

**THÈSE**  
**pour le**  
**DIPLÔME D'ÉTAT**  
**DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

par

***Jérémy CLASSE***

-----

*Présentée et soutenue publiquement le 7 juillet 2022*

L'analyse pharmaceutique de la composition corporelle  
bioimpédancemétrique dans le suivi patient à l'officine : intérêts dans la  
pathologie rénale chronique et expérimentation du BIODY XPERT ZM®

**Présidente :** Me CARBONNELLE Delphine

**Directrice de thèse :** Me NAZIH Françoise

**Membre du jury :** Me GOUY Anne



## *Remerciements*

Il y aurait beaucoup trop de personnes à saluer ou remercier, si je devais toutes les citer.

Avant tout, et parce ce que c'est elle qui, depuis les années de concours PACES, me supporte et me soutiens au quotidien depuis bientôt 10 ans, je tiens particulièrement à remercier du fond du cœur ma compagne (et future potentielle un jour viendra femme) Eudoxie, qui a pondu le plus merveilleux des petits bonhomme, Temoe, qui m'apporte plus d'amour et de bonheur qu'on ne pourrait l'imaginer. Je vous aime, plus que tout au monde et jusqu'aux étoiles.

Bien entendu, je remercie de tout mon cœur ma mère, qui, si je ne l'en avais pas empêché, aurait co-écrit cette thèse avec moi ! Mais c'est comme ça, elle ferait tout et elle a tout fait pour ses enfants, jusqu'au bout et sans elle je ne serais pas aller bien loin dans cette aventure. Ohana.

Je remercie également mon père, qui a toujours été derrière moi et m'a poussé à aller au bout notamment pendant les années concours, quand il venait me voir pour me rappeler que les autres, pendant que j'étais là à ne rien faire, bossent plus et gagnent des places ! C'est aussi grâce à ça que je me suis dépassé, même à bout de force, pour y arriver.

Je demande des excuses à mes sœurs, qui ont subit les années concours et les échecs avec moi. Ça en aura fait, des drames, des chagrins, des déceptions, mais on s'en sort plus grands, plus forts, pas vrai ? Je vous aime fort et je vous souhaite un épanouissement total dans vos vies, quelque soit le chemin que vous emprunterez.

Je remercie chaleureusement mes (futurs) beaux-parents et beau-frère, qui, de plus loin mais pas moins, ont suivi mon aventure depuis son commencement jusqu'à son achèvement. Ils étaient là aussi, pour les fessées à chaque échec, mais surtout pour les félicitations à chaque avancée.

Je ne peux terminer l'interminable vie étudiante sans remercier également les enseignants, qui nous ont encadré, nous ont guidé, nous ont supporté aussi, nous ont cherché dans la salle à chaque absence, sans rancune ! Tout particulièrement, je salue Me Sallenave, qui nous a tenu la main jusqu'à la ligne d'arrivée, mais aussi Me Nazih et Me Carbonnelle qui constituent mon jury en ce 7 juillet 2022, qui ont toute

mon admiration et mon respect, qui ont été là dès le début, et qui sont là, pour la toute fin.

Un merci tout particulier à mes encadrantes de stage de 6<sup>e</sup> année, Me Robin et Me Gouy, pour avoir été adorables avec moi, pour m'avoir formé du mieux possible en pleine première vague de covid-19, et pour m'accompagner dans mes tout derniers moments en tant qu'étudiant.

Un grand coucou et merci à mon équipe Pénestinoise, capillairement unique au monde, au côté de qui je bosse tous les jours avec plaisir, et qui a su aussi m'inciter plus ou moins implicitement à passer cette soutenance le plus vite possible. Pour certaines d'entre vous... à demain !

Je ne peux pas ne pas parler d'eux, mes copains de fac, ceux avec qui l'intelligence n'a pas été le critère de rapprochement amical, je parle de mes Zombars, avec qui j'ai passé des moments incroyables, certains dont je ne me souviens pas, mais c'était forcément incroyable, et avec qui je continue de partager de super moments. Merci d'avoir été des épaules de frappe pour les moments difficiles, d'avoir toujours les mots pour dédramatiser, pour faire rigoler, pour faire oublier.

A vous, les amis de longue date, Ken, Leïla (Schtroumpfette), Cam, Gueguette, Ludo, merci d'être à mes côtés depuis maintenant... presque 20 ans, pour certains d'entre vous.

Un petit mot pour l'équipe Santé, et pour l'esprit rugbystique indescriptible que je retiens de cette bande de clébards ! Cartons rouges, Bristol, Dr La Pompe, le ferry, le bus qui part à 11h, le sandwich de la Mie Caline, Papillon (le Troll), bref parce que santé ?? LOURD !

## 1. Avant-propos

- 1.1. Circonstances de découverte du bioimpédancemètre
- 1.2. Questionnement sur l'extension de son utilisation à l'officine

## 2. Introduction

- 2.1. Définition de la bioimpédancemétrie
- 2.2. Les différents types de mesures bioimpédancemétriques
- 2.3. Accessibilité à la bioimpédancemétrie en automesure
- 2.4. Utilisation de la bioimpédancemétrie dans un contexte pathologique
- 2.5. Contextualisation de l'intervention pharmaceutique dans l'analyse des données bioimpédancemétriques pour l'accompagnement dans la prise en charge du patient.

## 3. Patients, matériels et méthodes

- 3.1. Expérimentation de l'analyse de données bioimpédancemétriques à des fins de suivi patient (**1<sup>ère</sup> partie**)
  - Découverte des données bioimpédancemétriques dans le cadre d'une expérience personnelle de perte de poids
    - 3.1.1. Généralités sportives
    - 3.1.2. Généralités diététiques
    - 3.1.3. Recueil des mesures d'impédancemétrie
    - 3.1.4. Protocolisation de l'expérience
- 3.2. Expérimentation de l'analyse de données bioimpédancemétriques à des fins de suivi patient (**2<sup>ème</sup> partie**)
  - Recueil d'impressions sur l'intérêt de la bioimpédancemétrie sur un possible accompagnement des patients en officine
    - 3.2.1. Du point de vue des patients
      - *Evaluation de l'intérêt du patient pour l'optimisation de son suivi officinal grâce au bioimpédancemètre*
    - 3.2.2. Du point de vue des pharmaciens (enquête/questionnaire court)
      - Evaluation de l'intérêt du pharmacien pour l'optimisation du suivi officinal des patients grâce au bioimpédancemètre

## 4. Résultats

- 4.1. Expérience personnelle de perte de poids et mesures de bioimpédancemétrie
  - 4.1.1. Présentation des résultats
  - 4.1.2. Analyse pharmaceutique
- 4.2. Recueils d'impressions
  - 4.2.1. Présentation des résultats des questionnaires patients
  - 4.2.2. Présentation des résultats des questionnaires pharmaciens

## 5. Discussion

## 6. Conclusion

## 7. Bibliographie

## 8. Annexes

- Tableaux
- Schémas
- Figures

## **9. Résumé**

## 1. Avant-propos

### 1.1. Circonstances de découverte du bioimpédancemètre

L'idée de ce sujet de thèse est née principalement d'une expérience personnelle de perte de poids assistée d'un bioimpédancemètre gracieusement prêté par l'entreprise Aminogram® (La Ciotat, France). Ce dispositif médical permet le recueil de nombreux paramètres métaboliques, de composition corporelle, de manière non-invasive et en automesure. Grossièrement, il fait des mesures similaires aux pèse-personnes impédancemètres, mais enregistre beaucoup plus de données et en qualité professionnelle.

Du 9 septembre au 28 octobre 2019, j'ai participé à un « challenge sportif » dans une salle de sport réputée pour ses programmes de perte de poids intensifs sur un temps très court. L'objectif étant de perdre 7kg ou plus en 6 semaines. La validité des résultats de ce challenge imposait la présence à 4 séances de sport de 50 minutes à la salle d'entraînement par semaine, pendant les 6 semaines. Le sport pratiqué étant un équivalent de « crosstraining ». Chaque séance était entièrement mise en place et appliquée par les « coachs » sportifs de la salle.

