sur la totalité des questions composant la conférence, ou de durée de composition incompatible avec la complétion de l'épreuve (quelques secondes par exemple).

Ce taux d'absence augmentait progressivement au cours du déroulement des séances pour atteindre environ 30% lors de la dernière session, quels que soient le groupe étudié ou la modalité d'enseignement utilisée, sans toutefois de différence significative selon l'application ou non des degrés de certitude (Figure 25).

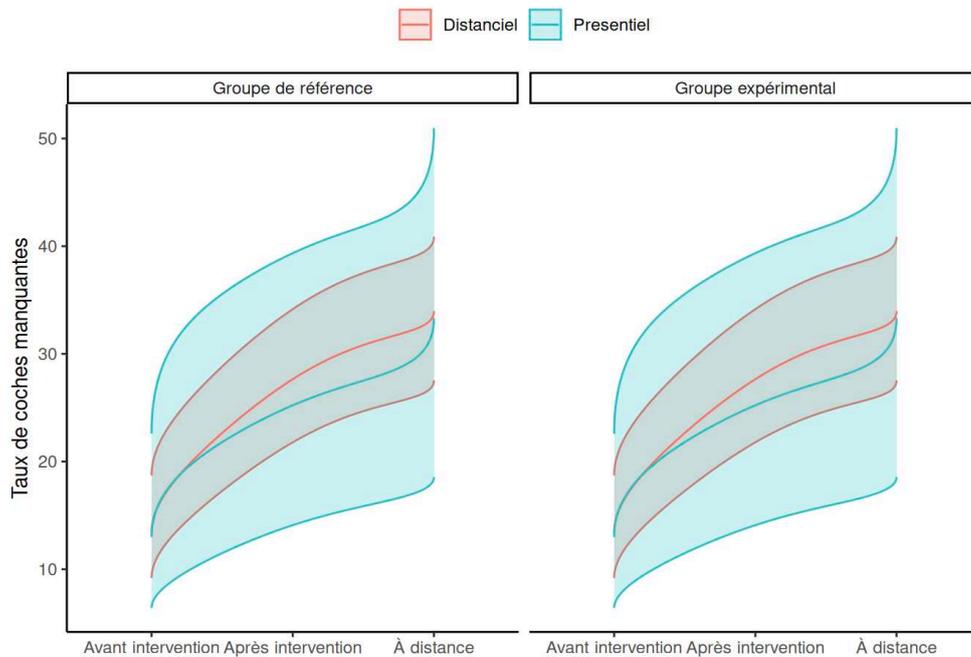


Figure 25 - Évolution du taux d'absence en fonction des conférences

H. Retour des étudiants :

L'ensemble des étudiants a répondu au premier sondage réalisé à l'initiation de l'étude concernant leur ressenti et a priori à propos de la Néphrologie (n = 535). Les qualificatifs ayant été le plus rapportés par les étudiants sont : « difficile » (22%), « complexe » (18%) « incertitude » (16%), « obscur » (14%), « intéressant » (13%) et « raisonnement » (12%) (Figure 26).



Figure 26 - Nuage des qualificatifs des étudiants concernant la Néphrologie

Concernant l'auto-évaluation proposée aux étudiants en fin d'étude, nous avons obtenu 89 réponses, soit un taux de participation de 16,6%.

Premièrement, ces résultats retrouvaient une nette amélioration du ressenti des étudiants concernant leur capacité à appliquer un raisonnement clinique en Néphrologie, avec une note moyenne et médiane de 3 points sur 10 avant les conférences, passant à 7 points sur 10 en post-intervention. La répartition détaillée des notes de cette évaluation est décrite dans les Figures 27 et 28.

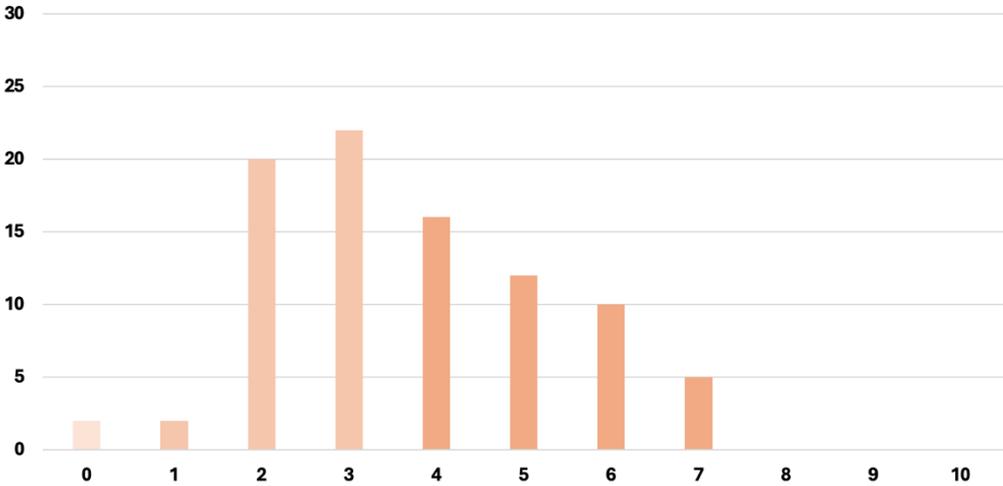


Figure 27 - Auto-évaluation des étudiants sur la qualité de leur raisonnement clinique en Néphrologie avant réalisation des conférences

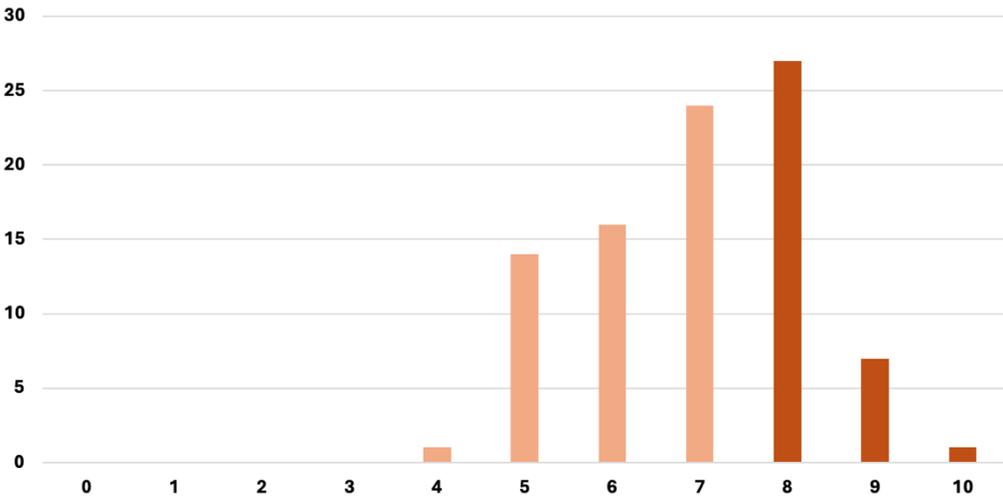


Figure 28 - Auto-évaluation des étudiants sur la qualité de leur raisonnement clinique en Néphrologie après réalisation des conférences

Deuxièmement, les retours des apprenants concernant les méthodes pédagogiques utilisées dans cette étude sont majoritairement favorables. En effet, les étudiants sondés rapportent un vif intérêt pour l'utilisation des CC dans l'apprentissage de la Néphrologie, avec près de la moitié d'entre eux (47,2%) considérant cette méthode avec un intérêt maximal (10/10) (Figure 29) Le retour sur l'utilisation des degrés de certitude chez les étudiants ayant été exposés à cette méthode (soit ici 40 étudiants répondants), montre une reconnaissance également favorable de l'intérêt de celle-ci pour l'apprentissage de la Néphrologie et le développement du raisonnement clinique, avec une évaluation moyenne à 6,67 point sur 10 (Figure 30).

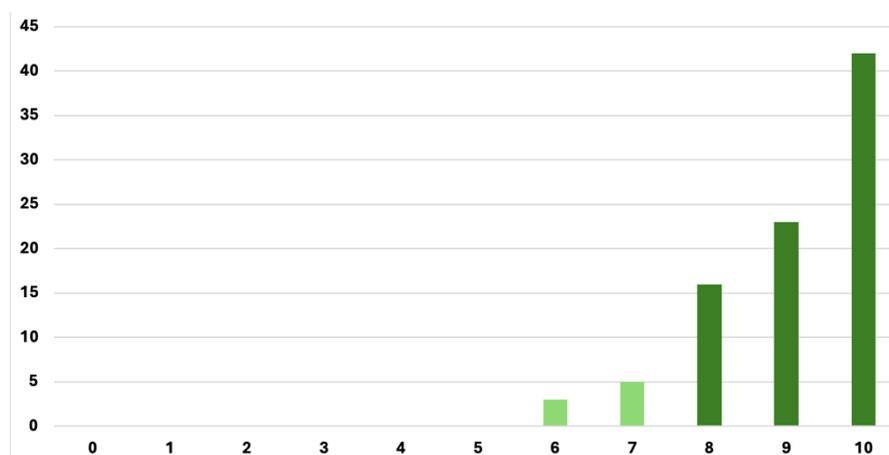


Figure 29 - Évaluation des étudiants sur la pertinence d'utilisation des cartes conceptuelles pour l'apprentissage de la Néphrologie

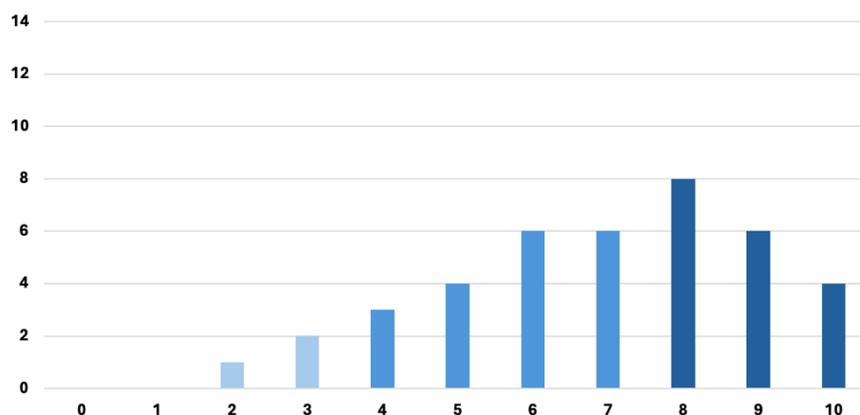


Figure 30 - Évaluation des étudiants sur la pertinence de l'utilisation de l'évaluation des degrés de certitude pour l'apprentissage de la Néphrologie

Enfin, nous avons sollicité l'appréciation qualitative des étudiants concernant leur ressenti à propos de l'utilisation des CC comme une aide à l'apprentissage des connaissances néphrologiques, et le développement du raisonnement clinique appliqué à cette spécialité. Comme l'évaluation initiale, nous avons regroupé les qualificatifs énoncés en un nuage de mots., représenté dans la Figure Y. Les qualificatifs les plus cités sont : « utile », « génial », « pédagogique », « simplification », « clarification », « indispensable » et « innovant ». (Figure 31)



Figure 31 - Nuage de qualificatifs des étudiants concernant l'intérêt des cartes conceptuelles centrées sur le raisonnement clinique pour l'enseignement de la Néphrologie

DISCUSSION

A. Conclusions générales et forces de l'étude :

Au travers de cette étude, nous avons donc pu mettre en évidence les avantages pédagogiques permis par l'utilisation des CC et des degrés de certitude. En effet, les CC semblent permettre une progression linéaire dans l'apprentissage des connaissances par les étudiants, avec un maintien de celles-ci à long terme. Cette progression semble être plus marquée chez les étudiants de sexe masculin et en cas de suivi d'un enseignement en présentiel. L'intégration de l'évaluation des degrés de certitude ne semble quant à elle pas être associée de manière significative à une meilleure progression des notes des étudiants, hormis un effet légèrement supérieur en cas d'enseignement en distanciel. Toutefois, les étudiants exposés à cette méthode de façon itérative renforcent le niveau de confiance porté dans leurs connaissances, tout en optimisant la calibration de cette certitude vis-à-vis des réponses correctes.

Ce travail est précurseur car faisant partie des premiers s'intéressant à l'application spécifique de ces 2 outils pédagogiques pour l'apprentissage de la Néphrologie. Celui-ci permet donc, au travers de plusieurs forces, d'envisager des perspectives de modification de l'enseignement de cette spécialité à l'avenir. Tout d'abord, il s'agit d'une étude prospective, organisant une évaluation échelonnée sur une durée prolongée, tandis que la majorité des travaux réalisés mettaient en œuvre une évaluation à court terme (quelques jours notamment) au décours d'une intervention pédagogique (36,37,56,63,76). Ensuite, nous avons réalisé cette évaluation sur un large effectif d'étudiants, bien supérieur à la majorité des études pédagogiques réalisées dans la littérature (36,37,56,63,76). Notre étude était également réalisée sur un panel de connaissances néphrologiques jugées complexes par les étudiants contrairement aux travaux précédemment réalisés dans ce domaine n'évaluant qu'une

compétence isolée (77). Enfin, il s'agit de la première étude utilisant une allocation randomisée des degrés de certitude entre les groupes d'étudiants, ainsi que son intégration en combinaison à un enseignement basé sur des CC.

B. Progression des notes selon l'exposition aux cartes conceptuelles :

D'après les résultats de notre étude, les CC constituent un outil pédagogique intéressant pour favoriser l'acquisition des connaissances et le développement du raisonnement clinique des étudiants, avec une augmentation progressive de la moyenne obtenue à chaque épreuve. Ces résultats sont cohérents avec les résultats des autres études évaluant le développement des connaissances des étudiants exposés à cette méthode (37,57,63,76). L'interprétation de cet effet observé dans ces travaux et dans notre étude peut cependant être délicate en raison de l'absence de groupe contrôle. Toutefois, une étude récemment réalisée en 2024 par *Sorte et al.* a comparé la progression des notes d'étudiants exposés à un cours de physiologie rénale basé sur les CC à des étudiants suivant uniquement un cours magistral assorti d'une session de question-réponses interactives avec l'enseignant. Leur recherche concluait à une progression globale de l'ensemble des étudiants, avec une progression significativement plus importante pour les étudiants ayant été exposés aux CC (37).

