

Métabolisme minéral et osseux en hémodialyse chronique : entre recommandations KDIGO 2017 et pratique quotidienne

Mineral and Bone Disorder Markers in Chronic Hemodialysis Patients: From KDIGO 2017 recommendations to everyday clinical practice

Sara KENDRI^{1,2}, Hadjer RAHMOUNE², Hadjer BENCHIKHE³, Rania BOUDJEMAA³, Farida DJABI^{1,2}

1. Faculté de médecine, Université Ferhat Abbas Sétif -1- Algérie.

2. Laboratoire central, CHU de Sétif, Algérie.

3. Département de pharmacie, Faculté de médecine, Université Ferhat Abbas Sétif -1- Algérie

Auteur correspondant : Sara KENDRI kendri.sara@gmail.com

Reçu le 29 décembre 2025 / Accepté le 15 février 2026 / Publié le 28 février 2026

Résumé

Objectifs : Nous avons entrepris d'évaluer le statut phosphocalcique des hémodialisés chronique, d'analyser la conformité des résultats aux recommandations KDIGO 2017, d'évaluer l'adéquation de la dialyse en utilisant la clairance de l'urée (Kt/V urée) comme indicateur et d'étudier le lien entre le Kt/V et les paramètres phosphocalciques.

Méthodes : Une étude transversale rétrospective a été réalisée au laboratoire central du CHU de Sétif entre novembre et décembre 2025, incluant 92 hémodialisés depuis plus de six mois (12 heures par semaine) et âgés de plus de 18 ans à l'unité d'hémodialyse. Les paramètres biologiques retenus comprenaient la calcémie, la phosphatémie, la parathormone ainsi que l'urée qui a servi au calcul de Kt/V. L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS version 20.

Résultats : L'âge moyen était de 48 ± 15 ans, avec un sexe ratio de 1,49 en faveur du sexe masculin. La durée moyenne de dialyse était de 9 ± 5 ans. Cinquante pour cent des patients étaient traités par carbonate de calcium. L'adhésion globale aux normes KDIGO 2017 était de 13,04 %, avec une conformité de 53,3 % pour le calcium, 50 % pour le phosphate et 53,3 % pour la PTH. Le sexe féminin présentait une dose normalisée de dialyse (Kt/V) supérieure à celle du sexe masculin. Aucune corrélation n'a été objectivée entre le Kt/V et les paramètres phosphocalciques.

Conclusion : Les troubles phospho-calciques sont fréquents en hémodialyse chronique et nécessitent un suivi adapté selon les normes KDIGO. Les résultats observés devraient inciter les praticiens à renforcer et individualiser la prise en charge de ces patients. Ainsi, l'adéquation de la dialyse évaluée par le Kt/V ne garantit pas le contrôle du phosphore, dont la gestion est essentielle pour prévenir les troubles du métabolisme osseux liés à la MRC. Ce qui souligne que la prise en charge de l'hyperphosphatémie repose généralement sur l'association de mesures diététiques et de traitements par des chélateurs de phosphate.

Mots clés : Troubles du métabolisme minéral et osseux, Hémodialyse chronique, KDIGO 2017, Dose de dialyse, Kt/V urée.

Abstract

Objectives: This study aimed to evaluate calcium and phosphate status in chronic hemodialysis patients, assess compliance with the 2017 KDIGO recommendations, determine dialysis adequacy using urea Kt/V, and study the relationship between Kt/V and phosphocalcic parameters.

Methods: This retrospective cross-sectional study was conducted within the central laboratory of the Setif University Hospital, between November and December 2025. Ninety-two patients over 18 years old, undergoing hemodialysis for more than six months (12 hours per week), in the hemodialysis unit were included. The biochemical parameters evaluated were calcium, phosphate, parathyroid hormone, and urea, which was used to calculate Kt/V. Data analysis was carried out with SPSS version 20.

Results: The mean age was 48 ± 15 years, with a sex ratio of 1.49 in favor of males. The mean duration of dialysis was 9 ± 5 years. Fifty percent of patients had history of taking oral calcium carbonate. The overall adherence to the 2017 KDIGO guidelines was 13.04%, with compliance rates of 53.3% for calcium, 50% for phosphate, and 53.3% for PTH. A higher normalized dialysis dose (Kt/V) was observed in female patients compared to males. No correlation was observed between Kt/V and phosphocalcic parameters.

Conclusion: Abnormalities of biochemical markers of mineral bone disorder are common in maintenance hemodialysis patients, and require appropriate monitoring in accordance with KDIGO standards. The findings of this study should prompt clinicians to reinforce and individualize the management of patients undergoing chronic hemodialysis. Thus, dialysis adequacy assessed by Kt/V does not ensure phosphorus control, whose management is essential to prevent chronic kidney disease-related mineral and bone disorders.

Keywords: Mineral Bone Diseases, Chronic Hemodialysis, KDIGO 2017, Dose of dialysis, Kt/V urea.

Introduction

La maladie rénale chronique (MRC) est un problème majeur de santé publique mondiale, touchant environ 850 millions de personnes selon l'Atlas 2023 (1). Les troubles du métabolisme phosphocalcique et osseux représentent l'une de ses complications les plus fréquentes, en particulier chez les hémodialysés chroniques (HDC) (2). Le terme « troubles du métabolisme minéral et osseux liés à la MRC » (TMO-MRC), est employé pour qualifier ces désordres (3). Les TMO-MRC regroupent des anomalies du métabolisme du calcium, du phosphore, de la parathormone (PTH) ou de la vitamine D, et/ou de perturbations du renouvellement, de la minéralisation et des caractéristiques osseuses (volume, croissance linéaire, résistance), ainsi que de calcifications extra-squelettiques, notamment vasculaires ou des tissus mous (4, 5).