En parallèle de l'activité physique intensive, d'un point de vue alimentaire, j'étais restreint à une liste stricte d'aliments autorisés, classés par catégories alimentaires : protéines, glucides complexes, légumes (limitation stricte des lipides, aucun glucide simple). Les quantités autorisées par type d'aliment étaient également prédéfinies. Ce programme de sport intensif ne s'accompagne d'aucune surveillance médicale et en dehors de la perte de poids hebdomadaire et des modifications physiques qui l'accompagnent, aucun paramètre biologique ou de modification de la composition corporelle ne sont recueillis ou analysés. Il n'est donc pas possible de juger des retentissements précis des efforts physiques intenses et répétés combinés à une diététique très stricte sur le métabolisme au décours de chaque séance et à la fin du cycle d'entraînement. J'ai donc décidé d'utiliser cette expérience personnelle comme illustration de l'utilisation du bioimpédancemètre, pour en découvrir les principes biophysiques théoriques et pratiques appliqués, dans le cadre spécifique de ce « challenge sportif »

### 1.2. Questionnement de l'extension de son utilisation à l'officine

Mon objectif, par le biais de cette première expérience personnelle, était de projeter la possible utilisation des mesures de bioimpédancemétrie dans l'accompagnement en officine de patients soumis à des prises en charge diététiques et/ou porteurs de maladies chroniques (hydratation intra//extracellulaire chez les insuffisants rénaux ou insuffisants cardiaques, la masse grasse chez les diabétiques ou encore la masse musculaire chez les patients atteints de cancers ou âgés). La connaissance des modifications de la composition corporelle précise chez ces populations de patients en particulier, pourrait être médicalement d'intérêt dans le cadre de protocole de soins

ambulatoire en partenariat entre le pharmacien d'officine et les équipes médicales référentes. En effet, un appareil de mesure bioimpédancemétrique professionnel comme le Biody Xpert ZM® (Aminogram, La Ciotat, France) qui m'a été prêté pendant mon expérience, permet non seulement de mesurer plusieurs dizaines de paramètres différents (masse musculaire, masse grasse, hydratation intra/extracellulaire, calcification osseuse...Etc) mais il est également équipé d'un système bluetooth qui permet de recueillir les données sur un logiciel informatique et d'en faire l'analyse en temps réel. Les données de chaque automesure sont alors comparées aux précédentes sous forme de tableaux/diagrammes/graphiques, ce qui en fait un outil complet et précis qui offre un suivi personnalisé du patient. Compte tenu du prix de ces appareils d'automesure bioimpédancemétriques professionnels qui en entrée de gamme s'élève à 2500 euros, l'idée d'un accompagnement de la perte de poids ou des modifications de paramètres corporelles de patients assistée des données d'impédancemétrie par le pharmacien à l'officine, m'est apparue suffisamment intéressante et innovante pour en faire mon sujet de thèse.

## 2. Introduction

### 2.1. Définition de la bioimpédancemétrie

L'analyse bioimpédancemétrique est une approche non invasive et peu coûteuse couramment utilisée dans la mesure de la composition corporelle et l'appréciation de la condition clinique<sup>1</sup>. Il existe de nombreuses techniques de relevé de mesure bioimpédancemétriques ainsi que de méthodes d'interprétation des résultats obtenus.

Depuis la fin du 18<sup>e</sup> siècle, des études<sup>i</sup> sur les propriétés électriques des tissus biologiques sont réalisées. On catégorise ces différentes propriétés en fonction de la source du courant électrique :

- Réponse active (bioélectricité) : survient lorsque le tissu biologique crée un courant électrique par son activité ionique intracellulaire propre.
- Réponse passive : survient lorsque le tissu biologique est stimulé par un courant électrique provenant d'une source externe.

D'un point de vue électrique, l'impédance mesure l'opposition d'un tissu ou d'une matière au flux d'un courant électrique alternatif et par conséquent dépend de la fréquence du courant appliqué. Mathématiquement, l'impédance, en valeur absolue ( $|Z|$ ), est égale à la racine carrée de la somme de la résistance ( $R$ ) au carré et de la réactance ( $X_c$ ) au carré :

$$|Z| = \sqrt{(R^2 + X_c^2)}$$

La réactance est définie par la résistance aux variations de tensions électriques à travers l'objet.

D'un point de vue biologique, la résistance est imputable à l'eau totale de l'organisme, et la réactance aux différentes capacités des cellules membranaires. L'estimation de la composition corporelle par bioimpédancemétrie est basée sur la détermination du volume de l'organisme grâce à la mesure de certaines résistances par application d'un courant électrique de faible intensité (mA) et de haute fréquence (kHz) par des électrodes. Le corps humain est alors divisé en cinq segments de taille hétérogène à savoir les membres inférieurs, les membres supérieurs et le tronc. Chaque compartiment est composé de « fat mass » (masse grasse) et « fat free mass » (masse non grasse).

La masse grasse correspond au tissu minéral osseux et tissu cellulaire (incluant les protéines). Cette fraction de l'organisme est considérée comme non-conductrice de charges électriques. On la retrouve en soustrayant la masse non grasse à la masse totale du corps.

La masse non grasse équivaut à l'eau totale de l'organisme. C'est ce volume qui est considéré comme le volume conducteur du courant électrique, grâce à la conductivité des électrolytes qui y sont dissouts. L'eau totale de l'organisme représente environ

60% du poids total chez un sujet adulte normalement hydraté. Ce taux est plus élevé à la naissance, et diminuera tout au long de la vie du sujet. L'eau se répartit dans différents compartiments formant ainsi les liquides intra et extracellulaires (Conf. Figure 1). Les liquides intra-cellulaires (LIC) correspondent à 2/3 de l'eau totale. Les liquides extra-cellulaires (LEL) représentent le 1/3 restant et se répartissent en : eau plasmatique pour 20%, eau interstitielle pour 80% et liquides transcellulaires quasi négligeables (<1%)<sup>2</sup>.