L'apprentissage basé sur les CC a également permis le maintien des connaissances apprises à long terme (6 mois post-intervention dans notre étude) avec une progression ou une stabilisation des moyennes globales. Peu d'études se sont précédemment intéressées à une évaluation réalisée tardivement dans les suites de l'intervention pédagogique étudiée. Toutefois, *Novak et al.*, ont réalisé une étude sur 34 étudiants en médecine ayant assisté 1 an auparavant à un cours traitant de l'alcalose métabolique et basé sur l'élaboration de CC (36). Les connaissances résiduelles des étudiants étaient évaluées par la création d'une CC à distance de cet

enseignement. Leur recherche conclut à un niveau de raisonnement et de connaissances significativement plus élevé à distance chez les étudiants ayant bénéficié de l'enseignement basé sur les CC, en comparaison de ceux n'ayant abordé l'alcalose métabolique que par des méthodes pédagogiques classiques (36). Cette progression était retrouvée indépendamment des niveaux de connaissance et de raisonnement clinique de base constatés lors d'une 1^{ère} évaluation à court terme.

Cette amélioration linéaire et persistante à long terme de l'apprentissage de connaissances et du raisonnement clinique semble être permise par les principes d'élaboration des CC. En effet, celles-ci créent une opportunité pour l'étudiant de représenter graphiquement l'état de ses connaissances et de les organiser autour de liens logiques en appliquant des étapes de raisonnement puis d'intégrer au sein de celles-ci des nouveaux acquis au fur et à mesure de leur compréhension (36,54,60). Grâce à l'acquisition de ce haut niveau de connaissances hiérarchisées, les futurs médecins développent ainsi de meilleures compétences diagnostiques (36,48,77,82). *Mc Laughlin et al.* ont en effet montré au cours de leurs travaux que les étudiants capables d'élaborer des CC plus complexes et donc un niveau de raisonnement plus abouti parvenaient davantage à un diagnostic exact dans les domaines de l'hyponatrémie, l'acidose métabolique, l'hyperkaliémie et l'alcalose métabolique (82).

Ainsi, cet apprentissage efficient assure l'applicabilité des notions acquises au sein d'une démarche de raisonnement clinique et permet l'utilisation des notions apprises au cours de la prise en charge de patients. Des études complémentaires assurant une allocation randomisée des CC entre les étudiants seront toutefois nécessaires afin d'évaluer la capacité propre de cet outil à assurer cette progression.

C. Interaction vis-à-vis du sexe et de la modalité d'enseignement :

La progression des notes des étudiants variait dans notre étude selon le sexe et la modalité d'enseignement utilisée.

La progression plus marquée chez les étudiants en présentiel ne peut être expliquée par une différence de niveau initial entre les participants, non retrouvée dans notre étude. Ces résultats peuvent sembler discordants avec les résultats récents retrouvés dans la littérature. En effet, plusieurs études ont cherché à évaluer l'apport des méthodes d'enseignement dématérialisées (distanciel) en comparaison aux enseignements en présentiel au décours de la pandémie Covid-19 (83–85). Une méta-analyse réalisée sur 16 études en 2019 par *Pei, Wu et al.* conclut notamment à une efficacité au moins comparable des enseignements en distanciel, avec un niveau de satisfaction global des étudiants plus important (84). Ces études s'intéressaient toutefois à des enseignements abordant des notions théoriques par des moyens pédagogiques classiques et aucune étude n'utilisait des CC. Cette discordance vis-à-vis des résultats de notre étude pourrait donc être expliquée par des différences dans la participation active des étudiants, nécessaire à l'élaboration efficace des CC. En effet, dans une étude réalisée en 2023 par *Zhang et al.*, les 2100 étudiants interrogés considéraient que l'enseignement en présentiel permettait de créer une atmosphère propice au travail (97%), à l'interaction (60%) et donnait la possibilité au professeur d'identifier la bonne compréhension des étudiants (89%) et donc d'adapter en temps réel son enseignement (87%) (85). Ces avantages permis par la mise en place d'un enseignement en présentiel pourraient donc optimiser l'élaboration interactive des CC et ainsi favoriser la transmission des connaissances par cet outil pédagogique.

Nous avons également retrouvé dans notre étude une progression plus importante des étudiants de sexe masculin au décours d'un enseignement utilisant les CC. Cette différence entre les sexes sur les compétences de raisonnement clinique est largement débattue au sein de différentes études dans la littérature. *Groves et al.* ont mis en évidence en 2003 une meilleure capacité des femmes à identifier des éléments pertinents cliniquement et à générer des hypothèses face à une problématique diagnostique (86). *Hege et al.* ont également mis en évidence chez les étudiantes de sexe féminin un raisonnement clinique plus approfondi avec la création de CC plus complexes et élaborées (87). Cependant, la construction avancée de ce raisonnement clinique n'aboutissait pas à de meilleures compétences diagnostiques, avec de meilleurs scores finaux retrouvés chez les étudiants de sexe masculin comme dans notre étude (87). D'autres travaux réalisés précédemment ne trouvaient aucune différence significative entre les sexes dans l'apprentissage et l'application du raisonnement clinique (88,89). Ces études attribuent ces faibles différences non significatives à des facteurs socio-culturels, intellectuels ou académiques individuels. Des recherches supplémentaires seront donc nécessaires afin d'explorer l'impact différentiel des CC selon le sexe des étudiants en médecine.

D. Progression des notes selon l'exposition aux degrés de certitude :

Notre étude ne retrouve pas d'effet significatif de l'exposition des étudiants aux degrés de certitude sur la progression globale de leurs notes. Les études précédemment réalisées sur le sujet parvenaient également à ce constat (73,74). Par exemple, *Hendriks et al.* ne trouvaient dans leur étude aucune différence significative dans les résultats finaux de 389 étudiants en médecine précédemment exposés en cross-over aux degrés de certitude, en comparaison des questions portant sur des notions abordées au cours d'autres enseignements traditionnels.

Dans l'ensemble de ces travaux et contrairement à notre étude, l'exposition à cette évaluation des degrés de certitude n'était toutefois pas randomisée entre les groupes pouvant donc rendre délicate l'interprétation des résultats exposés par ceux-ci.

Notre travail met toutefois en évidence une tendance non significative vers une amélioration progressive des notes, devenant notamment significative chez les étudiants suivant l'enseignement en distanciel. Aucune étude dans la littérature ne rapportait d'utilisation de cette méthode pédagogique par voie dématérialisée et nous n'avons donc pas de point de comparaison disponible. Toutefois, cette différence pourrait s'expliquer par un manque de puissance de notre étude, avec un effectif d'étudiants en présentiel plus faible. D'autres études conservant une allocation randomisée mais avec de plus grands effectifs au sein des 2 groupes seront donc nécessaires afin d'explorer cette hypothèse.

E. Progression du niveau de certitude :

Les étudiants exposés dans notre étude à cet outil pédagogique amélioraient progressivement le niveau de certitude global de leurs réponses, avec une meilleure corrélation de celui-ci avec les résultats obtenus pour chacune des questions. Ainsi, ceux-ci parvenaient à améliorer la qualité des connaissances apprises (car retenues de façon plus certaine) mais aussi leur capacité à prédire la qualité de leurs réponses, sans que ces améliorations mènent toutefois à une augmentation significative de leurs résultats. Ces constatations ont également été retrouvées dans d'autres travaux évaluant l'intégration des degrés de certitude dans l'apprentissage de futurs médecins (69), pharmaciens (70) ou à visée d'éducation thérapeutique pour les patients (90). Les différentes populations étudiées présentaient alors une augmentation globale de leur niveau moyen de certitude et du taux de réponses correctes associés à ces hauts niveaux de confiance au décours d'interventions pédagogiques itératives.

En plus d'une majoration progressive des certitudes envers leurs connaissances, les étudiants semblent donc atteindre un état de lucidité vis-à-vis de leurs acquis, mais aussi de leurs lacunes.

F. Évaluation globale des degrés de certitude :

Cette capacité des degrés de certitude à renforcer la confiance des étudiants dans leurs acquis, sans impact significatif sur leurs résultats peut sembler discordante. Ce constat est toutefois cohérent avec la théorie de « content specificity » élaborée par *Eka* en 1998 (91) et exprimée à plusieurs reprises en sciences de l'éducation. En effet, la réussite d'un étudiant à un premier cas clinique donné ne prédit en aucun cas sa réussite à un second, même en cas d'apprentissage préalable des connaissances nécessaires à son analyse et à son accomplissement. Cette discordance est liée à la qualité et au niveau de certitude et de compréhension de la connaissance apprise. En effet, la maîtrise d'une connaissance, caractérisée par une acquisition efficace et un haut niveau de certitude en celle-ci (67), peut alors permettre son application flexible au sein de raisonnements et situations cliniques variés. Un étudiant ne possédant qu'une connaissance partielle et incertaine d'une notion donnée sera donc capable de la réciter isolément, mais fera face à un échec et à ses propres limites en cas de problématique nécessitant un raisonnement clinique ou diagnostique.

Ainsi, l'évaluation des degrés de certitude ne semble pas aboutir directement à une amélioration de l'apprentissage quantitatif des connaissances (reflété par la notation) mais plutôt à une optimisation de la qualité des connaissances acquises. Cette dernière semble notamment pouvoir exister en cas de délivrance d'un feedback aux étudiants au décours d'une évaluation, leur permettant donc de mieux cibler leurs lacunes et donc leur apprentissage (70,73,75,78).

Les avantages apportés par cet outil semblent être maximaux en cas d'exposition itérative et précoce des étudiants au cours du cursus médical afin de favoriser leur apprentissage par le phénomène de répétition (92), notamment lors de périodes de révisions, plutôt qu'au cours d'examens validants basés sur une notation (93). En repositionnant l'étudiant au cœur de sa formation personnelle et de ses acquis, l'intégration de l'évaluation des degrés de certitude vise donc à améliorer le développement de ses compétences et leur application au cours de sa pratique future où des connaissances certaines et maîtrisées seront nécessaires.

Plusieurs études ont ainsi cherché à évaluer les degrés de certitude comme un outil permettant de refléter la capacité des étudiants à appliquer leurs connaissances en situation clinique, en particulier en situation d'urgence (69,70). *Houzé-Cerfon et al.* ont en effet intégré cet outil au sein d'évaluations formatives d'interprétation de l'ECG destinées à 29 internes en DES de Médecine d'Urgence (69). Selon le résultat obtenu et le degré de certitude placé dans la réponse correspondante, leurs connaissances étaient classées en « exploitables », « dangereuses » ou « incertaines ». Les auteurs observaient notamment dans les suites d'un cours dédié à l'ECG une augmentation de la proportion de connaissances exploitables, associées à une meilleure certitude des étudiants vis-à-vis de celles-ci. Il était également identifié dans cette étude une augmentation du taux de réponses dangereuses, ayant pu mener à une session de rappel dédiée à ces notions. Ce constat rappelle la nécessité de fournir un feedback de cette évaluation aux étudiants, permettant ainsi une progression quelle que soit leur avancée dans le cursus médical.

En conclusion, l'évaluation des degrés de certitude ne semble donc pas constituer un outil permettant une meilleure accumulation quantitative des connaissances et donc de meilleurs résultats aux épreuves facultaires.

Cette évaluation pourrait cependant constituer un outil de choix afin d'optimiser l'apprentissage des étudiants en leur permettant d'identifier leurs acquis et lacunes et pourrait également être utilisée comme un outil d'évaluation de l'applicabilité des notions apprises à la pratique clinique et à la prise en charge de patients.

G. Retour des étudiants :

Les qualificatifs et a priori sur la Néphrologie rapportés par les étudiants de notre étude sont majoritairement négatifs, et mettent notamment en avant la complexité de cette spécialité et le sentiment d'incompréhension des notions abordées. Ce recueil confirme donc la tendance mise en évidence par de nombreuses études réalisées dans le monde (5,6,16,20,22,24), et en France par *Maisons et al* (15). Ce constat renforce donc encore davantage la nécessité de modification des modalités d'enseignement utilisées en Néphrologie, afin de modifier la perception des étudiants vis-à-vis de cette discipline.

L'utilisation des CC semble être appréciée par les étudiants de notre étude avec une large majorité de qualificatifs positifs, marquant un intérêt prononcé des participants pour cette méthode comme une aide au développement de leurs connaissances et à la compréhension de la Néphrologie. De nombreuses études se sont précédemment intéressées au ressenti des étudiants exposés à cette méthode, et retrouvaient également un bon niveau de satisfaction globale, rapporté entre 42% et 93,8% selon les travaux (37,48,76,94). En effet, les étudiants considèrent dans ces études que cet outil pourrait améliorer leur apprentissage en favorisant la compréhension des notions apprises, en forçant le rappel actif des connaissances précédemment acquises, en facilitant l'intégration de nouvelles notions, en créant des liens transversaux entre des sujets préalablement considérés comme distincts, facilitant ainsi la transition de la faculté vers la pratique professionnelle. (37,48,54–56,60)

Les étudiants soulignent cependant l'importance d'introduire précocement leur utilisation dans le cursus médical afin de permettre une habitude ainsi que l'importance d'un feedback permettant d'identifier leurs lacunes et de progresser dans leur apprentissage (37,55,56,60). Certaines études rapportaient toutefois des avis négatifs d'une minorité d'étudiants devant le caractère chronophage et stressant des CC ou la difficulté de construction de celles-ci en autonomie (37,55,95). Ces derniers aspects n'ont pas été rapportés dans notre étude car les CC étaient construites de façon interactive par l'enseignant en collaboration avec les étudiants, sans phase d'élaboration en autonomie ou au cours d'un examen facultaire.