La surveillance biologique des TMO-MRC chez les HDC est régie par les recommandations internationales Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO), initialement publiées en 2009 (6) et mises à jour en 2017 (3). Cette surveillance doit inclure l'évaluation régulière et simultanée de la calcémie totale, de la phosphatémie et de la PTH, complétée, en fonction du contexte clinique, d'autres biomarqueurs du métabolisme minéral et osseux tels que la vitamine D, le facteur de croissance fibroblastique 23 (FGF-23) ou les marqueurs de remodelage osseux. Les valeurs individuelles de calcium et de phosphore, étroitement interdépendantes, doivent être évaluées conjointement pour guider la pratique clinique, comme le souligne KDIGO (4).

En tant que facteur de risque majeur de morbidité et de mortalité cardiovasculaires, les TMO-MRC nécessitent une prise en charge adaptée afin de réduire les événements cardiovasculaires et d'améliorer la qualité de vie des patients (7).

Une dialyse adéquate constitue un déterminant majeur du contrôle de l'hyperphosphatémie, en favorisant l'épuration du phosphate et en contribuant à la prévention des TMO-MRC. L'adéquation de l'hémodialyse peut être objectivement évaluée par le Kt/V , paramètre qui exprime le rapport entre la clairance de l'urée par le dialyseur (K), la durée de la séance (t) et le volume de distribution de l'urée dans l'organisme (V). Ce ratio, largement utilisé en pratique clinique, permet de quantifier l'efficacité de l'épuration et constitue un indicateur de référence pour juger de la qualité de la dialyse (8).

Bien que les recommandations KDIGO 2017 définissent des standards précis pour la prise en charge des TMO-MRC chez les patients en HDC, la littérature actuelle ne fournit pas suffisamment de données sur le degré réel d'adhésion des praticiens à ces recommandations dans la pratique quotidienne. L'absence d'évaluations systématiques de cette adhésion, constitue une lacune scientifique majeure justifiant la nécessité d'études locales pour mesurer la conformité aux guidelines. Par ailleurs, si la dose normalisée de dialyse, exprimée par le Kt/V urée demeure un indicateur central de l'adéquation de la dialyse, les preuves disponibles restent insuffisantes pour établir une relation claire entre ce paramètre et le contrôle des TMO-MRC, notamment les taux sériques de phosphate, de calcium et de PTH. Ce déficit de connaissances constitue un champ encore peu exploré, justifiant la nécessité d'études complémentaires visant à analyser cette corrélation. L'objectif principal de ce travail était d'étudier le statut phospho-calcique et la prévalence des TMO-MRC chez les HDC du CHU de Sétif, ainsi que l'adhésion de ces indicateurs aux recommandations KDIGO 2017. Un objectif additionnel était d'apprécier l'adéquation de la dialyse à travers le Kt/V urée et d'étudier la corrélation entre la qualité de la dialyse, ainsi mesurée, et les paramètres biologiques du TMO-MRC, en particulier les taux sériques de phosphate, de calcium et de PTH.

Méthodes

Une étude transversale rétrospective a été réalisée entre novembre et décembre 2025 au laboratoire central du CHU de Sétif. Elle s'appuie sur des données rétrospectives issues de dosages effectués chez 92 HDC depuis plus de six mois à raison de trois séances hebdomadaires totalisant 12 heures par semaine et âgés de plus de 18 ans. Ont été exclus de l'étude les patients traités par dialyse péritonéale, les patients ayant nécessité une

dialyse en urgence lors d'un épisode d'insuffisance rénale aiguë ainsi que les patients ayant bénéficié d'une transplantation rénale antérieure. L'étude des dossiers des patients, à l'unité d'hémodialyse, a permis de recueillir les données démographiques (âge, sexe et antécédents pathologiques), cliniques (néphropathie causale, durée de dialyse) et thérapeutiques. Les paramètres biologiques étudiés étaient le calcium, le phosphate et la PTH, dosés sur des prélèvements réalisés avant la séance de dialyse, afin d'obtenir des valeurs basales et d'éviter l'influence directe du dialysat sur ces paramètres, ainsi que l'urée, mesurée au début et à la fin de chaque séance afin de calculer le Kt/V. Dans cette étude, certains paramètres tels que la vitamine D, le FGF-23 et les marqueurs de remodelage osseux n'ont pas été pris en compte. Le dosage du calcium et du phosphate a été effectué par colorimétrie, tandis que celui de l'urée a été réalisé par une méthode enzymatique, à l'aide de l'automate ADVIA 1800. Les valeurs de calcémie totale ont été ajustées en cas d'hypoalbuminémie selon la formule suivante : calcémie corrigée (mmol/L) = calcémie mesurée (mmol/L) + $0,025 \times (40 - \text{albumine g/L})$. Le dosage de la PTH intacte (1-84) a été réalisé sur l'automate IMMULITE 2000, utilisant une technique immunométrique de deuxième génération par chimioluminescence.

L'urée a servi au calcul de Kt/V urée monocompartimental ou simple pool (Kt/V_{sp}), Kt/V urée équilibré (Kt/V_{eq}), déterminés par l'équation de seconde génération de Daugirdas (8).

Les paramètres phosphocalciques ont été comparés aux cibles recommandées par KDIGO 2017. En pratique, la calcémie (valeurs normales 82-104 mg/L) et la phosphatémie (25-50 mg/L) devraient être interprétées par rapport aux valeurs de référence du laboratoire. En outre, les concentrations sériques de PTH devraient être maintenues entre deux et neuf fois la valeur de référence du laboratoire (15 - 65 pg/mL), conformément à ces recommandations (6, 9). La conformité aux recommandations KDIGO 2017 a été défini comme la proportion de paramètres biologiques surveillés et maintenus dans les plages cibles préconisées pour la prise en charge des TMO-MRC. L'adhésion globale correspond au pourcentage de patients dont les valeurs de calcium, phosphate et PTH sont simultanément conformes aux cibles recommandées par les KDIGO. Elle a été calculée comme le ratio entre le nombre de patients respectant simultanément les trois critères et le nombre total de patients inclus, exprimé en pourcentage, selon la formule :

$$\text{Conformité (\%)} = \left(\frac{\text{Nombre de patients conformes aux 3 critères KDIGO}}{\text{Nombre total de patients}} \right) * 100$$

L'adéquation de la séance de dialyse était considérée comme assurée lorsque le Kt/V atteint au minimum 1,2 en mode équilibré, soit 1,4 en mode simple pool (8).