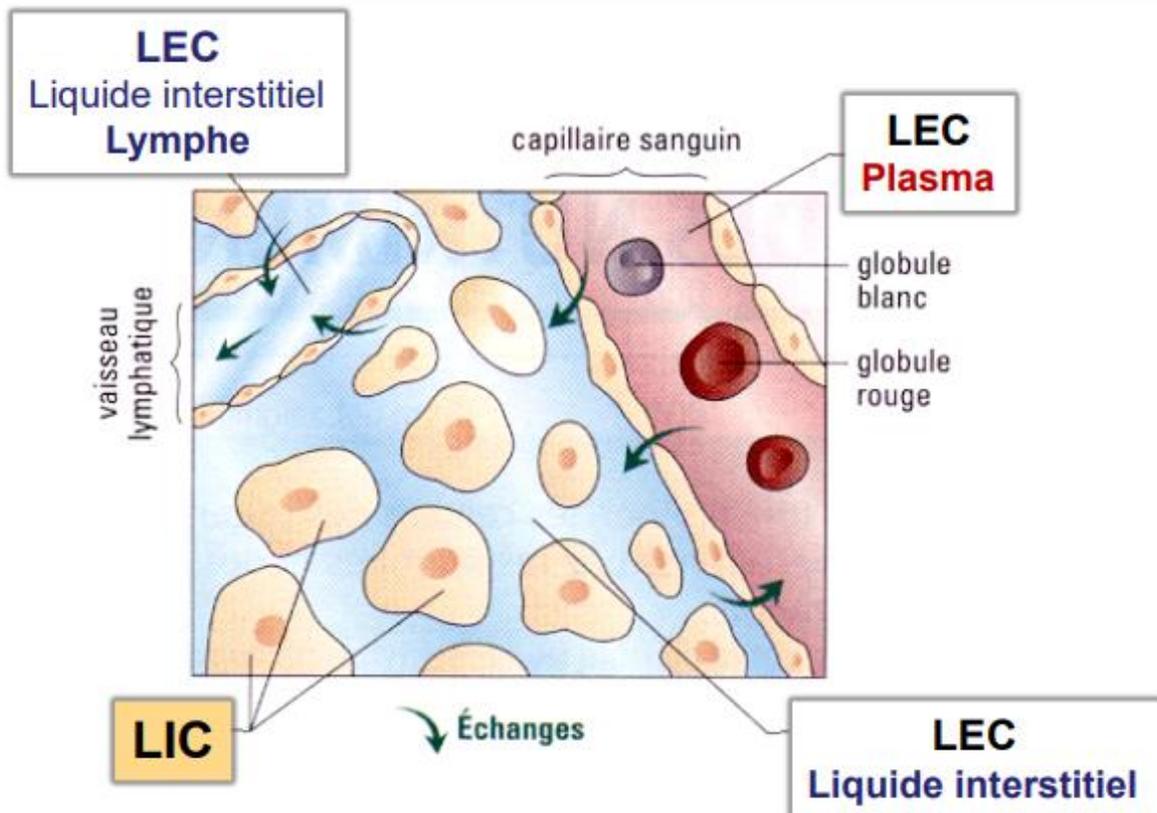


Figure 1 : Compartimentation de l'eau totale dans l'organisme (source = [http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble\\_1112/godin\\_ribuot\\_diane/godin\\_ribuot\\_diane\\_p02/godin\\_ribuot\\_diane\\_p02.pdf](http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble_1112/godin_ribuot_diane/godin_ribuot_diane_p02/godin_ribuot_diane_p02.pdf), consultée le 25/04/2022).

## 2.2. Les différents types de mesures bioimpédancemétriques

- Analyse bioimpédancemétrique à fréquence unique

L'analyse des résultats impédancemétriques obtenus par application d'un courant électrique d'une valeur fixe de 50KHz est appelée impédancemétrie à fréquence unique. Il s'agit de la méthode la plus utilisée, qui a été une des méthodes les plus précocement proposée dans l'estimation de la composition des compartiments du corps humain.

Cette méthode permet de prédire la proportion que représente le liquide extra-cellulaire par rapport au poids corporel total. Le pourcentage restant correspondant au liquide intra-cellulaire. La principale limite de cette méthode est l'hydratation du sujet. En effet, chez un sujet dont l'hydratation n'est pas optimale, les valeurs obtenues ne seraient pas exploitables.

- Analyse bioimpédancemétrique à fréquence multiple

A partir du moment où les résultats impédancemétriques sont obtenus par application d'au moins deux fréquences électrique de valeur différentes, on peut parler de mesure à fréquence multiple. Le principe repose sur l'exposition de l'eau extracellulaire et du poids corporel total à des courants électriques de haute et faible intensité, respectivement.

De nombreuses études scientifiques ont permis de déterminer quelles devaient être les valeurs des fréquences électriques utilisées permettant d'obtenir les mesures les plus fiables possible. En 1982, Hannan *et al.*<sup>3</sup> établissent que les valeurs des paramètres mesurés à des fréquences électriques de moins de 5KHz et de plus de 200KHz se rapprochent le plus des valeurs recherchées.

Patel *et al.*<sup>4</sup> rapportent que chez des patients pathologiques, l'estimation du poids corporel total par méthode bioimpédancemétriques à fréquence unique donnent des résultats plus précis que les mesures à fréquences multiples.

D'une manière générale, la méthode de mesure à fréquences multiples est plus adaptée à l'estimation de l'eau extra-cellulaire chez les patients sains, mais est moins sensible à la détection des échanges de fluides intra et extra-cellulaires chez le sujet pathologique

- Analyse bioimpédancemétrique par spectroscopie

Les données bioimpédancemétriques obtenus par utilisation d'une bande large de fréquences électriques est appelée bioimpédancemétrie par spectroscopie. Cette méthode sur la détermination de la résistance électrique des tissus de la fréquence zéro à la fréquence infinie. Les valeurs ainsi recueillies sont ensuite exploitées dans des équations complexes qui permettent d'estimer les paramètres biologiques

d'intérêt. La limite principale de cette méthode est le phénomène de relaxation des tissus vivants.

- Mesure bioimpédancemétrique du corps entier

C'est la méthode la plus utilisée pour estimer tous les compartiments de l'organisme. La plupart des appareils utilisent trois approches différentes : la méthode main-pied, pied-pied ou encore main-main. La plus pratiquée reste celle où les électrodes sont positionnées au niveau de la main et du pied du patient. Alors, cette méthode consiste à appliquer sur le corps entier un courant électrique, depuis des électrodes émettrices jusqu'aux électrodes réceptrices. Tous les tissus sont traversés, appliquant chacun leurs résistances électriques respectives.

- Mesure bioimpédancemétrique par fragment corporel

Contrairement à la méthode du corps entier, on considère que l'homme est constitué de trois « compartiments » : membres inférieurs, membres supérieurs, tronc. L'analyse des données obtenues sur des fragments de l'organisme offre une estimation beaucoup plus précise de la masse musculaire squelettique et permet de détecter les fluctuations au niveau du liquide extra-cellulaire dues aux changements de postures.

Cette technologie, bien qu'innovante, non invasive, et peu coûteuse, connaît néanmoins certaines limites. De nombreux biais viennent interférer dans la fiabilité de la prise de mesures bioimpédancemétriques et des variations plus ou moins importantes des résultats obtenus peuvent apparaître. Biais, qu'il est indispensable d'inclure dans l'analyse de la composition corporelle lorsque ces méthodes sont appliquées.

Les caractéristiques anthropométriques, à savoir la taille, le poids, l'épaisseur du pli cutané, toutes longueur, largeur ou circonférence mesurables sont à prendre en compte lors d'une prise de mesure bioimpédancemétrique. La négligence de ces paramètres diminue fortement la crédibilité des résultats ainsi obtenus<sup>1</sup>. Le genre fait également parti de ces données à prendre en compte, de nombreuses études ont prouvé que de fortes variations de la composition corporelle sont retrouvés entre un homme et femme. C'est sans doute le critère qui a le plus d'impact dans l'analyse des compartiments corporels par application de méthodes se basant sur la résistance et la compliance électrique des différents tissus. A titre d'exemple, une étude démontre que l'indice de masse grasse (Fat-Mass Index)<sup>1</sup> augmente avec l'âge de 5,6 à 9,4 chez la femme contre 3,7 à 7,4 chez l'homme, indiquant que le sexe influe drastiquement sur les paramètres calculés. Le dépôt des graisses superflues est aussi différent selon le sexe, il se situe principalement au niveau du ventre chez l'homme et au niveau des hanches chez la femme (on appelle cela respectivement l'obésité androïde et gynoïde).

L'âge du patient est également un critère considéré comme variant multifactoriel dans l'analyse de la composition corporelle. En effet, de nombreuses données biologiques et métaboliques évoluent avec l'âge. Des études ont démontré la décroissance de l'indice de masse sèche, de la masse musculaire, masse osseuse et du volume hydrique chez la personne âgée au profit de la masse grasse qui elle augmente avec l'âge. Les équations utilisées par les appareils bioimpédancemétriques donnent des résultats divergents en fonction de l'âge du patient. A cela s'ajoute également l'ethnie, car de nombreux paramètres sont alors intégrés aux équations d'analyse corporelle comme l'environnement, des facteurs nutritifs, culturels et anthropométriques. La conformation et la dimension du corps, la taille des membres peuvent faire varier les résultats obtenus par méthodes bioimpédancemétrique jusqu'à 3%<sup>1</sup>, ce qui représente un biais non négligeable lorsque l'on est en quête de précision. La plupart des études se basent sur des sujets caucasiens, mais certains chercheurs se sont intéressés aux variations retrouvées dans la comparaison des résultats obtenus entre des population américaines, coréennes, indienne, hispaniques ou encore allemandes. Les différences de conformations corporelles retrouvées chez les individus en fonction de leur pays d'origine sont responsables de nombreux écarts lorsque des équations qui ne prennent pas en compte ces paramètres sont utilisées.