Le retour des étudiants sur la pertinence de l'intégration des degrés de certitude est globalement favorable. Les précédents travaux évaluant cet outil retrouvaient de la même façon des avis recueillis auprès des étudiants majoritairement positifs, estimés entre 60 et 78% selon les études (72,96). En effet, les participants rapportaient notamment que l'intégration des degrés de certitude leur avait permis d'évaluer la qualité de leurs connaissances, d'identifier leurs lacunes, de mettre en évidence les réponses validées uniquement grâce au hasard, de favoriser leur réflexion sur un cas clinique, et donc d'optimiser leur apprentissage (70,72–74,96). Il semble nécessaire d'habituer précocement les étudiants à cette méthode afin d'optimiser son utilisation et ses avantages. En effet, *Schoendorfer et al.* décrivaient que 85% des étudiants de leur étude, naïfs de cette méthode, choisissaient les questions construites autour de QCM classiques lors de leur évaluation plutôt que des questions non pondérées basées sur les degrés de certitude (96). Ce constat positif est toutefois nuancé par une minorité d'étudiants considérant cette méthode comme chronophage, futile pour l'amélioration de leurs notes, voire inutile pour leur formation (74,96) .

Certaines études rapportent également l'inquiétude des sujets exposés vis-à-vis de la pondération de ces questions, pouvant favoriser des étudiants présentant un haut niveau de certitude dans l'ensemble de leurs connaissances (même fausses) ou au contraire léser les étudiants doutant fortement de leurs acquis (67,72). Cette supposition a cependant été infirmée par plusieurs travaux, grâce à l'utilisation d'un barème adapté permettant à la fois de valoriser la connaissance certaine, et décourager les réponses choisies au hasard (67,72). Cette inquiétude n'a pas été rapportée dans notre étude car les questions portant sur les degrés de certitude n'étaient pas pondérées, et ne pouvaient donc pas influencer la notation finale. D'autres études combinant une allocation randomisée des degrés de certitude à des questions pondérées pourraient être intéressantes afin d'évaluer l'apport de cette caractéristique à visée pédagogique.

H. Limites de l'étude :

Notre étude comporte certaines limites. Premièrement, la situation de rejet de la Néphrologie par les étudiants en médecine dans le monde rapportée ici repose en grande partie sur des études anglo-saxonnes. Or, les modalités du cursus médical, les contraintes d'accès aux différentes spécialités ou les conditions d'exercice de chacune d'entre elles restent distinctes de celles du système français, pouvant donc soulever la difficulté d'extrapolabilité de cette hypothèse. Cependant, même si cette perte d'intérêt de la Néphrologie ne s'exprime pas encore en France par des postes vacants au décours de l'EDN, il semble tout de même exister un tournant dans le ressenti des étudiants en médecine vis-à-vis de cette spécialité. Ces impressions ont notamment été rapportées dans l'étude de *Maisons et al.* (15) et sont cohérentes avec les a priori exprimés au cours de notre étude ou dans d'autres travaux. Ce constat ne semble cependant pas constituer une limite à l'extrapolation des résultats pédagogiques exprimés dans notre étude.

Deuxièmement et concernant la méthodologie, il s'agit d'une étude monocentrique, limitant donc l'extrapolabilité des données à l'ensemble des étudiants en médecine étudiant la Néphrologie. De plus, le taux d'absences constaté au cours des conférences (notamment en fin d'étude) a pu être à l'origine d'un biais de classement en lien avec les données manquantes. Ce taux reste toutefois modéré avec une proportion maximale d'absence de 30% lors de la dernière évaluation à M6, sans différence significative entre les 2 groupes randomisés. Il est important de noter que l'absence de randomisation des CC entre les groupes de conférences peut également limiter l'évaluation de cet outil vis-à-vis de méthodes traditionnelles. Cette absence de randomisation était cependant justifiée par des principes d'équité et de déontologie maintenus par la Faculté de Médecine de Lille. En effet, il était exigé par les organisateurs des conférences de délivrer un contenu pédagogique similaire à l'ensemble des groupes d'étudiants afin de ne pas créer de perte de chance dans la préparation de leur concours. Nous avons cependant pu réaliser une randomisation de l'exposition des étudiants aux degrés de certitude, ne modifiant pas le contenu pédagogique transmis au cours de la correction, permettant donc une évaluation optimale de cette méthode. La réalisation d'essais randomisés sur l'exposition aux CC sera toutefois nécessaire à l'avenir afin de permettre une analyse pertinente de cet outil dans l'apprentissage de la Néphrologie.

Enfin, l'évaluation du développement du raisonnement clinique reposait uniquement dans notre étude sur une variable quantitative isolée, représentée par le recueil d'une note moyenne obtenue à chaque conférence. Il est cependant reconnu qu'une appréciation exhaustive du raisonnement clinique doit être multimodale, c'est-à-dire basée sur un ensemble de modalités docimologiques variées (40). Plusieurs études évaluaient notamment cette compétence à la fois par l'accomplissement de dossiers cliniques basés sur le RC, mais aussi par l'élaboration d'une CC et la rédaction d'un rapport structuré d'une observation clinique (40,79).

Ces modalités n'ont toutefois pu être intégrées à notre étude en lien avec les contraintes de rédaction uniforme des conférences de la faculté de Lille. Nous avons toutefois compensé cet aspect en intégrant des questions aux modalités docimologiques variées et alternées d'une conférence à l'autre pour la même compétence étudiée.

CONCLUSION

Au travers de ces résultats, notre étude permet donc d'entrevoir des perspectives d'adaptation des méthodes d'enseignement de la Néphrologie auprès des étudiants en médecine. Il s'agit en effet d'un enjeu majeur car les difficultés de compréhension et d'apprentissage de cette spécialité (considérée comme complexe) semblent constituer la barrière principale au choix de celle-ci. Les méthodes actuelles, notamment les cours magistraux consistant en une délivrance verticale d'informations semblent désormais inadaptées, peu efficaces et non appréciées des étudiants. L'organisation même des cours de Néphrologie au sein des facultés de Médecine est également remise en question par les étudiants, avec des enseignements considérés comme isolés au sein de cours de sciences fondamentales (physiologie, histologie), en quantité insuffisante, traitant de notions abstraites perdant rapidement toute pertinence clinique.(5,6,20)

Ainsi, et dans les suites des recommandations des sociétés de Néphrologie (3,5,31), de nombreuses pistes de méthodes pédagogiques innovantes et favorisant le raisonnement clinique ont été explorées comme les CC, l'essai créatif, l'utilisation d'anagrammes ou de plateformes interactives (32,46,97–99). Ces différents outils mettent un point d'honneur sur le fait de replacer l'étudiant au centre d'un apprentissage actif, nécessaire à l'acquisition de meilleures connaissances et permettant l'obtention de meilleurs résultats que les méthodes d'enseignement antérieurement utilisées (100). Ces outils pédagogiques doivent ainsi permettre à l'étudiant d'optimiser son apprentissage en organisant ses connaissances, lui permettant dans l'avenir de les mobiliser facilement au sein d'un raisonnement clinique abouti permettant la prise en charge optimale de patients.

Les recommandations élaborées face à cette problématique concluent également à la nécessité d'inscrire cette transition pédagogique dans une mécanique d'innovation, devant s'adapter aux nombreuses révolutions technologiques de notre siècle (46,101). En effet, notre époque est marquée par un tournant dans l'utilisation des nouvelles technologies par la population générale, y compris par les étudiants en médecine. Dans une étude réalisée par *Larsen et al.* en 2023 sur 404 internes de Néphrologie, 74% des interrogés rapportent utiliser de nouveaux moyens digitalisés pour l'apprentissage de la médecine (= FOAMEd) pour se former en Néphrologie (102). Cette étude décrit notamment l'utilisation par les étudiants des réseaux sociaux comme Twitter (43%), l'écoute de podcasts (39%), la lecture de blogs (35%), les wikis, les blogs, ou les forums communautaires. 75% d'entre eux rapportent même préférer ces nouvelles modalités à des cours magistraux pour adapter leurs connaissances (102). Cet essor progressif de moyens pédagogiques dématérialisés s'est d'autant plus accéléré au décours de la pandémie Covid avec une augmentation nette de la demande par les étudiants de cours réalisés en distanciels, et de leur utilisation de moyens dématérialisés par rapport à 2016 (103). Ce constat de modification des usages des étudiants vers des moyens digitaux et novateurs semble toutefois en profond décalage avec les méthodes actuellement répandues dans les facultés de médecine dans le monde, où l'utilisation des FOAMed n'est pas ou peu adoptée, négligée dans plus de 70% des enseignements dans certaines études récentes (102).

Nous sommes donc à l'aube d'un bouleversement de la pédagogie médicale, où chaque spécialité doit envisager une modification des méthodes utilisées afin de permettre une transmission optimale de ses connaissances aux médecins de demain. Ce constat semble s'appliquer tout particulièrement à la Néphrologie, ressentie spécifiquement par les étudiants comme une spécialité complexe.

Dans une ère où cette transition pédagogique s'inscrit au travers d'une revalorisation des compétences et du raisonnement clinique plutôt que dans une accumulation de connaissances désorganisées, l'utilisation d'un enseignement basé sur les cartes CC et appuyé par l'intégration des degrés de certitude pourrait être privilégié. En effet, les CC constituent un outil majeur d'aide à l'apprentissage et à la consolidation de connaissances nouvellement acquises en amenant l'étudiant à construire des étapes de raisonnement clinique et à créer des liens logiques entre les différents concepts clés. Le feedback régulier sur la certitude associée à chacune des réponses apportées permet quant à lui d'aider l'étudiant à identifier ses lacunes, à faire progresser la qualité de ses connaissances et donc à les appliquer à sa pratique en tant que futur médecin.

RÉFÉRENCES

1. Black D. The story of nephrology. *J R Soc Med.* juill 1980;73(7):514-8.
2. Sozio SM, Pivert KA, Caskey FJ, Levin A. The state of the global nephrology workforce: a joint ASN-ERA-EDTA-ISN investigation. *Kidney Int.* nov 2021;100(5):995-1000.
3. Parker MG, Ibrahim T, Shaffer R, Rosner MH, Molitoris BA. The future nephrology workforce: will there be one? *Clin J Am Soc Nephrol CJASN.* juin 2011;6(6):1501-6.
4. Desai T, Ferris M, Christiano C, Fang X. Predicting the number of US medical graduates entering adult nephrology fellowships using search term analysis. *Am J Kidney Dis Off J Natl Kidney Found.* mars 2012;59(3):467-9.
5. Jhaveri KD, Sparks MA, Shah HH, Khan S, Chawla A, Desai T, et al. Why not nephrology? A survey of US internal medicine subspecialty fellows. *Am J Kidney Dis Off J Natl Kidney Found.* avr 2013;61(4):540-6.
6. Lane CA, Brown MA. Nephrology: a specialty in need of resuscitation? *Kidney Int.* sept 2009;76(6):594-6.
7. Sozio SM, Pivert KA, Shah HH, Chakkerla HA, Asmar AR, Varma MR, et al. Increasing Medical Student Interest in Nephrology. *Am J Nephrol.* 2019;50(1):4-10.
8. Kalloo SD, Mathew RO, Asif A. Is nephrology specialty at risk? *Kidney Int.* juill 2016;90(1):31-3.
9. Perrotta AM, Rotondi S, Amicone M, Cirella I, Siligato R, Fontana S, et al. Residents' satisfaction and suggestions to improve nephrology residency in Italy, and comparison with the organization in other European countries. *J Nephrol.* avr 2024;37(3):611-23.
10. Manns BJ, Mendelssohn DC, Taub KJ. The economics of end-stage renal disease care in Canada: incentives and impact on delivery of care. *Int J Health Care Finance Econ.* sept 2007;7(2-3):149-69.
11. Monson J. The changing face of renal medicine in the UK. *Clin Med Lond Engl.* 1 mai 2007;7:103-4.
12. Sharif MU, Elsayed ME, Stack AG. The global nephrology workforce: emerging threats and potential solutions! *Clin Kidney J.* févr 2016;9(1):11-22.
13. de Francisco ALM, Piñera C. Nephrology around Europe: organization models and management strategies: Spain. *J Nephrol.* 2011;24(4):438-45.
14. MedShake. Classements des spécialités au concours de l'ECN [Internet]. 2023. Disponible sur: <https://www.medshake.net/medecine/ECN/statistiques/>
15. Maisons V, Vinchon F, Frajerman A, Gouy E, Rolland F, Truong LN, et al. Breaking the stereotypes: how do medical professionals really view

- nephrologists? A cross-national survey among medical students, residents, and physicians. *J Nephrol.* janv 2024;37(1):241-4.
16. Daniels MN, Maynard S, Porter I, Kincaid H, Jain D, Aslam N. Career interest and perceptions of nephrology: A repeated cross-sectional survey of internal medicine residents. *PLoS One.* 2017;12(2):e0172167.
 17. Rosner H. Nephrology as a Career Choice: A Survey of Medical Students. *J Am Soc Nephrol.* 2009;
 18. Prasad C, Sanger S, Chanchlani R, Kirpalani A, Noone D. Engaging medical students and residents in nephrology education: an updated scoping review. *J Nephrol.* janv 2022;35(1):3-32.
 19. Roberts JK, Sparks MA, Lehrich RW. Medical student attitudes toward kidney physiology and nephrology: a qualitative study. *Ren Fail.* nov 2016;38(10):1683-93.
 20. Nakhoul GN, Mehdi A, Taliercio JJ, Brateanu A, Diwakar A, Daou R, et al. Residents' Perception of the Nephrology Specialty. *Kidney Int Rep.* janv 2020;5(1):94-9.
 21. Beckwith H, Kingsbury M, Horsburgh J. Why do people choose nephrology? Identifying positive motivators to aid recruitment and retention. *Clin Kidney J.* oct 2018;11(5):599-604.
 22. Nair D, Pivert KA, Baudy A, Thakar CV. Perceptions of nephrology among medical students and internal medicine residents: a national survey among institutions with nephrology exposure. *BMC Nephrol.* 29 avr 2019;20(1):146.
 23. Kohan DE. Training the next generation of nephrologists. *Clin J Am Soc Nephrol CJASN.* nov 2011;6(11):2564-6.
 24. Shah HH, Jhaveri KD, Sparks MA, Mattana J. Career choice selection and satisfaction among US adult nephrology fellows. *Clin J Am Soc Nephrol CJASN.* sept 2012;7(9):1513-20.
 25. Jhaveri KD, Shah HH, Mattana J. Enhancing interest in nephrology careers during medical residency. *Am J Kidney Dis Off J Natl Kidney Found.* sept 2012;60(3):350-3.
 26. Patel AB, Balzer MS. On becoming a nephrologist: medical students' ideas to enhance interest in a career in nephrology. *Am J Kidney Dis Off J Natl Kidney Found.* sept 2013;62(3):450-2.
 27. Burgner A, Ikizler TA. Increasing Interest in Nephrology: Focusing on the Medical Students. *Am J Nephrol.* 2019;50(1):1-3.
 28. Jiang MY, Song R, Chen R, Cho A, Bellou S, Zhuo M, et al. Addressing the nephrology workforce shortage via a novel undergraduate pipeline program: the Kidney Disease Screening and Awareness Program (KDSAP) at 10 years. *Kidney Int.* déc 2021;100(6):1174-8.
 29. Tonelli M, Wiebe N, Manns BJ, Klarenbach SW, James MT, Ravani P, et al. Comparison of the Complexity of Patients Seen by Different Medical

Subspecialists in a Universal Health Care System. *JAMA Netw Open*. 2 nov 2018;1(7):e184852.