L'analyse a été effectuée à l'aide du logiciel Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 20. Les variables continues ont été exprimées en moyennes $\pm$ écart-type lorsque la distribution suivait une loi normale, et en médianes [Q1–Q3] lorsque la distribution n'était pas normale, tandis que les variables catégorielles ont été exprimées en effectifs (n) et pourcentages (%). La corrélation de Pearson a été utilisée afin d'évaluer l'association linéaire entre les variables continues. Les moyennes ont été comparées par le test t de Student (comparaison des valeurs de Kt/V_{sp} et eq entre les hommes et les femmes) et les proportions par le test du Chi-deux. Une valeur de $p < 0,05$ a été retenue comme seuil de significativité statistique.

Résultats

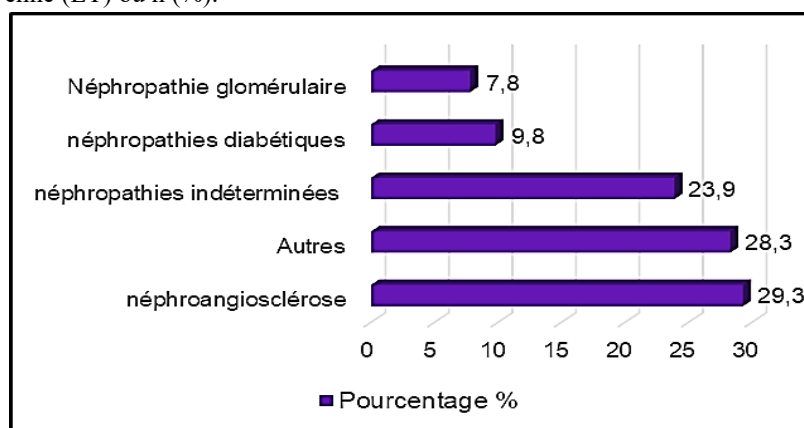
La population étudiée regroupait 92 HDC, dont l'âge variait entre 19 et 80 ans, avec une moyenne de 48 ± 15 ans. La répartition par sexe montrait un ratio de 1,49 en faveur des hommes. La durée moyenne de mise en dialyse était de 9 ± 5 ans (Tableau 1). Les principales néphropathies en cause étaient la néphroangiosclérose (29,3%) et les néphropathies indéterminées (23,9%) (Figure 1). Seuls 79 patients ont été mis sous traitement médicamenteux spécifique pour la prise en charge des TMO-MRC. Les prescriptions médicamenteuses se répartissaient comme suit : 50 % des patients étaient traités par carbonate de calcium, 10,87 % recevaient des chélateurs non calciques du phosphate, et 16,30 % bénéficiaient d'une association vitamine D–carbonate de calcium (Figure 2).

Tableau 1 : Les caractéristiques de base de la population d'étude.

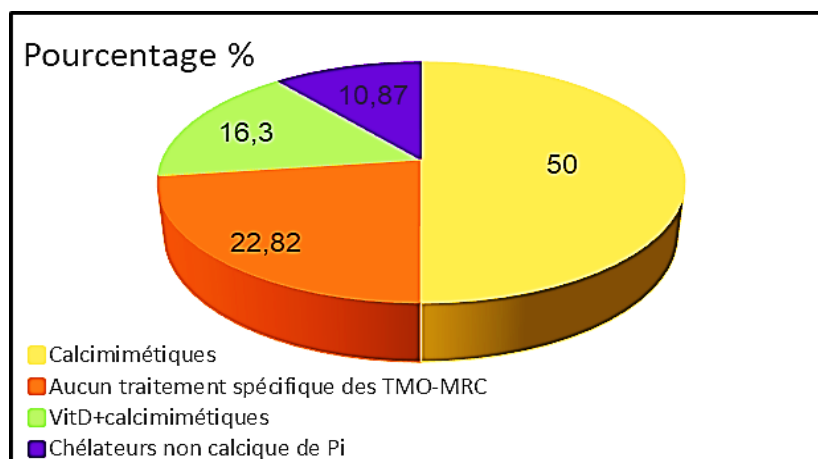
Caractéristiques	Echantillon total (n= 92) Moyenne (ET) ou n (%)
Âge, (années)	48 (15)
Sexe	
Hommes	55 (59,80)
Femmes	37 (40,20)
Durée de dialyse (années)	9 (5)
Poids sec (kg)	62,13 (15,79)
IMC (kg/m ²)	22,46 (6,79)

IMC : indice de masse corporelle.

Résultats exprimés en moyenne (ET) ou n (%).

**Figure 1:** La répartition de la population selon la néphropathie causale.

La catégorie "Autres" regroupe polykystose rénale, malformation rénale, maladie de berger, syndrome d'Alport, néphropathies tubulo-interstitielles chroniques, néphropathie lupique, néphropathie héréditaire et hyalinose segmentaire et focale

**Figure 2:** La répartition des HDC selon le traitement prescrit.

Les moyennes de la calcémie (corrigée en cas d'hypoalbuminémie), de la phosphatémie et de la PTH étaient respectivement $85,03 \pm 13,7$ mg/L; $47,34 \pm 20,34$ mg/L et $564,9 \pm 527,82$ pg/mL (Tableau 2).