Indépendamment des données biologiques et corporelles, la simplicité et l'accessibilité économique de la méthode d'analyse bioimpédancemétrique impose une certaine protocolisation de la prise de mesure pour que la fiabilité et l'authenticité de celle-ci soit scientifiquement acceptables. En effet des études ont démontré que la position du patient et son conditionnement les heures précédant la prise de mesure biaisent significativement les résultats obtenus. Pour une méthode impliquant le positionnement des électrodes au niveau des chevilles et des mains du patient, la position la plus adéquate est la position allongée, les membres supérieurs en abduction respectant un angle par rapport au tronc de 30 degrés, et les membres inférieurs un angle de 45 degrés, le tout à jeun et la vessie et le rectum vides. De la position allongée à la position debout, de nombreuses valeurs subissent un écart trop important pour qu'ils ne soient pas pris en compte. Certaines études mettent également en avant l'importance du positionnement des électrodes sur une peau lavée et saine, à au moins 5 centimètres d'une quelconque lésion qui pourrait faire varier les résultats.

Enfin, les caractéristiques des matériaux utilisés sont également prises en considération dans la protocolisation des prises de mesure. On retrouve au minimum 2 électrodes positionnées sur le corps du patient, l'une émettant le champ électrique, l'autre le collectant. Celles-ci sont majoritairement constituées de chlorure d'argent (AgCl), sont de forme rondes ou rectangle avec une surface de contact d'au moins 4cm<sup>2</sup>. De nombreuses erreurs, qu'elles soient de surestimation ou de sous-estimation, sont retrouvées en cas de mauvais positionnement des électrodes mais aussi d'utilisation de matériaux inappropriés (longueur de câble électrique, gaine isolante d'épaisseur irrégulière, qualité et provenance des matières première divergentes, mauvais calibrage des appareils électroniques etc). La protocolisation de la prise de mesure est capitale pour pallier à ces nombreuses sources d'erreurs et permettra d'obtenir des résultats constants et exploitables dans l'analyse des compartiments corporels par méthodes bioimpédancemétriques.

A titre d'illustration, la société Aminogram® représente schématiquement (Conf. Figure 2<sup>5</sup>) les compartiments corporels et les volumes hydriques associés ainsi que les paramètres biologiques mesurables grâce aux appareils bioimpédancemétriques qu'ils proposent, et que j'utiliserai pour mon expérience sportive.

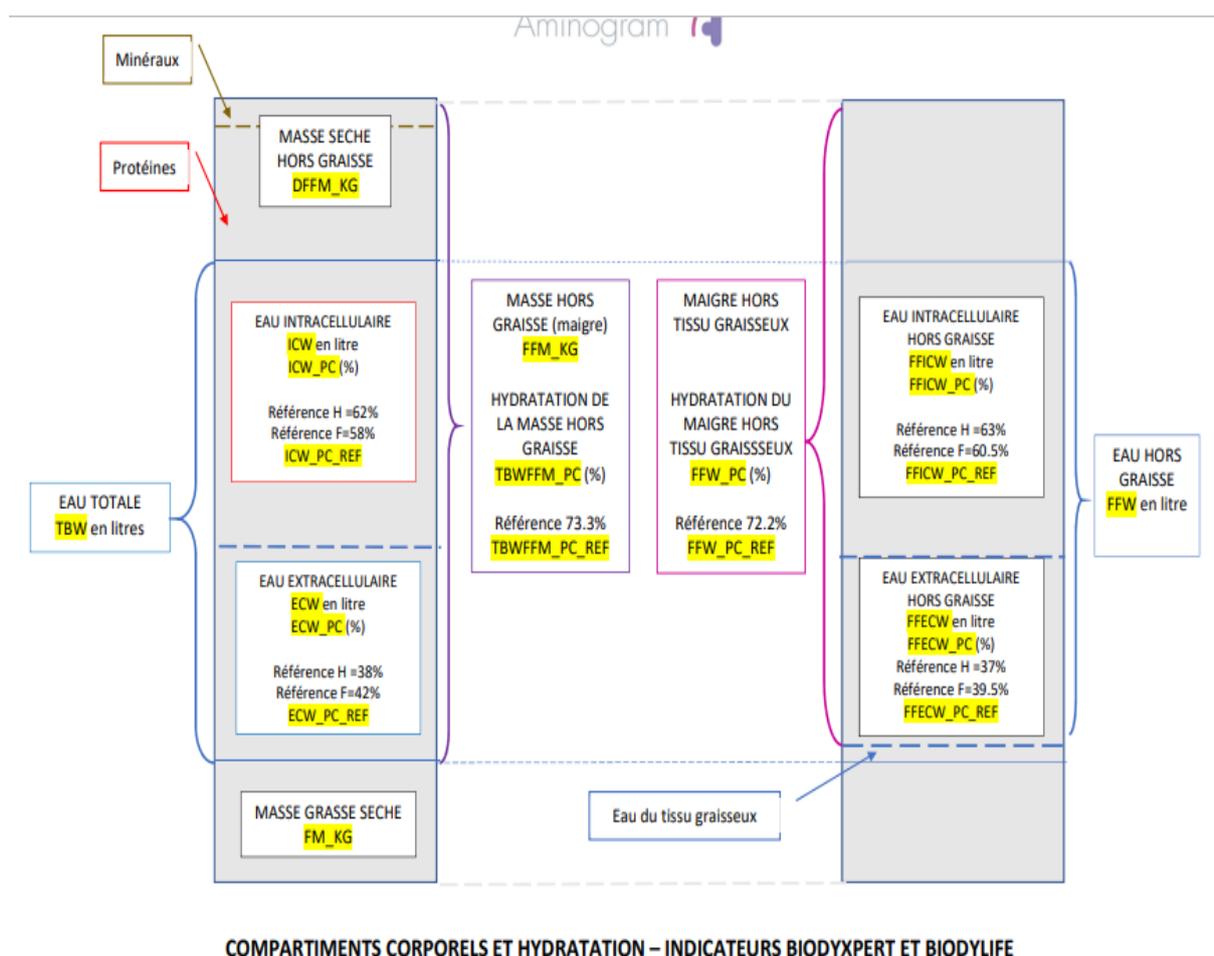


Figure 2 : Schéma des compartiments corporels et hydriques, indicateurs des grandeurs biologiques mesurées appropriées par les appareils de mesures Aminogram®. (source = <https://aminogram.com/les-compartiments-corporels/>, consultée le 14/02/2022).

### 2.3. Démocratisation de l'accès à la bioimpédancemétrie en automesure.

De nos jours nous pouvons trouver dans le commerce des objets connectés possédant l'option « impédancemétrie ». Ces appareils, abordables d'un point de vue financier, représentent un moyen simple et ludique d'analyse de l'évolution de son corps, notamment dans un contexte de suivi diététique ou sportif. En effet, à l'aide de ces appareils impédancemétriques, on obtient par exemple une estimation plus ou moins précise de sa masse musculaire, de sa masse grasse et de son taux d'hydratation. C'est l'utilisation principale, peut-être même la seule (en dehors de l'aspect marketing), qui justifie l'achat de ce genre d'appareil pour une utilisation personnelle, à domicile. Actuellement, il est donc possible de trouver dans le commerce plusieurs types de ces appareils.