30. Hull W, Jewell E, Shabir S, Borrows R. Nephrophobia: a retrospective study of medical students' attitudes towards nephrology education. *BMC Med Educ*. 9 sept 2022;22(1):667.
31. Hoenig MP, Shapiro E, Hladik GA. Lessons learned from the ASN Renal Educator Listserv and survey. *Clin J Am Soc Nephrol CJASN*. juin 2013;8(6):1054-60.
32. Calderon KR, Vij RS, Mattana J, Jhaveri KD. Innovative teaching tools in nephrology. *Kidney Int*. avr 2011;79(8):797-9.
33. Raff AC. Great nephrologists begin with great teachers: update on the nephrology curriculum. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 1 mars 2021;30(2):215-22.
34. Jhaveri KD, Perazella MA. Nephrologists as Educators: Clarifying Roles, Seizing Opportunities. *Clin J Am Soc Nephrol CJASN*. 7 janv 2016;11(1):176-89.
35. Bayefsky SD, Shah HH, Jhaveri KD. Nephrology education for medical students: a narrative review. *Ren Fail*. août 2016;38(7):1151-9.
36. Novak K, Mandin H, Wilcox E, McLaughlin K. Using a conceptual framework during learning attenuates the loss of expert-type knowledge structure. *BMC Med Educ*. 18 juill 2006;6:37.
37. Sorte SR, Sande S, Rathod SB, Vij VA, Gumashta J, Muthiyan G, et al. Concept mapping a potential pedagogical strategy to foster meaningful learning in physiology students. *J Educ Health Promot*. 2024;13:2.
38. Jhaveri KD, Wanchoo R, Maursetter L, Shah HH. The need for enhanced training in nephrology medical education research. *Am J Kidney Dis Off J Natl Kidney Found*. mai 2015;65(5):807-8.
39. Cohen Aubart F, Roux D. [Reform of the second cycle of medical studies in France: Risk or opportunity?]. *Rev Med Interne*. mars 2021;42(3):149-53.
40. Daniel M, Rencic J, Durning SJ, Holmboe E, Santen SA, Lang V, et al. Clinical Reasoning Assessment Methods: A Scoping Review and Practical Guidance. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. juin 2019;94(6):902-12.
41. Watson GR. What is . . . concept mapping? *Med Teach*. 1989;11(3-4):265-9.
42. Audétat MC, Laurin S, Dory V, Charlin B, Nendaz MR. Diagnosis and management of clinical reasoning difficulties: Part I. Clinical reasoning supervision and educational diagnosis. *Med Teach*. août 2017;39(8):792-6.
43. ACGME. Accreditation Council for Graduate Medical Education - Program Requirements [Internet]. 2017 [cité 27 août 2024]. Disponible sur: https://www.acgme.org/globalassets/PFAssets/ProgramRequirements/CPRs_2017-07-01.pdf
44. Royal College of Physicians and Surgeons of Canada. Better standards, better physicians, better care [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://www.royalcollege.ca/en/canmeds/canmeds-framework.html>

45. European Commission. Learning Outcomes/Competences for Undergraduate Medical Education in Europe [Internet]. 2017. Disponible sur: https://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/MEDINE_Learning-Outcomes.pdf
46. Jhaveri KD, Sparks MA, Shah HH. Novel educational approaches to enhance learning and interest in nephrology. *Adv Chronic Kidney Dis.* juill 2013;20(4):336-46.
47. Daley BJ, Torre DM. Concept maps in medical education: an analytical literature review. *Med Educ.* mai 2010;44(5):440-8.
48. McLaughlin K, Mandin H. Using « concept sorting » to study learning processes and outcomes. *Acad Med J Assoc Am Med Coll.* août 2002;77(8):831-6.
49. Régnard D. Apports pédagogiques de l'utilisation de la carte heuristique en classe. *É Études Linguist Appliquée.* 2010;158(2):215-22.
50. Demeester A, Vanpee D, Marchand C, Eymard C. Formation au raisonnement clinique : perspectives d'utilisation des cartes conceptuelles. *Pédagogie Médicale.* 1 mai 2010;11(2):81-95.
51. Novak JD, Gowin DB. *Learning How to Learn* [Internet]. Cambridge: Cambridge University Press; 1984 [cité 26 août 2024]. Disponible sur: <https://www.cambridge.org/core/books/learning-how-to-learn/D4E082D454735D8CC7FEDADFA25A3B99>
52. Edwards S, Cooper N. Mind mapping as a teaching resource. *Clin Teach.* déc 2010;7(4):236-9.
53. Ausubel DP. *The psychology of meaningful verbal learning.* Oxford, England: Grune & Stratton; 1963. xiv, 255 p. (The psychology of meaningful verbal learning).
54. King M, Shell R. Teaching and evaluating critical thinking with concept maps. *Nurse Educ.* 2002;27(5):214-6.
55. Farrand P, Hussain F, Hennessy E. The efficacy of the « mind map » study technique. *Med Educ.* mai 2002;36(5):426-31.
56. Torre DM, Daley B, Stark-Schweitzer T, Siddartha S, Petkova J, Ziebert M. A qualitative evaluation of medical student learning with concept maps. *Med Teach.* nov 2007;29(9):949-55.
57. Fonseca M, Marvão P, Oliveira B, Heleno B, Carreiro-Martins P, Neuparth N, et al. The effectiveness of concept mapping as a tool for developing critical thinking in undergraduate medical education - a BEME systematic review: BEME Guide No. 81. *Med Teach.* 19 nov 2023;1-14.
58. Charlin B, Lubarsky S, Millette B, Crevier F, Audétat MC, Charbonneau A, et al. Clinical reasoning processes: unravelling complexity through graphical representation. *Med Educ.* mai 2012;46(5):454-63.
59. Tee T, Azman MNA, Mohamed S. *Buzan Mind Mapping: An Efficient Technique for Note-Taking.* 1 janv 2014;

60. Torre DM, Durning SJ, Daley BJ. Twelve tips for teaching with concept maps in medical education. *Med Teach*. 2013;35(3):201-8.
61. West DC, Pomeroy JR, Park JK, Gerstenberger EA, Sandoval J. Critical thinking in graduate medical education: A role for concept mapping assessment? *JAMA*. 6 sept 2000;284(9):1105-10.
62. Broeck FD, Hausman M. Le potentiel des cartes mentales pour évaluer en temps de pandémie. *E-JIREF*. 2020;85-96.
63. Ho V, Kumar RK, Velan G. Online testable concept maps: benefits for learning about the pathogenesis of disease. *Med Educ*. juill 2014;48(7):687-97.
64. Coombs CH, Milholland JE, Womer FB. The assessment of partial knowledge. *Educ Psychol Meas*. 1956;16:13-37.
65. Hevner K. A method of correcting for guessing in true-false tests and empirical evidence in support of it. *J Soc Psychol*. 1932;3:359-62.
66. Soderquist HO. A New Method of Weighting Scores in a True-False Test. *J Educ Res*. 1936;30(4):290-2.
67. Gardner-Medwin AR. Confidence-Based Marking - towards deeper learning and better exams.
68. Gardner-Medwin. Optimisation of certainty-based assessment scores. *Physiol Soc*. 2013;
69. Houzé-Cerfon CH, Lauque D, Charpentier S. Intégration du degré de certitude dans l'évaluation des connaissances des étudiants en médecine d'urgence. *Ann Fr Médecine Urgence*. 1 déc 2016;6(6):389-94.
70. Luetsch K, Burrows J. Certainty rating in pre-and post-tests of study modules in an online clinical pharmacy course - A pilot study to evaluate teaching and learning. *BMC Med Educ*. 14 oct 2016;16(1):267.
71. Adams NE. Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives. *J Med Libr Assoc JMLA*. juill 2015;103(3):152-3.
72. Smrkolj Š, Bančov E, Smrkolj V. The Reliability and Medical Students' Appreciation of Certainty-Based Marking. *Int J Environ Res Public Health*. 2 févr 2022;19(3):1706.
73. Agrawal S, Norman GR, Eva KW. Influences on medical students' self-regulated learning after test completion. *Med Educ*. mars 2012;46(3):326-35.
74. Hendriks WJAJ, Bakker N, Pluk H, de Brouwer A, Wieringa B, Cambi A, et al. Certainty-based marking in a formative assessment improves student course appreciation but not summative examination scores. *BMC Med Educ*. 31 mai 2019;19(1):178.
75. Ende J. Feedback in clinical medical education. *JAMA*. 12 août 1983;250(6):777-81.
76. Baliga SS, Walvekar PR, Mahantshetti GJ. Concept map as a teaching and learning tool for medical students. *J Educ Health Promot*. 2021;10:35.

77. McLaughlin K, Coderre S, Mortis G, Fick G, Mandin H. Can concept sorting provide a reliable, valid and sensitive measure of medical knowledge structure? *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* août 2007;12(3):265-78.
78. Barr DA, Burke JR. Using confidence-based marking in a laboratory setting: A tool for student self-assessment and learning. *J Chiropr Educ.* 2013;27(1):21-6.
79. Hamroun A. Utilisation de la carte conceptuelle comme outil d'enseignement du raisonnement clinique en Néphrologie. [Lille]: Lille;
80. Leclercq D. La connaissance partielle chez le patient : pourquoi et comment la mesurer. <http://dx.doi.org/101051/tpe/2009017>. 1 janv 2010;1.
81. Woods NN, Brooks LR, Norman GR. The value of basic science in clinical diagnosis: creating coherence among signs and symptoms. *Med Educ.* janv 2005;39(1):107-12.
82. McLaughlin K, Coderre S, Mortis G, Mandin H. Deep knowledge structure is associated with increased odds of diagnostic success in novices. *Educacion Medica.* 2004;7(203).
83. 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):1181-96.
84. Pei L, Wu H. Does online learning work better than offline learning in undergraduate medical education? A systematic review and meta-analysis. *Med Educ Online.* 1 janv 2019;24(1):1666538.
85. Zhang Y, Liu J, Liang J, Lang J, Zhang L, Tang M, et al. Online education isn't the best choice: evidence-based medical education in the post-epidemic era—a cross-sectional study. *BMC Med Educ.* 10 oct 2023;23:744.
86. Groves M, O'rourke P, Alexander H. The association between student characteristics and the development of clinical reasoning in a graduate-entry, PBL medical programme. *Med Teach.* nov 2003;25(6):626-31.
87. Hege I, Hiedl M, Huth KC, Kiesewetter J. Differences in clinical reasoning between female and male medical students. *Diagn Berl Ger.* 1 mai 2023;10(2):100-4.
88. Sobral DT. Diagnostic ability of medical students in relation to their learning characteristics and preclinical background. *Med Educ.* juill 1995;29(4):278-82.
89. Groves MA, Gordon J, Ryan G. Entry tests for graduate medical programs: is it time to re-think? *Med J Aust.* 5 févr 2007;186(3):120-3.
90. Bruttomesso D, Gagnayre R, Leclercq D, Crazzolaro D, Busata E, d'Ivernois JF, et al. The use of degrees of certainty to evaluate knowledge. *Patient Educ Couns.* sept 2003;51(1):29-37.
91. Eva KW, Neville AJ, Norman GR. Exploring the etiology of content specificity: factors influencing analogic transfer and problem solving. *Acad Med J Assoc Am Med Coll.* oct 1998;73(10 Suppl):S1-5.