Tableau 2 : Les caractéristiques biologiques de la population d'étude.

Caractéristiques	Echantillon total (n= 92)
	Moyenne (ET)
	Médiane [Q1-Q3]
Calcium (mg/L)	85,03 (13,7)
Phosphate (mg/L)	47,34 (20,34)
PTH (pg/mL)	405 [175,8-729,02]
Albumine (mg/L)	45,07 (6,15)
Urée (g/L)	1,62 (0,52)
Créatinine (mg/L)	95,83 (35,38)
Kt/Vsp	1,5 (0,45)
Kt/Veq	1,30 (0,38)

Kt/Vsp : Kt/V monocompartimental.

Kt/Veq : Kt/V équilibré.

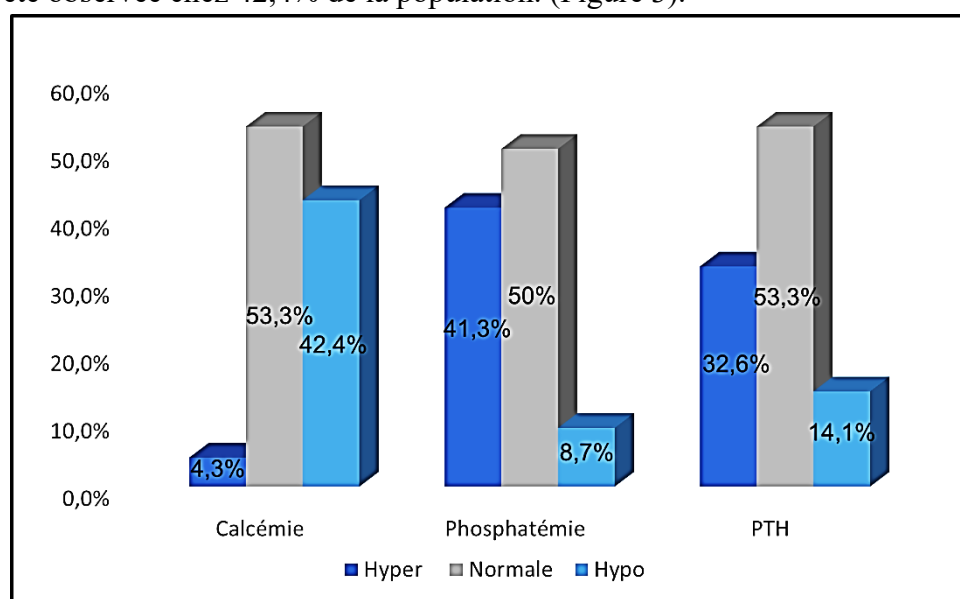
Résultats exprimés en moyenne (ET) et médiane [Q1-Q3].

Le taux de conformité des paramètres biologiques, aux recommandations KDIGO 2017, était de 53,3% pour la calcémie, 50% pour la phosphatémie et 53,3% pour la PTH. Le pourcentage d'adhésion globale était de 13,04%, traduisant qu'une minorité des patients présentaient une conformité simultanée de l'ensemble des paramètres aux valeurs cibles (Tableau 3).

Tableau 3 : Les paramètres phosphocalciques selon les recommandations KDIGO 2017

Paramètres	Moyenne	Cibles KDIGO 2017	Pourcentage (%)
Calcémie (mg/L)	85,03	82 - 104	53,3
Phosphatémie (mg/L)	47,34	24 - 50	50
PTH (pg/mL)	564,9	134 - 603	53,3
Ensemble des paramètres	-	-	13,04

Nous avons noté une hyperparathyroïdie chez 32,6%, une hyperphosphatémie chez 41,3%, alors qu'une hypocalcémie a été observée chez 42,4% de la population. (Figure 3).

**Figure 3 : La prévalence des TMO-MRC de la population d'étude.**

L'évaluation de la dose normalisée de dialyse par les deux modèles Kt/Vsp et Kt/Veq a montré que la moyenne de Kt/Vsp était de $1,5 \pm 0,45$ tandis que celle du Kt/Veq était de $1,30 \pm 0,38$. La répartition des Kt/V sp et eq,

en fonction du sexe, a révélé qu'ils étaient plus élevés chez les femmes comparativement aux hommes, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative (Figure 4).

L'analyse de corrélation entre les valeurs de Kt/V sp et eq et les paramètres du métabolisme minéral (phosphate, calcium, PTH) n'a révélé aucune relation significative, pour l'ensemble des paramètres étudiés.

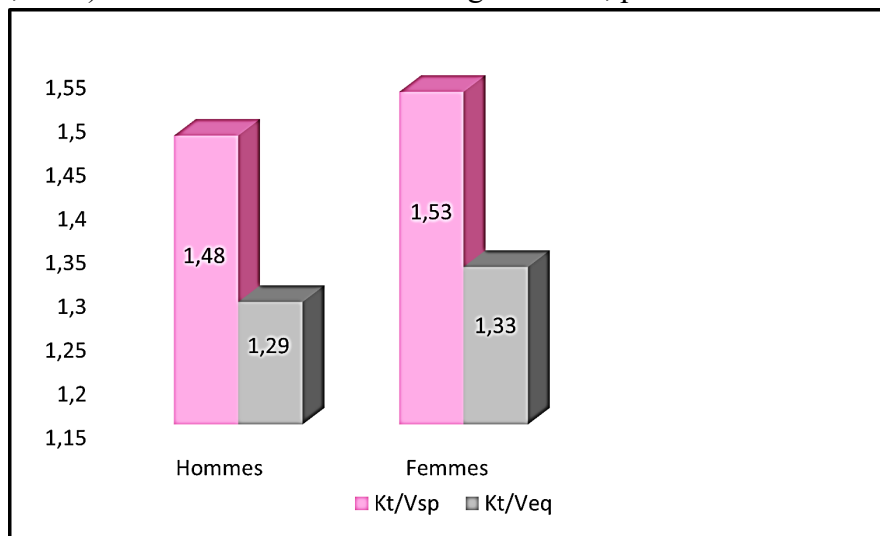


Figure 4: La répartition du Kt/V (sp et eq) en fonction du sexe.