Cependant, ce sont des instruments de mesure bon marché basés sur un fonctionnement unipodal : seules les plantes de pieds sont en contact avec des électrodes, ce qui limitent la diffusion des ondes électriques à la moitié inférieure du corps. Les chiffres que l'on voit apparaître à l'écran sont déduits des données ainsi obtenues, par la diffusion des ondes électriques à travers les milieux hydriques des membres inférieurs, d'un pied vers l'autre.

Cette particularité de fonctionnement, en opposition à tout autre appareil impédancemètre qui proposerait un cheminement des ondes électriques main-pied, rend les données ainsi obtenues difficilement analysables et peu fiables. Les hommes sont majoritairement sujets à une obésité dite « androïde », la masse adipeuse étant stockée principalement au niveau de la ceinture abdominale. Les données impédancemétriques obtenues par fonctionnement unipodal auront tendance à sous-estimer la valeur de la masse grasse corporelle. A l'inverse, un sujet féminin développera une obésité dite « gynoïde », correspondant à une accumulation de graisse au niveau des hanches, fesses et cuisses. Cette répartition du tissu adipeux faussera les données de « masse grasse » obtenues par les balances impédancemétriques unipodales.

Les positionnements des électrodes sont résumés par le schéma 1 en annexe.

Voici ci-dessous et à titre d'exemple quelques modèles d'appareils d'automesure d'impédancemétrie que l'on peut actuellement trouver dans le commerce, utilisables en autonomie et à domicile pour surveiller quelques paramètres de composition corporelles :

- ✓ La balance impédancetrique (exemple : FitTrack® photo 1<sup>6</sup>)

Ce type d'appareil disponible et très accessible dans le commerce propose une prise de mesure impédancemétrique directe (sans câble) en position debout. Les électrodes sont en contact avec les pieds uniquement, le champ électrique traverse le corps entier. Bien que peu encombrant, peu coûteux et facile d'utilisation, ce type de dispositif donne des mesures plutôt imprécises de par la position debout, avec une méthode de diffusion électrique pied-pied. Il ne conviendra pas pour une utilisation professionnelle et un suivi patient rigoureux. De plus, l'utilisation d'une application est de plus en plus nécessaire pour la lecture des résultats, ce qui limite son utilisation par le public visé qui ne maîtrise pas toujours cette technologie.



Photo 1 : Balance impédancemétrique FitTack® (source = <https://fr.fittrack.com/products/fittrack-balance-connectee>, consultée le 16/04/2022)

- ✓ La montre connectée (exemple : Aura Band® photo 2<sup>7</sup>)

A l'image de la balance impédancemétrique suscitée, cette technologie de prise de mesure ne représente pas à priori une solution adaptée à la surveillance quotidienne d'un patient malade chronique ou d'un sujet âgé. En effet, indépendamment du prix modérément élevé de ce type de dispositif, la mesure impédancemétrique ne concerne que la moitié haute du corps. Ce sont des équations qui permettent de projeter les valeurs obtenues au corps entier. Cette méthode est imprécise, d'autant que la position de la prise de mesure n'est jamais la même. Bien que pratique de par son port au poignet au quotidien, elle restera adaptée à un suivi personnel et limité de performance sportive ou de perte de poids.



*Photo 2 : Montre impédancemétrique connectée AURA Band®  
(source = <https://auradevices.io/strap2.html>, consultée le 16/04/2022)*

- ✓ L'appareil de mesure impédancemétrique position debout (exemple : InBody 570® photo 3<sup>8</sup>)

Avec cette technologie d'appareil, on passe dans la prise de mesure professionnelle. Malgré une position encore ici debout, l'impédance relevée par mesure directe sur corps entier grâce à un jeu de 4 électrodes : une sous chaque pied, une sous chaque pouce (celles-ci sont positionnées sur des bras articulés latéraux). L'appareil intègre une option de pèse-personne, ce qui permet d'obtenir directement tous les paramètres recherchés en un seul geste, celui d'une simple prise de mesure. Contrairement aux appareils précédemment cités, celui-ci va pouvoir mesurer l'eau intra-cellulaire et extra-cellulaire et en déduire un ratio : eau extra-cellulaire / eau totale. Ce facteur à son importance notamment pour la détermination de la qualité de la masse maigre (dans la littérature internationale on retrouvera le terme FFM = Fat Free Mass, qui désigne les tissus hors-graisse soit la masse maigre). Cette information permettra de détecter les anomalies de rétention d'eau, comme par exemple les œdèmes ou les phénomènes inflammatoires.

L'inconvénient majeur de cet appareil est son prix, plusieurs milliers d'euros en fonction du modèle choisi et de sa performance. On notera également l'encombrement important qu'il représente, car il est lourd et volumineux. C'est un appareil de mesure impédancemétrique précis et fiable, mais qui ne sera pas adapté à la problématique de départ.



*Photo 3 : Balance impédancemétrique professionnelle InBody 570®  
(source = <https://fr.inbody.com/impedancemetres-inbody/impedancemetre-inbody-570/>,  
consultée le 16/04/2022)*

- ✓ L'appareil de mesure bioimpédancemétrique position assise (exemple : Biody Xpert ZM® photo 4<sup>9</sup>)

Cet appareil sera détaillé plus loin dans la partie 3. *Expérimentation de l'analyse de données bioimpédancemétrique à des fins de suivis patients.*

En résumé, il s'agit d'un bioimpédancemètre, dispositif de mesure de qualité et de précision professionnelle, compact, léger et très simple d'utilisation. La prise de mesure se fait en position assise reproductible, le champ électrique effectue un trajet pied/main à travers les tissus donc les données obtenues concernent le corps entier. La lecture des résultats se fait par transfert des données sur un ordinateur par technologie bluetooth, ce qui représente néanmoins, en plus de son prix (aux alentours de 2500€), une limite non négligeable à son utilisation en autonomie au quotidien par la personne âgée ou pathologique.



Photo 4 : Bioimpédancemètre professionnel Biody Xpert ZM® (source = <https://aminogram.com/biodyxpert/>, consultée le 16/04/2022)

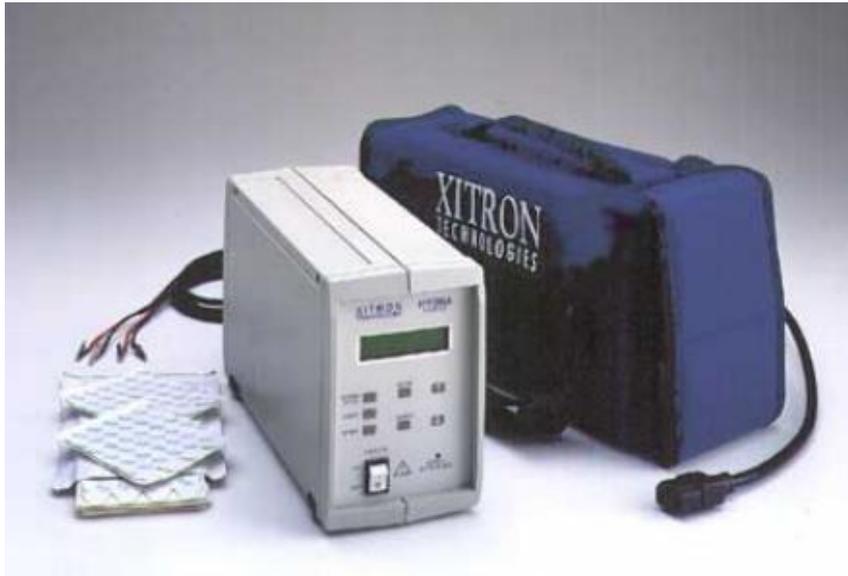
- ✓ L'appareil de mesure avec électrodes filaires (exemple : Xitron Hydra 4200® photo 5<sup>10</sup>)

Il s'agit là de l'appareil le plus performant que l'on puisse utiliser à domicile, car, bien qu'inaccessible par le grand public de par son coût, il est assez compact pour être transportable. La mesure par cette technologie nécessite une position du patient en décubitus dorsal, ce qui rend les résultats obtenus très fiables. Cependant, le patient devra rester allongé quelques minutes (15 à 20 minutes) pour que les flux liquidiens soient stabilisés entre les différents compartiments de l'organisme.