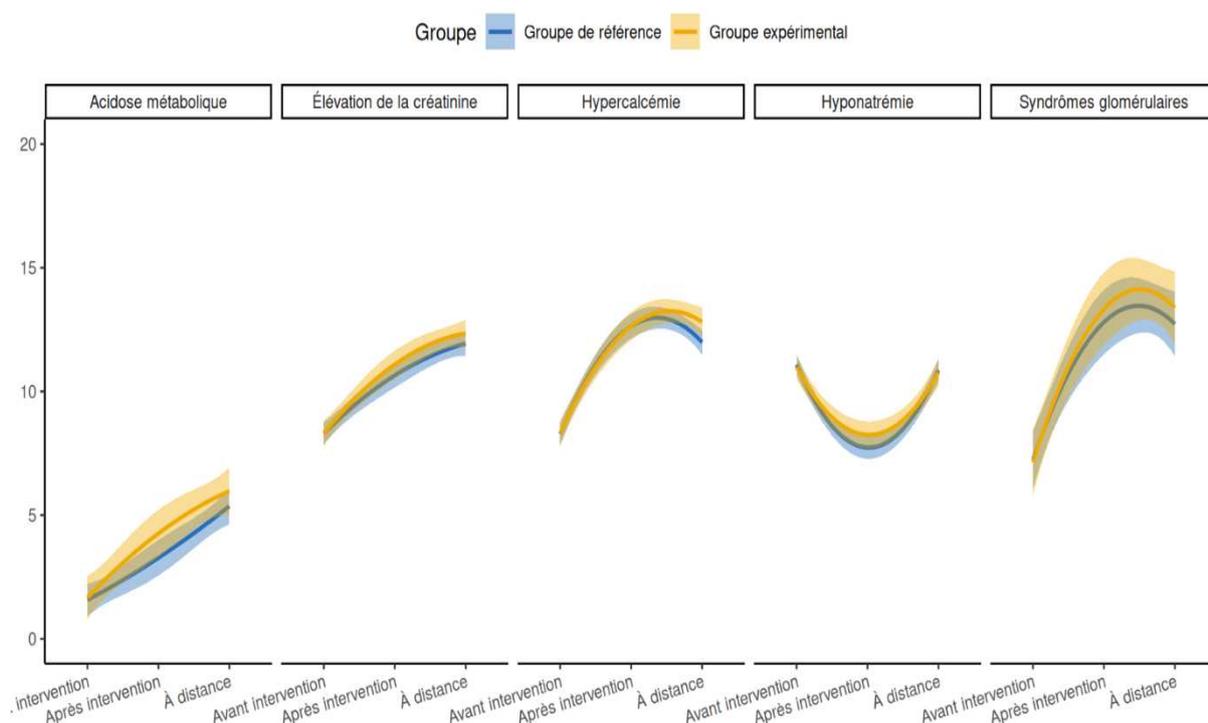
92. Roediger HL, Karpicke JD. Test-enhanced learning: taking memory tests improves long-term retention. *Psychol Sci.* mars 2006;17(3):249-55.
93. Adams T, Webster B. Retention and confidence : the impact of confidence-based learning on knowledge retention. 2010;
94. Pudenko B, Young M, Vincent-Lamarre P, Charlin B. Mapping as a learning strategy in health professions education: a critical analysis. *Med Educ.* déc 2012;46(12):1215-25.
95. Brondfield S, Seol A, Hyland K, Teherani A, Hsu G. Integrating Concept Maps into a Medical Student Oncology Curriculum. *J Cancer Educ Off J Am Assoc Cancer Educ.* févr 2021;36(1):85-91.
96. Schoendorfer N, Emmett D. Use of certainty-based marking in a second-year medical student cohort: a pilot study. *Adv Med Educ Pract.* 2012;3:139-43.
97. Calderon K, Jhaveri KD. Invited manuscript poster on renal-related education American Society of Nephrology, Nov. 16-21, 2010. Creative writing in nephrology education. *Ren Fail.* 2011;33(7):655-7.
98. Malieckal D, Jhaveri KD, Chawla A. Invited manuscript poster on renal-related education American Society of Nephrology, Nov. 16-21, 2010. Nephrology teaching tool: anagrams. *Ren Fail.* 2011;33(7):736-40.
99. Davids MR, Chikte UME, Halperin ML. Development and evaluation of a multimedia e-learning resource for electrolyte and acid-base disorders. *Adv Physiol Educ.* sept 2011;35(3):295-306.
100. Freeman S, Eddy SL, McDonough M, Smith MK, Okoroafor N, Jordt H, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 10 juin 2014;111(23):8410-5.
101. Sparks MA, O'Seaghdha CM, Sethi SK, Jhaveri KD. Embracing the Internet as a means of enhancing medical education in nephrology. *Am J Kidney Dis Off J Natl Kidney Found.* oct 2011;58(4):512-8.
102. Larsen DM, Boscardin CK, Sparks MA. Engagement in Free Open Access Medical Education by US Nephrology Fellows. *Clin J Am Soc Nephrol CJASN.* 1 mai 2023;18(5):573-80.
103. Ko BS, Pivert KA, Rope R, Burgner AM, Waitzman JS, Halbach SM, et al. Nephrology Trainee Education Needs Assessment: Five Years and a Pandemic Later. *Kidney Med.* nov 2022;4(11):100548.

ANNEXES

| Caractéristique | Total, N = 535 ¹ | Groupe de référence, N = 293 ¹ | Groupe expérimental, N = 242 ¹ | p-value ² |
|----------------------------|-----------------------------|---|---|----------------------|
| Moyenne avant intervention | 8.51 (2.84) | 8.52 (2.75) | 8.50 (2.96) | 0.8 |
| Moyenne après intervention | 10.0 (3.3) | 9.6 (3.3) | 10.4 (3.4) | 0.13 |
| Moyenne à distance | 11.5 (3.4) | 11.3 (3.3) | 11.7 (3.5) | 0.5 |

¹ Mean (SD)
² Wilcoxon rank sum test

Annexe 1 - Progression des notes pour l'ensemble des étudiants et de façon individualisée dans chacun des groupes randomisés



Annexe 2 - Progression globale des notes selon la compétence néphrologique

Annexe 3 - Progression des notes entre avant la conférence (M0) et l'évaluation à court terme (M1)

| Progression sur 20 | Total, N = 379¹ | Groupe référence, N = 219¹ | Groupe expérimental, N = 160¹ | p-value² |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|---|----------------------------|
| Toutes les questions | 1.31 (3.27) | 0.93 (3.41) | 1.83 (3.00) | 0.008 |
| Hypercalcémie Définition | 9 (10) | 10 (10) | 9 (10) | 0.4 |
| Hypercalcémie Clinique | 7 (7) | 7 (7) | 7 (7) | >0.9 |
| Hypercalcémie Bilan | 4 (7) | 3 (8) | 5 (7) | 0.11 |
| Hypercalcémie Étiologies | -3 (9) | -3 (9) | -3 (10) | >0.9 |
| Créatinine Mesure | 4 (8) | 3 (8) | 5 (8) | 0.12 |
| Créatinine Bilan non obstructif | 2 (10) | 1 (10) | 4 (10) | 0.025 |
| Créatinine Type d'IRA | 11 (10) | 11 (10) | 11 (11) | >0.9 |
| Créatinine IRA vs IRC | -3 (9) | -3 (9) | -3 (9) | 0.6 |
| Créatinine Bilan obstructif | -2 (11) | -1 (12) | -2 (11) | 0.4 |
| Syndromes glomérulaires | 6 (13) | 5 (13) | 6 (12) | 0.5 |
| Hyponatrémie Bilan | -7 (8) | -8 (8) | -7 (8) | 0.044 |
| Hyponatrémie Étiologies | 0 (10) | 0 (10) | 0 (10) | 0.8 |
| Hyponatrémie Secteur | -4 (8) | -5 (7) | -3 (8) | 0.084 |
| Hyponatrémie Traitement | -2 (7) | -2 (7) | -2 (7) | 0.8 |
| Acidose Étiologies | 2 (7) | 2 (7) | 3 (8) | 0.2 |

¹ Mean (SD)

² Wilcoxon rank sum test

Annexe 4 - Progression des notes entre avant la conférence (M0) et l'évaluation à distance (M6)

| Progression sur 20 | Total, N = 368¹ | Groupe référence, N = 208¹ | Groupe expérimental, N = 160¹ | p- value² |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|---|---------------------------------|
| Toutes les questions | 2.8 (3.2) | 2.5 (3.3) | 3.1 (3.0) | 0.2 |
| Hypercalcémie Définition | 8 (9) | 7 (9) | 8 (9) | 0.3 |
| Hypercalcémie Clinique | 6 (11) | 5 (11) | 8 (11) | 0.075 |
| Hypercalcémie Bilan | 4 (9) | 4 (9) | 5 (9) | 0.12 |
| Hypercalcémie Étiologies | -3 (10) | -2 (10) | -3 (10) | 0.3 |
| Créatinine Mesure | 3 (8) | 3 (8) | 4 (8) | 0.11 |
| Créatinine Bilan non obstructif | 2 (12) | 1 (12) | 3 (12) | 0.15 |
| Créatinine Type d'IRA | 12 (9) | 13 (9) | 12 (9) | 0.6 |
| Créatinine IRA vs IRC | -3 (10) | -4 (9) | -3 (10) | 0.2 |
| Créatinine Bilan obstructif | 4 (10) | 5 (10) | 3 (11) | 0.094 |
| Syndromes glomérulaires | 5 (12) | 5 (13) | 6 (12) | 0.6 |
| Hyponatrémie Bilan | -7 (8) | -7 (8) | -6 (8) | 0.031 |
| Hyponatrémie Étiologies | 2 (10) | 3 (9) | 2 (10) | 0.2 |
| Hyponatrémie Secteur | 2 (8) | 2 (8) | 2 (8) | >0.9 |
| Hyponatrémie Traitement | 1 (8) | 1 (8) | 1 (7) | >0.9 |
| Acidose Étiologies | 4 (7) | 4 (6) | 4 (8) | >0.9 |

¹ Mean (SD)

² Wilcoxon rank sum test

Annexe 5 - Progression des notes entre l'évaluation à court terme (M1) et l'évaluation à distance (M6)

| Progression sur 20 | Total, N = 369¹ | Groupe référence, N = 209¹ | Groupe expérimental, N = 160¹ | p-value² |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|---|----------------------------|
| Toutes les questions | 1.20 (2.59) | 1.19 (2.66) | 1.23 (2.49) | >0.9 |
| Hypercalcémie Définition | -2 (10) | -2 (10) | -1 (10) | 0.071 |
| Hypercalcémie Clinique | -1 (10) | -2 (10) | 1 (9) | 0.090 |
| Hypercalcémie Bilan | 0 (7) | 0 (7) | 1 (7) | 0.7 |
| Hypercalcémie Étiologies | 1 (9) | 1 (8) | 0 (9) | 0.4 |
| Créatinine Mesure | -1 (8) | -1 (8) | -1 (8) | 0.7 |
| Créatinine Bilan non obstructif | 0 (11) | 0 (11) | -1 (11) | 0.7 |
| Créatinine Type d'IRA | 2 (9) | 2 (9) | 1 (8) | 0.8 |
| Créatinine IRA vs IRC | 0 (8) | -1 (9) | 1 (8) | 0.13 |
| Créatinine Bilan obstructif | 6 (8) | 6 (8) | 6 (8) | 0.6 |
| Syndromes glomérulaires | 0 (11) | 0 (12) | 0 (11) | >0.9 |
| Hyponatrémie Bilan | 1 (7) | 1 (7) | 1 (7) | 0.6 |
| Hyponatrémie Étiologies | 2 (8) | 3 (8) | 2 (8) | 0.084 |
| Hyponatrémie Secteur | 6 (9) | 7 (9) | 5 (8) | 0.048 |
| Hyponatrémie Traitement | 3 (8) | 3 (8) | 2 (7) | 0.7 |
| Acidose Étiologies | 2 (7) | 2 (7) | 2 (7) | 0.6 |

¹ Mean (SD)

² Wilcoxon rank sum test

Annexe 6 – Détail des énoncés des questions évaluées au cours de l'étude

Vous recevez aux urgences Monsieur Z., 67 ans pour douleurs abdominales et confusion.

Ce patient présente comme antécédents un cancer de prostate et une hypertension artérielle traitée par HYDROCHLOROTHIAZIDE et IRBESARTAN.

Ces douleurs sont apparues progressivement depuis quelques jours, il se sent très fatigué depuis, sa femme est même très inquiète car il pèse maintenant 78 kg contre 87 kg il y a quelques mois.

En plus des douleurs abdominales, il vous explique souffrir beaucoup de douleurs au niveau du dos et des jambes.

Il vous tend le bilan biologique réalisé en ville à la demande de son médecin traitant : leucocytes : 7,5 G/L, CRP : 50 mg/L, créatinine : 19 mg/L (167 mmol/L) (contre 7 mg/L (61 umol/L) sur la dernière prise de sang), natrémie : 143 mmol/L, kaliémie : 3,7 mmol/L, calcémie : 2,7 mmol/L, albuminémie : 24 g/L.

Épreuve 1 – Compétence 1

Question 1 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous vous intéressez tout d'abord au chiffre de calcémie qui vous semble anormalement élevé sur ce bilan biologique.

1. Parmi les propositions suivantes relatives à la mesure de la calcémie, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--|
| A | <input type="checkbox"/> | Il s'agit ici d'une fausse hypercalcémie secondaire à une hypoalbuminémie |
| B | <input type="checkbox"/> | Ce patient présente probablement une diminution du calcium ionisé |
| C | <input type="checkbox"/> | La calcémie corrigée est ici mesurée à 2,3 mmol/L |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | Le calcium ionisé représente 50% de la calcémie totale |
| E | <input type="checkbox"/> | La régulation hormonale du métabolisme calcique est basée sur le taux de calcium total |

Épreuve 1 – Compétence 2

Question 2 - Pondération 1

Question à réponses multiples

2. Quels signes cliniques pouvez-vous retrouver en lien avec cette hypercalcémie ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|-------------|
| A | <input type="checkbox"/> | Diarrhées |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | Pli cutané |
| C | <input type="checkbox"/> | Oligurie |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | Confusion |
| E | <input type="checkbox"/> | Bradycardie |

Épreuve 1 – Compétence 3

Question 3 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Lors de votre examen clinique, vous retrouvez effectivement chez ce patient des signes en faveur d'une hypercalcémie : abdomen douloureux mais restant dépressible et souple avec constipation, syndrome polyuro-polydipsique, confusion et désorientation.

L'ECG retrouve une tachycardie sinusale sans autre anomalie.