Discussion

La surveillance biologique des TMO est essentielle pour évaluer leur sévérité et suivre la réponse au traitement. Cette étude visait à évaluer les marqueurs biochimiques des TMO chez les HDC du CHU de Sétif. L'échantillon étudié comprenait 92 HDC avec un âge moyen de 48 ± 15 ans, et un sexe ratio de 1,49 en faveur du sexe masculin. La durée moyenne de dialyse était de 9 ± 5 ans. Cinquante pour cent des patients étaient traités par carbonate de calcium. L'adhésion globale aux normes KDIGO 2017 était de 13,04 %, avec une conformité de 53,3 % pour le calcium, 50 % pour le phosphate et 53,3 % pour la PTH. Le sexe féminin présentait une dose normalisée de dialyse (Kt/V) supérieure à celle du sexe masculin. Aucune corrélation significative n'a été observée entre le Kt/V sp et Kt/V eq et les paramètres biologiques du TMO-MRC (phosphate, calcium, PTH).

Les séries européennes rapportent des moyennes d'âge plus élevées que celles observées dans notre étude, notamment dans la série CKD-MBD Observational Study in Europe (COSMOS) réalisée sur plusieurs pays européens (10), ainsi que dans les travaux de Gbaguidi et al. en Martinique (11) et de Pelletier et al. en France (12). En revanche, plusieurs études africaines ont montré des moyennes d'âge comparables, comme celles de Maiga et al. au Niger (13), Rafi et al. au Sénégal (14), Sidi Aly et al. en Mauritanie (15), Samaké et al. au Mali (16), et El Hebil et al. au Maroc (17). Alors qu'en Europe la MRC est principalement une conséquence du vieillissement, du diabète et de l'hypertension, en Afrique elle touche davantage les jeunes à cause des infections, des conditions socio-économiques (automédication, plantes médicinales néphrotoxiques, pollution), du manque de dépistage et à l'accès aux soins, ce qui démontre à la fois la nécessité scientifique de comprendre les déterminants spécifiques de chaque contexte et l'urgence politique d'adapter les stratégies de santé publique aux réalités locales (18). Nous avons constaté une prédominance masculine ce qui est retrouvé dans la majorité des séries (10,13,16,17,19). Les différences homme-femme, dans la MRC, surtout en matière de prévalence et de progression s'expliquent par l'interaction complexe entre facteurs hormonaux, biologiques et socio-comportementaux, soulignant la nécessité d'approches préventives et thérapeutiques sensibles au sexe.

Nos résultats montraient, pour chaque paramètre (calcium, phosphate et PTH), un taux de conformité aux recommandations KDIGO, comparable à celui rapporté par Gbaguidi et al. (11), et El Ati et al. (20), tandis que le taux global de conformité simultanée aux trois indicateurs reste plus faible, mais demeure proche de

celui rapporté dans les études antérieures (12, 13, 21, 22). Notre taux dépasse celui observé par Samaké et al. (16) et Mnif et al. (23), tout en restant en deçà du taux rapporté par El Hebil et al. (17). Ce résultat peut s'expliquer par la complexité des troubles phosphocalciques chez les patients dialysés et les contraintes thérapeutiques qui rendent difficile l'atteinte simultanée des cibles.

Dans notre étude la calcémie, la phosphatémie et la PTH, avaient des moyennes respectives proches de celles rapportées par les études antérieures (15, 21, 24). L'hyperphosphatémie constitue une complication fréquente des stades avancés de la MRC, en particulier chez les HDC (25). Dans notre cas, elle a été observée chez 41,3 % des patients, proportion analogue à celle décrite par Maiga et al. (13), Sidi Aly et al. (15), El Hebil et al. (17) et Khilil et al. (22), mais comparativement inférieure aux taux rapportés en France (12) et en Algérie (Béjaia) (26). L'étude Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) confirme la présence d'hyperphosphatémie chez plus de 50 % des patients sous HDC et qualifie le phosphate de paramètre biologique difficile à corriger malgré un traitement par chélateurs (27). Ce taux élevé d'hyperphosphatémie peut s'expliquer par la diminution de l'excrétion rénale, l'efficacité limitée de la dialyse, les apports alimentaires, ainsi que par des contraintes liées à l'observance et à la disponibilité des chélateurs de phosphate. Ces résultats illustrent la complexité du contrôle de ce paramètre biologique, malgré son identification comme objectif prioritaire dans les recommandations KDIGO et traduisent ainsi le besoin d'approches thérapeutiques innovantes.

L'hyperparathyroïdie secondaire (HPTS) à MRC favorise l'apparition de déformations osseuses, de calcifications vasculaires, augmente le risque d'événements cardiovasculaires et contribue à une mortalité accrue. Dans notre série, la proportion des patients présentant une HPTS était inférieure à celle rapportée dans les études de Maiga et al. (13), Samaké et al. (16), El Hebil et al. (17), Lazreq et al. (21) et Seck et al. (28) tout en restant supérieure à celle décrite par Khilil et al. (22). La forte prévalence de cette complication endocrinienne peut être attribuée à plusieurs facteurs, parmi lesquels la durée de la dialyse, le degré de contrôle du phosphate, l'utilisation de vitamine D active ou de calcimimétiques, ainsi que les caractéristiques cliniques propres à la population étudiée.