La diffusion électrique fonctionne selon un modèle pied-main à double sens : sur le pied et sur la main en homolatéral seront apposées 2 électrodes (4 en tout), l'une émettrice du signal, l'autre réceptrice. Le champ électrique émis au niveau de la main sera réceptionné par l'électrode réceptrice positionnée sur le pied et l'électrode réceptrice positionnée sur la main captera le signal sortant de l'électrode émettrice du pied. Ainsi, le corps entier est traversé par le champs électrique, les données sont fiables.

Ce procédé présente néanmoins plusieurs contraintes quant à son utilisation par le patient en autonomie. Contrairement aux appareils précédemment cités, une prise de mesure avec cette technologie est longue et peu intuitive : le positionnement des électrodes est primordial, elles doivent être toujours apposées au même endroit sur le pied et sur la main, ni trop proches (risque d'interférence dans l'émission et la réception du signal) ni trop éloignées (risque d'émission ou de réception du signal incomplète). Une fois les électrodes en place, le patient devra rester allongé 15 à 20 minutes, puis lancer la prise de mesure.

L'ensemble de ce procédé ne représente pas une solution adéquate dans le contexte de suivi patient autonome et à domicile.



*Photo 5 : Appareil impédancemétrique professionnel Xitron Hydra 4200® (source = <https://vitrek.com/downloads/legacy/xitron/hydraspec.pdf>, consultée le 16/04/2022)*

## 2.4. Utilisation de la bioimpédancemétrie dans un contexte pathologique.

De nos jours il n'existe pas d'outils, ou de méthode, qui permettent d'avoir accès à autant de paramètres chez un patient si facilement. Très souvent, les patients souffrants de pathologies chroniques (hypertension, diabète, maladies cardiaques ou rénales, anorexie mentale, dénutrition..) doivent subir des examens bien plus invasifs pour le suivi de leurs maladies et dont ils ne comprennent pas les résultats.

Dans le domaine d'application médical il existe différentes méthodes d'analyse de la composition corporelle, selon des principes scientifiques différents :

- La méthode des dilutions : consiste en l'ingestion d'isotopes stables prédéterminés et de l'analyse des quantités retrouvées dans différents compartiments comme la salive, l'urine et le sang.
- La méthode anthropométrique : basée sur une formule de régression qui intègre le poids, l'âge, la taille et le sexe du patient.
- La méthode Dual-Energy X-ray Absorptiometry : c'est la méthode la plus précise, reposant sur l'absorbance de rayon X par les différents compartiments de l'organisme.

La méthode bioimpédancemétrique est une alternative non invasive, peu coûteuse, rapide et indolore permettant d'atteindre de niveaux de précisions très élevés dans l'analyse de la composition corporelle. Les mesures de bio-impédance prennent donc une place grandissante dans certains domaines médicaux où les variations volémiques sont au centre du suivi des patients. Ces dispositifs sont ainsi de plus en plus utilisés par exemple dans la prise en charge pluridisciplinaire des patients dialysés ou dans le domaine de la cardiologie<sup>1</sup>. La réévaluation constante en milieu hospitalier des niveaux d'hydratation et de la composition tissulaire de ces patients se révèle au fil des années être un paramètre utile dans leur prise en charge car sujets et sensibles à de grandes variations volémiques. L'accès récent aux mesures de bioimpédance par le biais d'appareils portables et simples d'utilisation en automesure pourrait aussi permettre la surveillance des paramètres de volémie en ambulatoire dans ces catégories de patients souffrant de maladies chroniques et pour lesquels des suivis rapprochés sont souvent nécessaires comme chez les insuffisants rénaux<sup>ii</sup> non encore dialysés, les cardiaques ou les diabétiques par exemple.

## 2.5. Contextualisation de l'intervention pharmaceutique dans l'analyse des données bioimpédancemétriques pour l'accompagnement dans la prise en charge du patient.

De nouveau, et de plus en plus, le pharmacien retrouve un rôle central dans le parcours de soins du patient. Il représente le premier maillon d'une chaîne, c'est un professionnel de santé à la fois accessible et empathique mais également compétent, polyvalent et indispensable pour une prise en charge optimale. Le pharmacien et l'équipe officinale ne se contentent plus d'appliquer à la lettre les prescriptions médicales, sans un esprit critique professionnel permanent. Même si l'interlocuteur n'est pas forcément le même d'une fois sur l'autre au sein d'une même officine, les transmissions et communications internes permettent aux patients d'être pris en charge dans la globalité de leurs contextes, quelques soient les professionnels qu'ils auront en face d'eux.

Les informations complémentaires, confiées par le patient au pharmacien, permettent d'optimiser sa prise en charge grâce aux échanges interdisciplinaires de ces données et à une bonne coordination des conseils et des soins.

Ainsi, une équipe de recherche américaine a récemment démontré les bénéfices pour le patient de l'intervention pharmaceutique dans la globalité de sa prise en charge<sup>11</sup>. L'objectif du travail des chercheurs était de démontrer la normalisation d'une hypertension artérielle de patients diabétiques et/ou insuffisants rénaux grâce aux interventions pharmaceutiques intégrées au parcours de soins.

Pour réaliser cette étude, qui s'est étalée sur une durée de 9 mois, ils ont randomisé 335 patients, que l'on pourra subdiviser selon 2 groupes :

- Groupe 1 : 335 personnes, dont 227 testées et 108 patients « control ».
- Groupe 2 : 241 personnes sur les 335 de départ, dont 165 testées et 76 patients « control ».

Les 335 patients inclus de base dans l'étude ont été examinés selon les normes retenues dans le septième rapport d'un comité américain référent en terme de valeurs normale de tension artérielle à savoir le « Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure » (nommé JNC-7 dans l'article). Ils ont également reçu, contrairement aux patients du groupe « control », l'intervention d'un pharmacien de la globalité des soins.

Quand le huitième rapport (JNC-8) a été adopté, sur les 335 sujets de départ, seulement 241 possédaient des caractéristiques permettant de maintenir leur inclusion, et ont donc été testés avec les valeurs normales de tension artérielle retenues dans le JNC-8. Sur ces 241 personnes, 165 ont bénéficié d'une intervention pharmaceutique, 76 ont constitué le groupe « control ».

Les 108 patients « control » ont reçu le traitement habituel, sans intervention pharmaceutique.

Dans cette étude, les deux principales données analysées sont l'évolution de la pression artérielle systolique des patients comorbides (conf Tableau 1), ainsi que l'écart de tension artérielle de ces mêmes patients par rapport aux valeurs normales de références retrouvées dans les rapports JNC-7 et JNC-8, après 9 mois de traitement, en comparaison avec les patients des groupes « control ».