3. Quels examens complémentaires allez-vous demander en priorité ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | TSH |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | PTH |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Phosphorémie |
| D | <input type="checkbox"/> | Fraction du calcium liée à l'albumine |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | Calcémie des 24h |

Épreuve 1 – Compétence 4

Question 4 - Pondération 1 **Question à réponses multiples**

Votre bilan retrouve une PTH à 2 pg/mL (N : 6 – 50), une calcémie ionisée à 1,5 mmol/L, une phosphorémie à 43 mg/L (N : 25 – 45). La calciurie des 24h est mesurée à 600 mmol/24h (N < 320 mmol/24h).

4. Quelles étiologies pouvez-vous évoquer devant cette hypercalcémie ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | Hyperparathyroïdie primaire |
| B | <input type="checkbox"/> | Hyperparathyroïdie secondaire |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Myélome multiple |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | Métastases osseuses |
| E | <input type="checkbox"/> | Hypovitaminose D |

Épreuve 1 – Compétence 5

Question 5 - Pondération 1 **Question à réponses multiples**

Cette hypercalcémie à PTH basse vous oriente donc vers un myélome multiple ou des métastases osseuses. Vous réalisez une radiographie thoracique qui retrouve un nodule pulmonaire gauche spiculé ; vous évoquez donc dans le contexte des métastases secondaires à une néoplasie pulmonaire.

Vous vous intéressez maintenant à l'élévation de la créatinine du patient et cherchez à avancer dans le bilan étiologique et la prise en charge

5. Parmi les propositions suivantes relatives à votre bilan étiologique de 1^{ère} intention et à votre prise en charge, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--|
| A | <input checked="" type="checkbox"/> | Vous interrompez le traitement par IRBESARTAN devant le risque d'aggravation de l'insuffisance rénale |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | Vous interrompez le traitement par IRBESARTAN devant le risque d'hyperkaliémie |
| C | <input type="checkbox"/> | Vous interrompez le traitement par HYDROCHLOROTHIAZIDE devant le risque d'hyperkaliémie |
| D | <input type="checkbox"/> | Vous demandez en urgence un scanner abdomino-pelvien avec injection |
| E | <input type="checkbox"/> | Vous estimez le DFG à partir d'une formule dédiée (MDRD, CKD-EPI) afin de connaître la sévérité de l'insuffisance rénale |

Épreuve 1 – Compétence 6

Question 6 - Pondération 1 **Question à réponses multiples**

Votre scanner abdomino-pelvien sans injection ne retrouve pas d'argument pour une origine obstructive. Vous décidez d'avancer dans la démarche étiologique de cette insuffisance rénale aiguë.

6. Parmi les propositions suivantes relatives aux examens complémentaires que vous réalisez en 1^{ère} intention dans ce contexte, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| A | <input checked="" type="checkbox"/> | Ionogramme urinaire |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | ECBU |
| C | <input type="checkbox"/> | Osmolarité urinaire |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | Protéinurie sur échantillon |
| E | <input type="checkbox"/> | Osmolarité plasmatique |

Épreuve 1 – Compétence 7

Question 7 - Pondération 1 **Question à réponses multiples**

Vous récupérez les différents résultats du bilan demandé :

- Protéinurie 180 mg/g de créatininurie
- Pas de leucocyturie ni d'hématurie microscopique
- Natriurèse : 70 mmol/L, kaliurèse 35 mmol/L

7. Parmi les propositions suivantes relatives à votre orientation diagnostique, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | IRA organique d'origine glomérulaire |
| B | <input type="checkbox"/> | IRA organique d'origine tubulaire |
| C | <input type="checkbox"/> | IRA fonctionnelle sur déshydratation intracellulaire |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | IRA fonctionnelle favorisée par la prise d'IRBESARTAN |
| E | <input type="checkbox"/> | IRA organique car le rapport Na/K urinaire est > 1 |

Vous recevez aux urgences une patiente de 45 ans adressée par son médecin traitant pour dyspnée d'apparition rapidement progressive et apparition d'un purpura des membres inférieurs.

Cette patiente a comme antécédents un diabète de type 1 sous insulinothérapie, une HTA traitée par RAMIPRIL.

La patiente vous explique avoir commencé à se sentir essoufflée initialement à l'effort il y a quelques jours puis même au repos depuis hier. Elle se plaint également de sensations d'engourdissements des membres inférieurs, sans oedèmes décelables.

Elle vous explique que son médecin traitant lui a fait réaliser un bilan biologique qui retrouvait une créatinine à 17 mg/L (150 umol/L) et une kaliémie à 5,4 mmol/L.

Le jour de la consultation, la tension artérielle est mesurée à 120/65 mmHg

Épreuve 1 – Compétence 8

Question 1 - Pondération 1 **Question à réponses multiples**

1. Devant cette élévation de la créatinine, quels arguments clinico-biologiques recherchez-vous en faveur d'une insuffisance rénale aiguë ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | Créatinine à 15 mg/L sur le bilan de l'année dernière |
| B | <input type="checkbox"/> | Hypocalcémie |
| C | <input type="checkbox"/> | Anémie normochrome normocytaire arégénérative |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | Reins de taille normale à l'échographie rénale |
| E | <input type="checkbox"/> | Présence de kystes à l'échographie rénale |

Épreuve 1 – Compétence 9

Question 2 - Pondération 1 **Question à Réponse Ouverte et Courte**

La patiente vous tend un bilan datant d'il y a 2 semaines avec une créatinine à 8 mg/L.

2. Quel examen réalisez-vous en priorité devant cette insuffisance rénale aiguë (en dehors d'un ECG pour l'hyperkaliémie) ?

2 mots attendus, pas de majuscule, pas d'accent

Réponse attendue

| |
|---|
| scanner abdominal |
| scanner abdomino-pelvien |
| scanner abdomino-pelvien sans injection |
| Echographie rénale |
| échographie rénale |
| echographie renale |

Épreuve 1 – Compétence 10

Question 4 - Pondération 1 **Question à réponse unique**

Votre bilan sanguin retrouve une albumine à 35 g/L, sans autre anomalie. Le bilan immunologique reste en cours.

Votre bilan urinaire retrouve une natriurèse à 54 mmol/L, une kaliurèse à 30 mmol/L, une protéinurie à 3,1 g/g de créatininurie, une albuminurie à 2,6 g/g de créatininurie, l'ECBU retrouve une hématurie microscopique sans leucocyturie.

4. Quel syndrome néphrologique identifiez-vous devant l'ensemble de ce tableau ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | Syndrome néphritique |
| B | <input type="checkbox"/> | Syndrome néphrotique impur |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Syndrome de GNRP |
| D | <input type="checkbox"/> | Syndrome d'hématuries récidivantes |
| E | <input type="checkbox"/> | Syndrome néphrotique pur |

Vous recevez aux urgences Monsieur P. 72 ans adressé par son médecin traitant pour troubles de conscience et du comportement d'apparition récente. Ce patient présente comme seul antécédent une HTA traitée par HYDROCHLOROTHIAZIDE. L'épouse du patient vous explique que son mari a présenté depuis plusieurs jours des diarrhées liquidiennes et des vomissements ; le comportement du patient s'est ensuite modifié depuis 24h environ.

Dans le box des urgences, Monsieur P. est confus, la TA est à 90/50 mmHg, il est tachycarde et apyrétique. L'examen clinique retrouve une désorientation spatio-temporelle, des bruits du cœur réguliers et tachycardes, une oligurie et des urines foncées.

L'infirmière des urgences interrompt votre examen clinique en entrant dans le box pour vous dire que le bilan systématique réalisé à l'entrée des urgences retrouve une natrémie à 118 mmol/L, une kaliémie à 4,5 mmol/L.

Épreuve 1 – Compétence 11

Question 1 - Pondération 1 **Question à réponses précises**

En supposant que ce syndrome confusionnel est causé par ce trouble hydroélectrolytique, quels examens allez-vous préférentiellement demander ?

(3 réponses attendues)

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | ASP |
| B | <input type="checkbox"/> | Bandelette urinaire |
| C | <input type="checkbox"/> | FOGD |
| D | <input type="checkbox"/> | Scanner abdominal avec injection |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | Ionogramme urinaire |
| F | <input type="checkbox"/> | Lipase |
| G | <input type="checkbox"/> | ADH plasmatique |
| H | <input checked="" type="checkbox"/> | Osmolarité plasmatique |
| I | <input checked="" type="checkbox"/> | Osmolarité urinaire |
| J | <input type="checkbox"/> | Aldostérone plasmatique |
| K | <input type="checkbox"/> | Radiographie thoracique |
| L | <input type="checkbox"/> | Scanner cérébral |
| M | <input type="checkbox"/> | EEG |
| N | <input type="checkbox"/> | Syndrome inflammatoire biologique |
| O | <input type="checkbox"/> | Troponines |

Épreuve 1 – Compétence 12

Question 4 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous demandez ces examens complémentaires et le patient est transféré dans le service de Néphrologie pour suite de la prise en charge.

Vous décidez dans un premier temps de vous intéresser à l'hyponatrémie de votre patient et récupérez le bilan correspondant :

- Osmolarité plasmatique : 245 mosm/kg
- Osmolarité urinaire : 600 mosm/L

Pour rappel, le ionogramme urinaire retrouvait natriurèse < 20 mmol/L, kaliurèse : 34 mmol/L, chlorurie < 20 mmol/L.

4. Quelle(s) étiologie(s) évoquez-vous devant cette hyponatrémie ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--|
| A | <input type="checkbox"/> | Hyponatrémie de déplétion (hypovolémie initiale) |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | Hyponatrémie de dilution (hypervolémie initiale) |
| C | <input type="checkbox"/> | SIADH |
| D | <input type="checkbox"/> | Tea and toast syndrome |
| E | <input type="checkbox"/> | Diabète insipide |

Épreuve 1 – Compétence 13

Question 2 - Pondération 1

Question à réponses précisées

En complétant votre examen clinique, vous retrouvez une perte de poids récente, un pli cutané important, l'absence d'œdèmes des membres inférieurs.

Vous récupérez les différents examens demandés. L'osmolarité plasmatique est à 270 mosm/kg, l'osmolarité urinaire à 320 mosm/L. Le ionogramme urinaire retrouve une natriurèse à 7 mmol/L, une kaliurèse à 30 mmol/L.

Quel diagnostic portez-vous sur le niveau d'hydratation du patient et quelles étiologies évoquez-vous ? (4 réponses attendues)

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| A | <input checked="" type="checkbox"/> | Déshydratation extracellulaire |
| B | <input type="checkbox"/> | Déshydratation intracellulaire |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Diarrhées |
| D | <input type="checkbox"/> | Hyperhydratation extracellulaire |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | Hyperhydratation intracellulaire |
| F | <input type="checkbox"/> | Hypothyroïdie |
| G | <input type="checkbox"/> | Non respect d'un régime hyposodé |
| H | <input type="checkbox"/> | Pertes d'eau pure extra-rénales |
| I | <input type="checkbox"/> | Pertes sodées rénales |
| J | <input type="checkbox"/> | SIADH |
| K | <input type="checkbox"/> | Syndrome néphrotique |
| L | <input checked="" type="checkbox"/> | Vomissements |

Épreuve 1 – Compétence 14

| ❶ Question 3 - Pondération 1 | | Question à réponses précisées |
|--|-------------------------------------|--|
| Quelles thérapeutiques mettez-vous en place ? (3 réponses attendues) | | |
| | Réponse attendue | |
| A | <input type="checkbox"/> | Anti-hypertenseur |
| B | <input type="checkbox"/> | Anti-inflammatoire non stéroïdien |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Anti-émétique |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | Hydratation par sérum salé isotonique 0,9% |
| E | <input type="checkbox"/> | Perfusion de G5% |
| F | <input type="checkbox"/> | Prescription de diurétiques |
| G | <input type="checkbox"/> | Régime hyposodé |
| H | <input checked="" type="checkbox"/> | Restriction hydrique |
| I | <input type="checkbox"/> | Sondage vésical aller-retour |
| J | <input type="checkbox"/> | Stimulation à boire de l'eau |

Épreuve 1 – Compétence 15

| ❶ Question 3 - Pondération 1 | | Question à réponse unique |
|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| L'interrogatoire retrouve la notion de diarrhées liquidiennes récentes. Le patient présente une dyspnée intense et bruyante, sans signe d'épuisement respiratoire. | | |
| Le bilan biologique retrouve une natrémie à 142 mmol/L, une kaliémie à 4 mmol/L, une chlorémie à 94 mmol/L, une créatinine à 9 mg/L (79 umol/L); | | |
| La bandelette urinaire montre : cétones : traces, le reste est négatif. | | |
| Quelle étiologie évoquez-vous en priorité chez ce patient comme étant responsable directement de l'acidose métabolique ?? | | |
| | Réponse attendue | |
| A | <input type="checkbox"/> | Acidocétose diabétique |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | Acidose lactique |
| C | <input type="checkbox"/> | Acidose tubulaire |
| D | <input type="checkbox"/> | Diarrhées liquidiennes |
| E | <input type="checkbox"/> | Hyperaldostéronisme secondaire |
| F | <input type="checkbox"/> | Insuffisance rénale aiguë |
| G | <input type="checkbox"/> | Insuffisance rénale chronique |
| H | <input type="checkbox"/> | Intoxication à l'ASPIRINE |
| I | <input type="checkbox"/> | Syndrome de Liddle |
| J | <input type="checkbox"/> | Vomissements |

Épreuve 2 – Compétence 1

Vous recevez aux urgences Madame T, âgée de 53 ans, envoyée par son médecin traitant devant une anomalie du bilan biologique. En effet, celui-ci vous envoie cette patiente afin de faire le bilan d'une hypoalbuminémie à 16 g/L, qu'il pense responsable des symptômes de la patiente, à type de fatigue persistante depuis quelques semaines.

Le reste du bilan retrouve une créatinine à 7 mg/L, une kaliémie à 4,9 mmol/L, une natrémie à 136 mmol/L, une calcémie à 2,5 mmol/L, une CRP non significative.

Devant cette hypoalbuminémie, vous cherchez tout d'abord à réfléchir sur la calcémie de cette patiente.