Dans notre étude, le pourcentage d'hypocalcémie observé était plus élevé que celui de l'hypercalcémie, ce qui reflète son rôle central dans la physiopathologie des TMO-MRC, puisqu'elle constitue le mécanisme initial favorisant l'HPTS. L'hypercalcémie, bien que présente, apparaît moins fréquente et souvent d'origine iatrogène, liée à l'utilisation de chélateurs calciques ou de vitamine D active. Cette différence de prévalence met en évidence l'importance de surveiller en priorité l'hypocalcémie, tout en restant attentif aux complications cardiovasculaires associées à l'hypercalcémie (29).

L'utilisation majoritaire du carbonate de calcium, seul ou associé à la vitamine D, reflète une période historique où les alternatives thérapeutiques étaient limitées. L'arrivée des calcimimétiques a ensuite marqué une évolution importante, en permettant de contrôler la sécrétion de PTH sans accroître la charge calcique. Plus récemment, les chélateurs non calciques du phosphate ont élargi l'arsenal thérapeutique en réduisant le risque d'hypercalcémie et de calcifications vasculaires. Toutefois, leur coût élevé et leur disponibilité variable font qu'ils ne sont pas à la portée de tous les patients en HDC, ce qui explique des différences d'utilisation et de prévalence rapportées entre les différentes séries et études (30).

Une dialyse adéquate et efficace constitue un déterminant majeur de la qualité de vie des patients HDC, tout en contribuant à la réduction des complications associées et de la mortalité. L'évaluation de l'adéquation de la dialyse demeure complexe, car elle repose sur plusieurs paramètres cliniques, tels que le contrôle de l'équilibre hydrique et électrolytique. Toutefois, pour estimer la dose de dialyse administrée, l'indicateur le plus couramment utilisé en pratique clinique est le rapport Kt/V urée, déterminé selon les formules de seconde génération de Daugirdas. Ainsi le Kt/vsp peut donner une estimation artificiellement élevée de la dose de dialyse, en particulier lors de séances de courte durée ou réalisées à haut débit. Le Kt/Veq constitue une mesure plus précise de l'efficacité de la dialyse, car il prend en compte le phénomène de rebond de l'urée observé

après la séance, lié à la redistribution des solutés entre les compartiments corporels (31). Selon les recommandations Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) (National Kidney Foundation NKF, 2015), la dose de dialyse Kt/V_{sp} doit correspondre à une valeur cible de 1,4. Lorsqu'elle est exprimée en Kt/V_{eq} , l'objectif optimal est fixé à 1,2 (32). Nos résultats ont montré une moyenne de Kt/V_{sp} qui corrobore les données rapportées par l'étude de Abilah et al. (33) et rejoignent également les observations de l'étude DOPPS, laquelle suggère qu'une cible plus élevée pourrait être associée à une meilleure qualité de dialyse et à une réduction du risque de mortalité (27). Notre étude a rapporté une valeur moyenne de Kt/V_{eq} identique à celle observée par l'étude de Pattharanitima et al. lesquels ont montré que des valeurs supérieures au seuil recommandé pourraient être associées à une meilleure survie (34). Nous avons trouvé que les valeurs du Kt/V_{sp} et eq avaient tendance à être plus élevées chez les femmes que chez les hommes, cette tendance, bien que non significative, est cohérente avec les données de la littérature qui attribuent les différences de Kt/V entre sexes à la composition corporelle et au volume de distribution de l'urée. En effet, les femmes présentent généralement une masse musculaire et un volume corporel total inférieurs à ceux des hommes, ce qui réduit le volume de distribution de l'urée (V). Comme le Kt/V est inversement proportionnel à ce volume, une même dose de dialyse (Kt) conduit mécaniquement à des valeurs plus élevées chez les femmes. Ainsi, pour une clairance et une durée de séance identiques, le rapport Kt/V est artificiellement majoré chez les femmes, traduisant une différence liée à la physiologie corporelle plutôt qu'à une efficacité accrue de la dialyse (34-36). Plusieurs études n'ont pas trouvé de corrélation significative entre le Kt/V et les paramètres biologiques du TMO-MRC (phosphate, calcium, PTH), confirmant ainsi les résultats observés dans cette étude (37,38). Cette absence de lien direct s'explique par le fait que le Kt/V de l'urée ne reflète pas fidèlement la clairance du phosphore, dont l'élimination dépend surtout de la durée hebdomadaire de dialyse, mais aussi de facteurs extrinsèques tels que l'apport alimentaire et l'utilisation des chélateurs de phosphate (39).

Cependant, notre étude présente certaines limites, notamment sa nature monocentrique restreint la puissance statistique et la validité externe de nos conclusions. De plus, son caractère transversal ne permet pas d'appréhender la dynamique des paramètres phosphocalciques. L'absence de temporalité constitue une limite méthodologique, car les recommandations KDIGO 2017 reposent sur une surveillance régulière et évolutive. Ainsi, nos résultats décrivent la prévalence des anomalies mais ne permettent pas d'évaluer la qualité du suivi ni l'adaptation thérapeutique dans le temps.

Conclusion

En conclusion, cette étude a révélé une prévalence élevée des TMO chez les patients HDC du CHU de Sétif. Ces anomalies représentent un véritable défi, en raison de la gravité de leurs conséquences et de la difficulté à atteindre les cibles thérapeutiques recommandées. Les taux moyens de conformité aux recommandations KDIGO restent globalement insuffisants. Une approche thérapeutique personnalisée s'impose afin d'améliorer la prise en charge, sachant que l'application de ces recommandations se heurte à des obstacles majeurs dans un environnement socio-économique contraignant.

Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

1. Bello AK, Okpechi IG, Levin A, Ye F, Saad S, Zaidi D, et al. ISN–Global Kidney Health Atlas: 2023 [Internet]. Brussels: International Society of Nephrology; 2023 [cité 20 déc. 2025]. Disponible sur: <https://www.theisn.org/global-atlas>.
2. Heaf JG. Chronic Kidney Disease-Mineral Bone Disorder in the Elderly Peritoneal Dialysis Patient. *Perit Dial Int*. 2015 ;35(6):640-4. doi:10.3747/pdi.2014.00339

3. Ketteler M, Block GA, Evenepoel P, Fukagawa M, Herzog CA, McCann L, et al. Executive summary of the 2017 KDIGO Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD) Guideline Update: what's changed and why it matters. *Kidney Int.* 2017 Jul; 92(1):26-36. doi:10.1016/j.kint.2017.04.006
4. Moe S, Drüeke T, Cunningham J, Goodman W, Martin K, Olgaard K, et al. Definition, evaluation, and classification of renal osteodystrophy: a position statement from kidney disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int.* 2006 Jun;69(11):1945-53. doi:10.1038/sj.ki.5000414
5. Chapter 1: Introduction and definition of CKD-MBD and the development of the guideline statements. *Kidney Int Suppl.* 2009 Aug;76(113):S3–8. doi:10.1038/ki.2009.189.
6. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD-MBD Work Group. KDIGO clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, prevention, and treatment of Chronic Kidney Disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD). *Kidney Int Suppl.* 2009 Aug;(113):S1-130. doi:10.1038/ki.2009.188
7. Yamada S, Nakano T. Role of Chronic Kidney Disease (CKD)-Mineral and Bone Disorder (MBD) in the Pathogenesis of Cardiovascular Disease in CKD. *J Atheroscler Thromb.* 2023 Aug 1;30(8):835-850. doi:10.5551/jat.RV22006
8. Hanoy M, Le Roy F, Guerrot D. Prescription de la dose de dialyse. *Nephrol. Ther.* 2019 Apr;15 Suppl 1:S101-S107. doi:10.1016/j.nephro.2019.03.001
9. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD-MBD Update Work Group. KDIGO 2017 clinical practice guideline update for the diagnosis, evaluation, prevention, and treatment of chronic kidney disease-Mineral and Bone Disorder (CKD-MBD). *Kidney Int Suppl.* 2017 Jul;7(1):1-59. doi:10.1016/j.kisu.2017.04.001
10. Fernández-Martín JL, Carrero JJ, Benedik M, Bos WJ, Covic A, Ferreira A, et al. COSMOS: the dialysis scenario of CKD-MBD in Europe. *Nephrol Dial Transplant.* 2013 Jul;28(7):1922-35. doi:10.1093/ndt/gfs418
11. Gbaguidi A, Agboton C, Gbaguidi H, Davodoun T, Dueymes JM. Évaluation du profil phosphocalcique des patients hémodialysés. *Nephrol Ther.* 2012;8(5):318-23. doi:10.1016/j.nephro.2012.07.241
12. Pelletier S, Roth H, Bouchet JL, Druke TB, Hannedouche T, Jean G, et al. Évolution de la prise en charge des troubles minéraux et osseux des patients hémodialysés en France entre 2008 et 2012: Observatoire national du métabolisme minéral et osseux. *Nephrol Ther.* 2016;12(3):171-7. doi: 10.1016/j.nephro.2015.11.005
13. Maïga Z, Bonkano D, Idrisa AW, Adognon KJ, Andia AK, Adehossi EO. Analyse des troubles minéraux et osseux chez les hémodialysés chroniques au service de néphrologie et d'hémodialyse de l'hôpital national Amirou Boubacar Diallo. *JACCR Afr.* 2023;7(2):357-63.
14. Hanae R. Troubles minéralo-osseux chez les hémodialysés chroniques au service de Néphrologie-Hémodialyse de l'Hôpital Aristide Le Dantec [mémoire de médecine]. Dakar: Université Cheikh Anta Diop; 2016 [consulté le 26 déc 2025]. Disponible sur: <http://196.1.97.20/viewer.php?c=mmoires&d=memm%5f2016%5f0131>
15. Sidi Aly A, Mah SM, Mohamed Lamine Sidina S, Lemrabott M, Beddi ML, Emeyen OE, et al. Troubles du métabolisme minéral et osseux chez les patients hémodialysés chroniques en Mauritanie: évaluation de l'adhésion aux recommandations internationales (KDOQI et KDIGO). *Nephrol Ther.* 2017;13(5):333-7. doi:10.1016/j.nephro.2017.08.154
16. Samaké M, Kodio A, Yattara H, Coulibaly M, Sy S, Fofana A, et al. Profil phosphocalcique des patients hémodialysés chroniques dans le service de néphrologie et d'hémodialyse du CHU du Point G. *Health Sci Dis.* 2019;20(6):91-3. doi:10.5281/hsd.v20i6.1640
17. El Hebil M, Hamdi F, El Alaoui F, Chemlal A, Haddiya I, Bentata Y. Troubles phosphocalciques chez les patients hémodialysés chroniques : quelle atteinte des objectifs recommandés en 2017 ? *Nephrol Ther.* 2017;13(5):371-5. doi:10.1016/j.nephro.2017.08.245
18. Jha V, Garcia-Garcia G, Iseki K, Li Z, Naicker S, Plattner B, et al. chronic kidney disease: global dimension and perspectives. *Lancet.* 2013 Jul 20;382(9888):260-72. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60687-X
19. El Ati Z, Ben Tekaya R, Ayed A, Hachfi H, Hadj Brahim M, Elhadhri A, et al. Sous l'écorce des os : les déséquilibres minéraux chez les patients hémodialysés chroniques. *Ann Endocrinol.* 2025 ;86(6):102200. doi:10.1016/j.ando.2025.102200
20. El Ati Z, Mchafer H, Zaatir N, Ati N, Sbaa M, Bouzidi H. Troubles minéraux et osseux en hémodialyse chronique : évaluation de l'adhésion aux recommandations KDIGO. *Nephrol Ther.* 2016;12(5):322. doi:10.1016/j.nephro.2016.07.084
21. Lazreq F, Sanama C, Zkik A, Biaz A, Elmachtani Idrissi S, Kabbaj D, et al. Perturbations biochimiques du métabolisme phosphocalcique chez les patients hémodialysés de l'Hôpital militaire d'instruction Mohamed V de Rabat-Maroc [e-poster]. In: Journées de l'Innovation en Biologie (JIB); 2021; Paris, France.
22. Khilil S, El Akkari L, El Hammoumi N, Bennani Z, Balouche L, Bamou Y, et al. Phosphocalcic status of Morocco chronic hemodialysis patients and adherence to Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) recommendations. *Sch Int J Biochem.* 2021;4(4):37-41. doi:10.36348/sjib.2021.v04i04.001
23. Mnif K, Toumi S, Mahfoudh H, Jarraya F, Hachicha J. Troubles minéraux et osseux dans une population de dialysés chroniques: évaluation de l'adhésion au recours KDIGO. *Nephrol Ther.* 2014;10(5):311-6. doi:10.1016/j.nephro.2014.07.054