Variable	Control (N=108) N (%)	Intervention (N=227) N (%)
Diabetes	75 (69.4%)	167 (73.6%)
CKD	15 (13.9%)	28 (12.3%)
Diabetes and CKD	18 (16.7%)	32 (14.1%)
Hyperlipidemia	81 (75.0%)	158 (69.6%)
Arthritis/DJD/Chronic Pain	60 (55.6%)	88 (38.8%)
Depression or Anxiety	29 (26.9%)	68 (30.0%)
Asthma or COPD	16 (14.8%)	39 (17.2%)
Stroke or TIA	8 (7.4%)	18 (7.9%)
Coronary Artery Disease	6 (5.6%)	18 (7.9%)
Seizures/Other Neurologic Disorders	9 (8.3%)	10 (4.4%)
Heart Failure	3 (2.8%)	12 (5.3%)
Liver Disease	2 (1.9%)	3 (1.3%)
Peripheral Artery Disease	0 (0.0%)	4 (1.8%)
<b>Number of Comorbidities</b>		
Mean (SD)	3.0 (1.2)	2.8 (1.4)

Tableau 1 : Liste des comorbidités des patients inclus dans le groupe d'intervention et dans le groupe « control » et moyenne de comorbidités par patient.<sup>11</sup>

Le pharmacien est placé au centre de ce travail de recherche dans l'objectif de démontrer l'impact bénéfique de ses interventions sur l'état de santé d'un patient comorbide. Son rôle, en premier lieu, était de rencontrer le patient afin de réaliser une éducation thérapeutique complète vis-à-vis de l'objet même de l'étude à savoir le contrôle de l'hypertension artérielle. Le pharmacien relevait donc, pour chaque candidat, l'ensemble de son historique médicamenteux, les éventuelles spécialités d'automédications ainsi que tout ce qui pouvait se référer à la phytothérapie ou l'aromathérapie. Le pharmacien prenait ensuite le temps d'éduquer chaque patient à propos de leur traitement : décrire la maladie en elle-même, l'hypertension, développer chaque spécialité en précisant les indications, les mécanismes d'action, les dosages

ainsi que les fréquences et moments de prises. Le pharmacien ne manquait pas de citer les potentiels effets secondaires que le patient pourrait ressentir, et les différentes réactions à avoir en fonction de la gravité des symptômes. Enfin, il complétait ses propos en détectant les éventuelles contre-indications, médicamenteuse ou non, sur l'ensemble du traitement de chaque sujet, ainsi que les quelques consignes d'hygiène de vie à respecter pour optimiser au maximum la prise en charge de la pathologie. L'objectif de ce type d'entrevue, qui est également pratiqué à l'officine, est d'améliorer l'observance et la compliance du patient, afin d'obtenir les meilleurs résultats thérapeutiques possibles.

Pour rappel, l'observance correspond au fait de penser à prendre son médicament, et de le prendre à la bonne dose, à la bonne fréquence et au bon moment. La compliance elle, définit plutôt le fait que le patient ait compris sa maladie, ait compris pourquoi chaque médicament est prescrit et quels sont les objectifs de son traitement.

Concrètement, dans cette étude, le pharmacien avait pour objectif de mettre à bon escient son savoir pour que le résultat de la prise en charge soit optimal. Il renforçait donc l'éducation thérapeutique du patient, lui apportait conseils et prévention quant à son style de vie, car cela a un impact non négligeable sur la prise en charge d'une hypertension. Il apportait quelques outils supplémentaires au patient, toujours dans le but d'améliorer observance et compliance, comme par exemple l'utilisation de piluliers, de la documentation en cas de doute, de questionnements ou de crainte, ou encore ses propres coordonnées au cas où le patient souhaiterait le joindre pour discuter de sa maladie ou de son traitement.

Le pharmacien mettait ensuite en place un plan thérapeutique personnalisé, avec les objectifs de tension adaptés à chaque sujet ainsi que les recommandations annexes. Ces propositions de prise en charge globale était ensuite présentée verbalement, ou textuellement, au physicien responsable de l'étude. Celui-ci pouvait y apporter précision ou modification, voire y ajouter quelques lignes. Le pharmacien était enfin chargé de la finalisation.

L'étude incluait de base un rendez-vous en face à face avec le patient à 1, 2, 4, 6 et 8 mois, ainsi qu'un appel téléphonique dès la 2<sup>e</sup> semaine. Des appels pouvaient s'ajouter en cas de besoin, à la demande du patient. Cependant, le pharmacien, tout au long de l'étude, était libre de modifier selon son jugement le protocole de prise en charge du patient, notamment la fréquence de ses visites. Les physiciens traçaient ces adaptations, pour un suivi scrupuleux de l'impact de chaque décision sur l'état de santé du patient.

Après 9 mois d'observation, les scientifiques responsables de ce travail de recherche ont pu obtenir les conclusions qu'ils attendaient. Les résultats, en chiffres, se résument de manière synthétique selon deux tableaux :

### Tableau A :

On retrouve ici les moyennes des relevés de pression artérielle (mmHg) systolique (SBP) et diastolique (DBP) des patients du groupe d'intervention et du groupe « control », au départ de l'étude et au bout des 9 mois d'expérience ainsi que le delta calculé entre ces valeurs.

Au départ de l'étude, on notera que les valeurs moyennes de SBP et DBP sont très proches entre les groupes « control » et « intervention ».

9 mois de traitement plus tard, incluant l'intervention pharmaceutique, on relèvera les valeurs moyenne de tension artérielle suivantes :

- SBP « control » = 139,29mmHg / « intervention » = 130,65mmHg
- DBP « control » = 76,16mmHg / « intervention » = 74,23mmHg

On note donc une diminution moyenne des pressions systoliques de 8,4mmHg et diastoliques de 2,90mmHg entre le groupe des patients ayant bénéficiés des traitements spécifiques et le groupe des patients ayant reçu le traitement habituel.

Les valeurs des pressions artérielles obtenues grâce à la coopération entre les médecins responsables de l'étude et les pharmaciens ont permis de diminuer significativement l'hypertension dont souffraient les patients inclus, se rapprochant ainsi drastiquement les valeurs normales de référence retrouvées dans le JNC-7 et, a fortiori, le JNC-8 dont les valeurs sont supérieures.

	Baseline		9-months		Model Based Difference (95% CI)	p-values
	Control (N=108)	Intervention (N=227)	Control (N=108)	Intervention (N=227)		
SBP (mm Hg)						
Mean (SD)	147.36 (16.26)	147.00 (15.71)	139.29 (20.52)	130.65 (16.67)	-8.64 (-12.8, -4.49)	<0.001
DBP (mm Hg)						
Mean (SD)	80.70 (12.09)	81.82 (11.65)	76.16 (16.09)	74.23 (10.64)	-2.90 (-5.55, -0.25)	0.0323

Tableau A : Relevés des tensions artérielles (mmHg) systoliques (SBP) et diastoliques (DBP) au départ de l'étude et à 9 mois, delta des valeurs obtenues (mmHg)<sup>11</sup>.

### Tableau B :

En complément des données obtenues, les scientifiques ont relevé les taux de contrôle de la pression artérielle à l'issue des 9 mois d'expérience, dans les deux groupes de patients. Ce taux se caractérise par le nombre de patients ayant atteints des valeurs de DBP et SBP inférieures ou égales aux valeurs normales documentées dans les JNC-7 et JNC-8.

Parmi les 108 patients « control », 23 ont atteint les valeurs de tensions artérielles définies par le JNC-7, 31 ont atteints celles du JNC-8.

Parmi les 227 patients ayant bénéficiés de la coopération pluridisciplinaire établie pour cette étude, 77 ont atteint les valeurs de tensions artérielles du JNC-7, 96 celles du JNC-8.

On en déduira à nouveau l'impact bénéfique qu'aura eu l'intervention pharmaceutique sur la diminution de l'hypertension artérielle des sujets inclus dans l'étude, versus le traitement habituel où seules les prescriptions médicales constituaient l'intégralité de la prise en charge du patient.

BP Guideline	Control (N=108)	Intervention (N=227)	Adjusted Odds-Ratio (95% CI)	p-values
JNC-7 (130/80 mm Hg)	23 (21.3%; n=108)	77 (33.9%; n=227)	1.97 (1.01, 3.86)	0.0470
JNC-8 (140/90 mm Hg)	31 (40.8%; n=76)	96 (58.2%; n=165)	2.16 (1.21, 3.85)	0.0102

*Tableau B : taux de réussite de contrôle de la pression artérielle en fin d'étude chez les patients des groupes « control » et « intervention » comparés aux valeurs normales de JNC-7 et du JNC-8<sup>11</sup>.*

Cette étude américaine est citée à ce stade de mon travail de rédaction bien que la bioimpédancemétrie n'en soit pas le sujet, pour montrer la place grandissante du pharmacien d'officine dans le parcours de soins des patients et de ses bénéfices sur leur prise en charge et sur l'évolution de leurs pathologies, illustré ici par l'hypertension artérielle. Ecoute, éducation et conseils sont les maîtres mots qui déterminent les rôles de toute l'équipe officinale.