1. Quelle est la valeur de calcémie corrigée de Madame T. ? (QROC, uniquement le chiffre, sans unité)

Réponse : 3,1 mmol/L donc hypercalcémie corrigée

Épreuve 2 – Compétence 2

2. Parmi les propositions suivantes, quels signes cliniques et fonctionnels vous attendez-vous à retrouver en priorité à l'interrogatoire et à l'examen clinique de cette patiente ? (6 réponses attendues)

- A. Diarrhées
- B. Nausées et vomissements**
- C. Troubles visuels
- D. Tachycardie et palpitations**
- E. Hypotension artérielle
- F. Déshydratation extracellulaire**
- G. Oligurie
- H. Confusion**
- I. Polydipsie**
- J. Hypersalivation
- K. Paresthésies distales
- L. Signe de Trousseau
- M. Polygnée
- N. Hallucinations**
- O. Purpura des membres inférieurs

Épreuve 2 – Compétence 3

3. Parmi les propositions suivantes, quels examens font partie de votre bilan de 1^{ère} intention afin d'avancer sur le diagnostic étiologique et évaluer le retentissement de cette hypercalcémie ? (5 réponses attendues)

- A. Magnésémie
- B. Kaliurèse
- C. Phosphaturie
- D. Calcémie liée à l'albumine
- E. PTH**
- F. Protidémie
- G. 25-OH vitamine D**
- H. Calciurie des 24h**
- I. PTHrp
- J. TSH
- K. Protéinurie sur échantillon
- L. Osmolarité urinaire
- M. Électrocardiogramme**
- N. Electrophorèse des protéines plasmatiques**
- O. Mesure du pH urinaire

Épreuve 2 – Compétence 4

Vous récupérez les différents éléments de votre bilan biologique et décidez de poursuivre sur la recherche de l'étiologie de cette hypercalcémie :

- PTH < 2 ng/mL (N : 8-50)
- Phosphorémie : 54 mg/L (N : 25-45 mg/L)
- 25-OH vitamine D : 45 ug/L (N : 30 – 70 ug/L)
- 1-25 OH vitamine D : 320 pg/mL (N : 45 – 145 pg/mL)
- Calciurie des 24h augmentée

4. Parmi les propositions suivantes, relatives aux diagnostics que vous pouvez toujours évoquer à ce stade devant ce bilan biologique, lesquelles retenez-vous ? (3 réponses attendues)

- A. Hypovitaminose D
- B. Hyperparathyroïdie secondaire
- C. Hypoparathyroïdie
- D. Lymphome non hodgkinien**
- E. Insuffisance rénale chronique
- F. Sarcoidose**
- G. Métastases osseuses d'un cancer du sein
- H. Hyperparathyroïdie primaire
- I. Tuberculose**
- J. Prise cachée de diurétiques de l'anse à visée anorexique
- K. Syndrome paranéoplasique d'un cancer du poumon
- L. Diarrhées profuses
- M. Hyperparathyroïdie tertiaire

Épreuve 2 – Compétence 5

Dans l'attente de récupérer les résultats des bilans précédents de la patiente auprès de son laboratoire, vous décidez de prendre des mesures dans le cadre de cette élévation de la créatinine et de ses complications.

2. Parmi les propositions suivantes relatives aux mesures que vous prenez dans ce contexte, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?
- A. Vous interrompez le traitement par HYDROCHLOROTHIAZIDE car son excès a pu être responsable d'une probable IRA fonctionnelle
 - B. Vous réalisez un électrocardiogramme**
 - C. Vous interrompez l'AMLODIPINE devant le risque de retentissement sur les artérioles glomérulaires
 - D. Vous interrompez l'IRBESERTAN devant le risque d'hyperkaliémie**
 - E. Vous interrompez la SPIRONOLACTONE devant le risque de dilatation de l'artériole glomérulaire efférente

Épreuve 2 – Compétence 6

Vous réalisez une échographie abdominale et éliminez une IRA obstructive. Vous cherchez toujours à comprendre quel est le mécanisme responsable de l'insuffisance rénale aiguë.

4. Parmi les propositions suivantes relatives aux examens complémentaires supplémentaires que vous demandez dans ce contexte, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?
- A. Ionogramme urinaire**
 - B. Calcul du DFG selon la formule MDRD
 - C. Protéinurie sur échantillon**
 - D. ECBU**
 - E. Osmolarité urinaire

Épreuve 2 – Compétence 7

Vous récupérez les différents examens biologiques demandés précédemment :

- Protéinurie sur échantillon : 1,8 g/g de créatininurie
 - Bandelette urinaire : Protéines +++, sang +++, reste négatif
 - ECBU : hématurie microscopique
 - Ionogramme urinaire : NaU : 45 mmol/L, KU : 35 mmol/L
5. Parmi les propositions suivantes relatives à votre diagnostic étiologique de cette insuffisance rénale aiguë, laquelle est exacte ? (QRU)
- A. IRA fonctionnelle sur hyperhydratation extracellulaire
 - B. IRA organique d'origine tubulaire
 - C. IRA organique d'origine interstitielle
 - D. IRA organique d'origine glomérulaire**
 - E. IRA fonctionnelle sur déshydratation extracellulaire favorisée par la prise d'HYDROCHLOROTHIAZIDE

Épreuve 2 – Compétence 8

1. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) en faveur d'une insuffisance rénale chronique ?
- A. Le taux d'hémoglobine de la patiente
 - B. L'albuminémie de la patiente
 - C. La calcémie de la patiente
 - D. La kaliémie de la patiente
 - E. Des reins de 8 cm de façon bilatérale**

Épreuve 2 – Compétence 9

3. Parmi les propositions suivantes relatives aux premières étapes de votre démarche, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?
- A. Un globe vésical peut être responsable d'une IRA obstructive**
 - B. Une colique néphrétique unilatérale, peut être responsable d'une IRA obstructive chez une patiente possédant 2 reins totalement fonctionnels
 - C. Vous réalisez un scanner abdomino-pelvien avec injection
 - D. Vous recherchez à l'imagerie une dilatation des voies artérielles ou veineuses
 - E. Une IRA obstructive est liée à une diminution de la perfusion artérielle rénale, secondaire à une obstruction de l'axe vasculaire

Épreuve 2 – Compétence 10

Vous concluez donc à une IRA d'origine glomérulaire (=glomérulonéphrite).

Vous cherchez enfin à conclure sur l'origine de cette insuffisance rénale. Dans ce contexte, vous réalisez un dosage précis de la protéinurie de la patiente sur 24h, qui est finalement mesurée bien supérieure à l'estimation, soit à 3,1 g/24h.

Pour rappel, le bilan biologique de la patiente retrouvait :

- Une créatinine à 25 mg/L, une kaliémie à 5,2 mmol/L, une natrémie à 139 mmol/L
 - Une albuminémie à 28 g/L
 - Une calcémie ionisée à 1,2 mmol/L
 - Une hémoglobine à 12,4 g/dL
 - Bilan hépatique sans particularité
6. Parmi les propositions suivantes relatives à l'atteinte rénale que vous retenez dans ce contexte, laquelle est exacte ? (QRU)
- A. Nécrose tubulaire aiguë
 - B. Syndrome néphrotique impur**
 - C. Syndrome néphritique
 - D. Syndrome de GNRP
 - E. Syndrome d'hématuries récidivantes

Épreuve 2 – Compétence 11

Votre interne de Néphrologie vous indique que le patient présente effectivement une **osmolarité plasmatique basse**.

Celui-ci vous questionne sur le prochain examen à étudier dans le cadre du bilan étiologique, à savoir l'osmolarité urinaire (N : 60-1200 mosm/kg) et son interprétation.

Pour la question ci-dessous (propositions D et E), votre interne vous demande quelles sont les valeurs possibles de l'osmolarité urinaire, si l'hyponatrémie retrouvée ici est provoquée uniquement par l'état clinique actuel du patient (énoncé ci-dessus).

3. Parmi les propositions suivantes relatives à l'interprétation de l'osmolarité urinaire, et les valeurs compatibles au cas de ce patient, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?
 - A. L'osmolarité urinaire permet de confirmer la présence d'un vrai excès d'eau au sein de l'organisme du patient
 - B. Une osmolarité urinaire inadaptée est en lien avec une sécrétion d'aldostérone
 - C. Une réponse rénale avec une osmolarité urinaire à 500 mosm/kg serait, face à une hyponatrémie, une réponse adaptée
 - D. Osmolarité urinaire : 85 mosm/kg
 - E. **Osmolarité urinaire : 450 mosm/kg**

Épreuve 2 – Compétence 12

4. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) compatible(s) avec l'étiologie responsable de l'hyponatrémie de ce patient ?

- A. SIADH
- B. Hyponatrémie de dilution (secondaire à une hypervolémie initiale)
- C. Insuffisance corticotrope
- D. **Hyponatrémie de déplétion (secondaire à une hypovolémie initiale)**
- E. Hypothyroïdie

Épreuve 2 – Compétence 13

Vous stabilisez votre patient sur le plan hémodynamique, et voulez maintenant évaluer son état d'hydratation global.

2. Parmi les propositions suivantes relatives à l'état d'hydratation du patient, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?
 - A. Hyperhydratation extracellulaire
 - B. Hypovolémie relative
 - C. **Hyperhydratation intracellulaire**
 - D. Déficit en eau
 - E. Excès de sel

Épreuve 2 – Compétence 14

Votre patient présente donc une déshydratation extracellulaire, responsable d'une hyponatrémie de déplétion secondaire. Vous cherchez maintenant à prendre en charge l'état d'hydratation et l'hyponatrémie de votre patient.

5. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?
 - A. **Arrêt de l'HYDROCHLOROTHIAZIDE**
 - B. **Restriction hydrique**
 - C. Perfusion de G5%
 - D. **Perfusion de SSI**
 - E. Mise en place de diurétiques de l'anse pour favoriser la perte d'eau

Épreuve 2 – Compétence 15

Vous récupérez les premiers éléments du bilan biologique :

- Natrémie : 124 mmol/L, Kaliémie : 4 mmol/L, Chlorémie : 90 mmol/L
- Créatinine : 65 mg/L (antériorité normale)
- Natriurèse : < 20 mmol/L, kaliurèse : 36 mmol/L, chlorurie : < 20 mmol/L
- Gaz du sang en AA : pH 7,18, pCO₂ : 30 mmHg, pO₂ : 82 mmHg, HCO₃ : 14 mmol/L

1. Parmi les propositions suivantes relatives au trouble acido-basique que vous identifiez, quelles étiologies retenez-vous comme pouvant être responsable de celui-ci à la vue du bilan et de l'examen du patient ?

- A. Vomissements répétés
- B. Insuffisance rénale aiguë**
- C. Acidose lactique
- D. Diarrhées
- E. Acidose tubulaire

Vous accueillez aux urgences une patiente de 45 ans pour altération profonde de l'état général, elle présente comme seul antécédent une hypertension artérielle sous RAMIPRIL et HYDROCHLOROTHIAZIDE.

En complétant votre interrogatoire et votre examen clinique, vous retrouvez également un ralentissement psycho-moteur, des palpitations persistantes depuis quelques jours, avec une tachycardie à 110 bpm, une TA à 160/110 mmHg. La patiente se plaint également de franches douleurs abdominales, avec l'absence de transit depuis environ 5 jours, ainsi que de beaucoup plus uriner que d'habitude et « l'impression de boire des litres et des litres ». Vous retrouvez enfin un pli cutané marqué et étendu, avec une perte de poids rapporté par la patiente.

Épreuve 3 – Compétence 1

Question 2 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous évoquez effectivement une hypercalcémie chez cette patiente, et décidez de réaliser un dosage. Celui-ci retrouve une calcémie totale à 2,5 mmol/L, une albuminémie à 28 g/L.

2. Parmi les propositions relatives à votre interprétation de ce dosage de calcémie, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--|
| A | <input type="checkbox"/> | 1. Après correction, cette patiente présente finalement une calcémie normale |
| B | <input type="checkbox"/> | L'hypoalbuminémie de la patiente est responsable d'une fausse hypercalcémie |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Elle présente probablement une augmentation de son calcium ionisé |
| D | <input type="checkbox"/> | L'hypoalbuminémie est secondaire à l'hypocalcémie |
| E | <input type="checkbox"/> | La proportion de calcium lié à l'albumine est probablement augmentée |

Épreuve 3 – Compétence 2

Question 1 - Pondération 1

Question à Réponse Ouverte et Courte

1. Quel diagnostic pouvez-vous évoquer en 1^{ère} intention, pouvant expliquer l'ensemble des signes présentés par la patiente ? (QROC, 1 mot attendu, pas de majuscule, pas d'accent)

Réponse attendue

hypercalcémie

hypercalcémie

Hypercalcémie

hypercalcémie

Épreuve 3 – Compétence 3

Question 3 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous confirmez la présence d'une hypercalcémie chez cette patiente, avec une hypercalcémie totale mesurée à 2,8 mmol/L et une calcémie ionisée à 1,5 mmol/L.

Vous cherchez maintenant à avancer sur le bilan étiologique de cette hypercalcémie.

3. Parmi les propositions suivantes sur les examens complémentaires que vous demandez en 1^{ère} intention, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | PTHrp |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | PTH |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | 25-OH vitamine D |
| D | <input type="checkbox"/> | TSH |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | Phosphatémie |

Épreuve 3 – Compétence 4

Question 4 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous récupérez les différents éléments du bilan étiologique demandé :

- PTH : 30 pg/mL (N 8-50 pg/mL)
- Phosphorémie : 10 mg/L (N : 25-45 mg/L)
- 25-OH vitamine D : 35 ng/L (N : 30-60 ng/L)
- 1-25 OH vitamine D : 160 pg/mL (N : 45-145 pg/mL)
- Calciurie des 24h augmentée
- Electrophorèse des protéines sériques : absence de pic monoclonal

4. Parmi les propositions suivantes relatives au diagnostic étiologique de cette hypercalcémie, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | Métastases osseuses d'un cancer du sein |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | Hyperparathyroïdie primaire |
| C | <input type="checkbox"/> | Sarcoïdose |
| D | <input type="checkbox"/> | Hyperparathyroïdie secondaire |
| E | <input type="checkbox"/> | Myélome multiple |

Épreuve 3 – Compétence 5

Question 4 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Le dosage des lactates revient normal. Vous décidez maintenant de vous intéresser à la fonction rénale de votre patient, qui présente pour rappel une insuffisance rénale aiguë avec une créatinine à 35 mg/ (soit 308 umol/L) compliquée d'une acidose métabolique.

4. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) à propos de mesures que vous mettez en place immédiatement devant cet état d'insuffisance rénale aiguë ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--|
| A | <input type="checkbox"/> | Interruption du RAMIPRIL devant le risque d'alcalose métabolique |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | Arrêt du remplissage en SSI du patient (mis en place à son entrée) |
| C | <input type="checkbox"/> | Interruption de la NICARDIPINE devant le risque d'hyperkaliémie |
| D | <input type="checkbox"/> | Interruption du RAMIPRIL devant le risque de vasoconstriction de l'artériole afférente |
| E | <input type="checkbox"/> | Mesure du DFG selon la formule CKD-EPI afin d'évaluer la gravité de l'IRA |

Épreuve 3 – Compétence 6

Question 3 - Pondération 1

Question à Réponse Ouverte et Courte

Vous concluez donc ici à une insuffisance rénale aiguë, et éliminez l'atteinte obstructive. Vous décidez maintenant de poursuivre le bilan étiologique et récupérez notamment des résultats d'un ionogramme urinaire sur échantillon, d'une BU et d'un ECBU réalisés aux urgences.

3. Quel examen complémentaire cherchez-vous à réaliser en plus en 1^{ère} intention afin d'avancer sur le bilan étiologique de cette IRA ? (QROC, 1 mot attendu, pas de majuscule, pas d'accent)

Réponse attendue

| |
|-------------|
| proteïnurie |
| protéïnurie |
| Proteïnurie |
| Protéïnurie |

Épreuve 3 – Compétence 7

Question 6 - Pondération 1

Question à réponse unique

Vous éliminez l'insuffisance rénale aiguë obstructive devant l'absence d'obstacle ou de dilatation des cavités pyélocalicielles. Vous récupérez enfin le bilan étiologique que votre interne avait demandé dès l'admission du patient :

- Protéïnurie sur échantillon : 750 mg/g de créatininurie
- ECBU : absence d'hématurie microscopique ou de leucocyturie
- BU (rappel) : cétones traces, protéines -
- Ionogramme urinaire : en cours
- Créatinine (*nouveau dosage réalisé quelques heures après prise en charge initiale des troubles volémiques*) : 37 mg/L
- Reste du bilan (hépatique, coagulation, formule sanguine) sans particularité

6. Parmi les propositions suivantes relatives à l'étiologie que vous évoquez en 1^{ère} intention devant cette insuffisance rénale aiguë, laquelle est exacte ? (QRU)

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input checked="" type="checkbox"/> | IRA organique sur nécrose tubulaire aiguë |
| B | <input type="checkbox"/> | IRA organique d'origine glomérulaire |
| C | <input type="checkbox"/> | IRA d'origine fonctionnelle |
| D | <input type="checkbox"/> | IRA organique d'origine interstitielle |
| E | <input type="checkbox"/> | IRA organique d'origine vasculaire |

Épreuve 3 – Compétence 8

Question 2 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous concluez donc à un état de déshydratation globale.

Enfin, vous récupérez l'échographie rénale réalisée aux urgences, qui retrouve des reins de taille symétrique à 10,3 cm, sans dilatation des voies urinaires. Un nouveau dosage de créatinine actualisé lors de l'entrée du patient dans votre service ce jour retrouve une créatinine à 27 mg/L.

Devant cette élévation de la créatinine, vous cherchez dans un premier temps à différencier une insuffisance rénale aiguë ou chronique.

2. Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--|
| A | <input type="checkbox"/> | La taille des reins de la patiente vous oriente plutôt vers une insuffisance rénale chronique |
| B | <input type="checkbox"/> | Vous évoquez ici une anémie secondaire à une insuffisance rénale chronique |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | La calcémie ionisée de la patiente n'est pas en faveur d'une insuffisance rénale chronique |
| D | <input type="checkbox"/> | Un bilan biologique d'il y a 8 ans, avec une créatinine à 8 mg/L, vous permettrait de vous orienter vers une insuffisance rénale aiguë |
| E | <input type="checkbox"/> | Le DFG calculé selon MDRD à 13 mL/min/1,73 m ² , vous oriente vers une insuffisance rénale aiguë |

Épreuve 3 – Compétence 9

Question 5 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous mettez en place ces différentes mesures et cherchez maintenant à réfléchir sur le bilan étiologique de cette insuffisance rénale aiguë.

5. Parmi les propositions suivantes relatives aux examens que vous pouvez réaliser en 1^{ère} intention afin d'avancer dans votre démarche diagnostique, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | Uroscanner |
| B | <input type="checkbox"/> | Scanner abdomino-pelvien avec injection de produit de contraste |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Echographie rénale et des voies urinaires |
| D | <input type="checkbox"/> | IRM rénale |
| E | <input type="checkbox"/> | TEP-scanner |

Épreuve 3 – Compétence 10

Question 5 - Pondération 1

Question à réponse unique

Vous concluez donc en 1^{ère} intention à une IRA secondaire à une atteinte glomérulaire aiguë chez ce patient.

5. Parmi les propositions suivantes, relatives au syndrome glomérulaire que vous identifiez en 1^{ère} intention, laquelle est exacte ? (QRU)

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | Syndrome néphritique |
| B | <input checked="" type="checkbox"/> | Syndrome de GNRP |
| C | <input type="checkbox"/> | Syndrome néphrotique impur |
| D | <input type="checkbox"/> | Syndrome d'hématuries récidivantes |
| E | <input type="checkbox"/> | Syndrome néphrotique pur |

Épreuve 3 – Compétence 11

Question 6 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Votre patiente présente donc un état de déshydratation extracellulaire et d'hyperhydratation intracellulaire, avec une hyponatrémie à 124 mmol/L.

Vous cherchez à vous orienter vers l'origine étiologique de cette hyponatrémie.

6. Parmi les propositions suivantes relatives au bilan étiologique de cette hyponatrémie, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--|
| A | <input type="checkbox"/> | Si cette patiente présente un vrai excès d'eau, vous vous attendez à retrouver une osmolarité plasmatique normale |
| B | <input type="checkbox"/> | La mesure de l'osmolarité plasmatique permet d'étudier la présence ou non d'une réponse rénale adaptée à l'excès en eau |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | En cas d'hyponatrémie secondaire à une anomalie extracellulaire initiale, l'osmolarité urinaire sera inadaptée, donc augmentée |
| D | <input type="checkbox"/> | L'augmentation de l'osmolarité urinaire (concentration des urines) est provoquée par une sécrétion d'aldostérone |
| E | <input type="checkbox"/> | L'état volémique actuel de la patiente est compatible avec le diagnostic de SIADH |

Épreuve 3 – Compétence 12

Question 2 - Pondération 1 **Question à réponses multiples**

Vous cherchez à avancer sur le diagnostic étiologique de cette hyponatrémie, et récupérez les résultats suivants :

- Osmolarité plasmatique : 265 mosm/kg
- Osmolarité urinaire : 550 mosm/L
- Natriurèse < 20 mmol/L, kaliurèse 40 mmol/L, chlorurie < 20 mmol/L

2. Parmi les propositions suivantes relatives au diagnostic étiologique de cette hyponatrémie, laquelle (lesquelles) est (sont) compatibles avec les résultats cliniques et biologiques du patient ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | Potomanie |
| B | <input type="checkbox"/> | Fausse hyponatrémie |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Hyponatrémie de dilution (secondaire à une hypervolémie initiale) |
| D | <input type="checkbox"/> | SIADH |
| E | <input type="checkbox"/> | Insuffisance surrénalienne périphérique |

Épreuve 3 – Compétence 13

Monsieur R. 67 ans, se présente aux urgences pour dyspnée aiguë d'apparition rapide au domicile. Il présente comme antécédents une hypertension artérielle sous RAMIPRIL et NICARDIPINE, une insuffisance cardiaque à FEVG altérée sous BISOPROLOL et un tabagisme actif.

Votre examen clinique retrouve une TA à 135/90 mmHg, des crépitations bilatérales des bases, des oedèmes bilatéraux et symétriques remontant jusqu'aux genoux, et une prise de 8 kg récemment.

Le patient vous rapporte enfin uriner beaucoup moins depuis quelques jours, raison pour laquelle son médecin traitant lui a fait réaliser le bilan biologique suivant :

- Natrémie : 128 mmol/L, kaliémie 4,9 mmol/L, chlorémie 92 mmol/L
- Créatinine 35 mg/L (antériorité normale)
- Bandelette urinaire : cétones : traces, protéines -, reste négatif

Question 1 - Pondération 1 **Question à réponses multiples**

1. Parmi les propositions suivantes, relatives à votre diagnostic de l'état d'hydratation de ce patient, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| A | <input type="checkbox"/> | Déshydratation extracellulaire |
| B | <input type="checkbox"/> | Déshydratation intracellulaire |
| C | <input type="checkbox"/> | Secteur extracellulaire normal |
| D | <input type="checkbox"/> | Déficit en eau |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | Excès de sel |

Épreuve 3 – Compétence 14

Question 8 - Pondération 1

Question à réponses multiples

Vous cherchez maintenant à prendre en charge l'état d'hydratation de votre patiente.

8. Parmi les propositions suivantes relatives à votre prise en charge en 1^{ère} intention, laquelle (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input checked="" type="checkbox"/> | Suspension de l'HYDROCHLOROTHIAZIDE |
| B | <input type="checkbox"/> | Remplacement par un diurétique de l'anse (FUROSEMIDE) |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Restriction hydrique |
| D | <input type="checkbox"/> | Perfusion de G5% |
| E | <input checked="" type="checkbox"/> | Perfusion de SSI 0,9% |

Épreuve 3 – Compétence 15

Question 3 - Pondération 1

Question à réponses multiples

L'infirmier des urgences qui passait par là vous interpelle dans ce contexte car il vient de récupérer la gazométrie artérielle du patient, réalisée devant sa dyspnée aiguë.

Celle-ci retrouve en Air Ambiant : pH 7,26, pCO₂ 34 mmHg, pO₂ 65 mmHg, HCO₃⁻ : 18 mmol/L.

3. Parmi les propositions suivantes relatives à l'interprétation de cette gazométrie, laquelle (lesquelles) restent compatibles avec l'étiologie ayant pu causer ce trouble acido-basique chez ce patient ?

| | Réponse attendue | |
|---|-------------------------------------|---|
| A | <input type="checkbox"/> | Acido-cétose diabétique |
| B | <input type="checkbox"/> | Diarrhées aiguës liquidiennes non rapportées par le patient |
| C | <input checked="" type="checkbox"/> | Insuffisance rénale aiguë |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> | Acidose lactique |
| E | <input type="checkbox"/> | Acidose tubulaire |

AUTEUR : Nom : GOIDIN

Prénom : Rémi

Date de soutenance : 18 Octobre 2024

Titre de la thèse : Apport de la carte conceptuelle et du degré de certitude dans l'enseignement du raisonnement clinique en Néphrologie : une étude prospective randomisée chez 535 étudiants de deuxième cycle des études médicales

Thèse - Médecine - Lille 2024

Cadre de classement : *Néphrologie / Pédagogie*

DES + FST/option : *Néphrologie*

Mots-clés : Néphrologie – Pédagogie – Cartes conceptuelles – Degrés de certitude

Résumé :

Introduction : La Néphrologie connaît actuellement une crise dans le Monde, avec une perte d'intérêt rapportée par les étudiants pour cette spécialité. Celle-ci est notamment secondaire à des notions jugées trop complexes et des méthodes d'enseignement inadaptées à un apprentissage et à une compréhension optimale. De nouveaux outils pédagogiques, s'appuyant notamment sur le raisonnement clinique, doivent ainsi être intégrés à la formation en Néphrologie. Les objectifs de cette étude sont donc d'évaluer l'intérêt de l'utilisation des cartes conceptuelles et de l'évaluation des degrés de certitude pour améliorer l'apprentissage de cette spécialité par les étudiants en médecine.

Méthodes : Il s'agit d'une étude prospective, randomisée, monocentrique à l'Université de Lille, incluant 535 étudiants en 2^{ème} cycle des études médicales. La progression des étudiants exposés à ces méthodes a été modélisée sur l'année universitaire 2023-2024 à partir de 3 évaluations en baseline (M0), à court terme (M1) et à long terme (M6), et comparée selon l'intégration des degrés de certitude

Résultats : Les cartes conceptuelles ont permis une amélioration des notes globales des étudiants, estimée à 1,56 point sur 20 (1,35-1,77) entre chaque épreuve. L'évaluation des degrés de certitude n'était pas associée à une amélioration significative des résultats chez les étudiants exposés à cet outil ($p=0,077$). On observait toutefois une majoration progressive du niveau de certitude avancé par les étudiants, associé à une estimation plus précise de leur résultat en regard. Les étudiants de notre étude rapportaient apprécier ces 2 outils pédagogiques et y trouver un intérêt dans la progression de leur raisonnement clinique.

Conclusion : Les cartes conceptuelles et l'évaluation des degrés de certitude semblent mener à une amélioration de l'apprentissage de la Néphrologie en s'appuyant sur le raisonnement clinique et en permettant une amélioration de l'acquisition, du maintien et de l'applicabilité des connaissances

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur François GLOWACKI

Assesseurs : Monsieur le Professeur Marc HAZZAN et Monsieur le Professeur Patrick TRUFFERT

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Aghiles HAMROUN