24. Benabdellah N, Karimi I, Bentata Y, Yacoubi H, Haddiya I. Statut phospho-calcique en hémodialyse chronique dans l'Orientale Marocain: évaluation de l'adhésion aux recommandations K/DOQI et KDIGO. *Pan Afr Med J.* 2013;16:23. doi:10.11604/pamj.2013.16.23.1959
25. Raju S, Saxena R. Hyperphosphatemia in kidney failure: pathophysiology, challenges, and critical role of phosphorus management. *Nutrients.* 2025 May 5;17(9):1587. doi:10.3390/nu17091587
26. Mostphaoui L, Boudrahem S. Troubles minéraux et osseux chez l'hémodialysé [mémoire de doctorat en médecine]. Béjaïa (Algérie): Université de Béjaïa, Faculté de Médecine; 2018. 168 p. [consulté le 26 déc 2025]. Disponible sur: https://www.univ-bejaia.dz/opacmed/index.php?lvl=author_see&id=6229.
27. Young EW, Albert JM, Satayathum S, Goodkin DA, Pisoni RL, Akiba T, et al. Predictors and consequences of altered mineral metabolism: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney Int.* 2005 Mar;67(3):1179-87. doi: 10.1111/j.1523-1755.2005.00185.x
28. Seck SM, Dahaba M, Ka EF, Cisse MM, Gueye S, Tal AO. Mineral and bone disease in black African hemodialysis patients: a report from Senegal. *Nephrourol Mon.* 2012 Fall;4(4):613-6. doi:10.5812/numonthly.4225
29. Yong MHA, Seng JJB, Tan YLC, Wong J, How P. Prevalence and outcomes associated with hypocalcaemia and hypercalcaemia among pre-dialysis chronic kidney disease patients with mineral and bone disorder. *Singapore Med J.* 2024 Aug 1;65(8):421-9. doi:10.4103/singaporemedj.SMJ-2021-391
30. Achek Bouajila I, De Seigneux S. Chélateurs du phosphate: quelles sont les dernières évidences? *Rev Med.* 2017;13(551):468. doi:10.53738/REVMED.2017.13.551.0468
31. Liang KV, Zhang JH, Palevsky PM. Urea reduction ratio may be a simpler approach for measurement of adequacy of intermittent hemodialysis in acute kidney injury. *BMC Nephrol.* 2019 Mar 6;20(1):82. doi:10.1186/s12882-019-1272-7
32. National Kidney Foundation. KDOQI clinical practice guideline for hemodialysis adequacy: 2015 update. *Am J Kidney Dis.* 2015 Nov;66(5):884-930. doi:10.1053/j.ajkd.2015.07.015
33. Bakari AI, Yahaya JJ, Matobogolo BM, Abraham ZS, Mpondo B. Adequacy of haemodialysis and associated factors among patients with end-stage kidney disease in Tanzania. *J Taibah Univ Med Sci.* 2024 Jan 5;19(2):287-95. doi:10.1016/j.jtumed.2023.12.008
34. Pattharanitima P, Chauhan K, El Shamy O, Chaudhary K, Sharma S, Coca SG et al. The association of standard Kt/V and surface area-normalized standard Kt/V with clinical outcomes in hemodialysis patients. *Hemodial Int.* 2020 Oct;24(4):495-505. doi:10.1111/hdi.12865
35. Depner T, Daugirdas J, Greene T, Allon M, Beck G, Chumlea C, et al. Hemodialysis Study Group. Dialysis dose and the effect of gender and body size on outcome in the HEMO Study. *Kidney Int.* 2004 Apr;65(4):1386-94. doi:10.1111/j.1523-1755.2004.00519.x
36. Liu W, Qiao Z, Xu Y, Zhang Q, Xie M, Ma C. Adjusting dialysis dose (Kt) scaled to body surface area could be a more logical approach. *PLoS One.* 2024 Oct 7;19(10):e0311175. doi:10.1371/journal.pone.0311175
37. Ai S, Xu Q, Chen G, Zheng K, Qin Y, Li X. Effects of hemodialysis adequacy on chronic kidney disease complications using latent class trajectory modeling: a real-world study based on long-term observation of Kt/V. *Front Med (Lausanne).* 2024 Sep 19;11:1449919. doi:10.3389/fmed.2024.1449919
38. Gallar P, Ortiz M, Ortega O, Rodríguez I, Seijas V, Carreño A, Olié A, Vigil A. Factores en la eliminación de fósforo en hemodiálisis [Factors which influence phosphorus removal in hemodialysis]. *Nefrologia.* 2007;27(1):46-52.
39. Daugirdas JT. Dialysis dosing for chronic hemodialysis: beyond Kt/V. *Semin Dial.* 2014 Mar;27(2):98-107. doi:10.1111/sdi.12201