Les données bioimpédancémétriques qui peuvent être obtenues facilement grâce aux dispositifs médicaux, dont certains « d'ordre professionnels », pourraient intégrer la panoplie d'outil de suivi des patients porteurs de pathologies chroniques au même titre que les tensiomètres en officine. Par exemple, des prises de mesures répétées de bioimpédance pour un suivi de la volémie chez ces patients très sensibles à l'hyperhydratation pourraient être relayées du néphrologue au pharmacien d'officine dans le cadre de l'accompagnement thérapeutique et éducatif des patients. Ce genre de protocole partagé médecin-pharmacien pourrait éviter au patient le stress d'un déplacement à l'hôpital, et lui faciliterait l'accès aux données nécessaires pour la surveillance de sa pathologie chronique. L'analyse des données bioimpédancémétrique des patients d'insuffisants rénaux par exemple permettrait de faciliter un meilleur suivi de leurs poids cible en fonction de leur âge, sexe, BMI permettant ainsi de mieux contrôler leurs comorbidités dues à une hydratation trop importante comme l'hypertension et l'hypertrophie ventriculaire gauche. Ce suivi rapproché par le pharmacien d'officine pourrait également favoriser la détection précoce d'une déshydratation, facteur majeur de dégradation de la fonction rénale déjà altérée. Compte tenu de la palette de mesure offerte par les DM professionnels de mesures d'impédancemétrie, ce suivi en officine en relai des consignes médicales pourrait aussi s'intégrer dans le parcours de soin de patients pris en charge pour

différents autres types de patientèles pour pertes de poids, renutrition, suivi d'insuffisance cardiaques, suivi d'hypertension artérielle etc.

Accueillir le patient à l'officine, l'éduquer sur l'intérêt qu'aurait l'analyse des données ainsi obtenue sur l'adaptation de la globalité de sa prise en charge, prendre des mesures et en décrire les résultats, discuter et analyser (adaptation posologiques, surveillance de l'automédication, amélioration de l'hygiène de vie, conseils généraux, alerte en cas de paramètres inquiétants), voilà les différentes étapes qui pourraient constituer une prise de mesure bioimpédancemétrique au sein de la pharmacie d'officine.

## 2.6. Problématique du travail de thèse

**Le but de cette thèse est de tester l'hypothèse d'une possible utilisation en officine d'un dispositif médical de mesure bioimpédancemétrique en routine d'assistance au parcours de soins de patients porteur de maladie chronique ou pris en charge pour perte de poids. Mon travail de thèse a donc consisté dans une première partie à explorer les différents paramètres de mesure offert par un appareil d'impédancemétrie professionnelle, le Biody ZM Xpert®, à partir d'une expérience personnelle de perte de poids dans le cadre d'un challenge sportif. Puis la seconde partie de mon travail a consisté à faire deux enquêtes d'opinions l'une auprès de patients insuffisants rénaux chroniques, l'autre de pharmaciens d'officines sur leurs ressentis sur l'utilité de mesure de bioimpédancemétrie en officine en suivi partagé avec le médecin en charge de la pathologie chronique.**

### **3. Patients, matériels et méthodes**

#### **3.1. Initiation aux données bioimpédancemétriques à des fins de suivi patients (1<sup>ère</sup> partie)**

- Découverte des données bioimpédancemétriques dans le cadre d'une expérience personnelle de perte de poids

Ce sujet de thèse a découlé d'une expérience personnelle que j'ai choisi d'exploiter. Il fait le lien entre un objectif personnel de perte de poids sur un temps court dans le cadre d'un challenge sportif et l'utilisation d'un appareil de bioimpédancemétrie à des fins de suivi biologique.

Cette partie de mon travail détaille l'utilisation du bioimpédancemètre impliquant ma propre personne dans un contexte particulier de perte de poids par la pratique d'un sport spécifique et d'un régime diététique très précis. Seront donc détaillées les généralités sportives et diététiques de ce challenge, ainsi que le protocole déterminé qui aura servi de ligne directrice et qui assure une certaine régularité et cohérence dans les résultats qui ont découlés de cette aventure.

L'expérience s'est déroulée sur une durée de six semaines, du lundi 9 septembre 2019 au lundi 28 octobre 2019. L'objectif fixé était le suivant : performer, par la pratique d'au moins 4 séances de sport « coachées » par semaine et un régime alimentaire strict pendant 6 semaines, une perte de poids d'au moins 7kg.

##### **3.1.1. Généralités sportives**

Le sport pratiqué durant les séances coachées en salle est considéré comme étant du « crossfit »<sup>12</sup>. Cette discipline a été inventée en 1970 par un « coach » sportif et gymnaste professionnel, Greg Glassman, dont la première salle a ouvert à Santa Cruz. La popularité de ce sport a considérablement augmenté ces dernières années, notamment de par sa pluridisciplinarité et son efficacité en termes de perte de poids et de maintien/gain de masse musculaire. De plus, il est accessible à tous car chaque exercice est déclinable et adaptable en fonction de la physiologie et du niveau de chacun, le tout permettant de réaliser des séances groupées homogènes où chaque participant travaille le même objectif à son niveau.

Ce sport se pratique tout aussi bien en salle ou « box » (grand hangar aménagés) qu'en extérieur. L'intérêt principal, et ce qui justifie le prix des abonnements souvent élevé, est que les séances sont « coachées » et quotidiennement réinventées, de manière à ne jamais travailler sur les mêmes exercices d'un jour à l'autre. Chaque jour, un « WOD » (« Workout Of the Day » ou séance d'exercices du jour) différent est établi, proposant une succession d'exercices, d'intensités variables en fonction de la

personne qui la pratique, et dont les durées ont été assidument réfléchies par les coachs responsables pour une parfaite coordination de la séance sur le temps imparti.

On définit donc le « crossfit » comme étant une méthode d'entraînement fonctionnel, varié, de haute intensité. En effet, on retrouvera dans une séance typique différentes disciplines populaires :

- Haltérophilie : soulevé de terre de barres chargées de poids ou d'haltères à main, visant principalement le gain en masse musculaire (conf glossaire ci-dessous).  
Exemples de gestes : clean, deadlift, clean and jerk, snatch, thruster, lunges, air squat, back squat, front squat, push press.  
Matériel : barres, disques d'haltères, dumbbell, kettlebell, élastiques, medecine ball
- Gymnastique : ensemble d'exercices au poids de corps, demandant plus de technique et de souplesse et dont l'objectif est le travail simultané d'un maximum de muscles à une intensité équivalente.  
Exemples de gestes : pull up, push up, muscle up, ring row, hand stand, hand stand walk.
- Cardio : sur des temps souvent plus longs mais de moindre intensité, ces exercices visent à puiser un maximum d'énergie et font progresser en endurance.  
Exemple de gestes : run, cal row, tipping, jumping jack, mountain climber, assault bike.

### 3.1.2. Généralités diététiques

Le deuxième pilier incontournable de cette méthode de perte de poids sur un temps court par la pratique sportive, l'alimentation est également au centre de la réussite de ce défi. Contrairement à un « régime » comme on l'entend couramment, qui correspondrait à une drastique restriction calorique tant quantitative que qualitative, le plan alimentaire ici est tout autre.

Lorsque l'on fait un effort, le corps réagit. Il augmente l'apport en oxygène des muscles sollicités par accélération de la fréquence cardiaque et du débit respiratoire. La thermorégulation s'effectue par la sudation. L'énergie provient majoritairement des molécules de glucose, obtenues par apport extérieur dans l'alimentation, mais aussi par glycogénolyse, néoglucogénèse. Ces molécules de glucose sont alors métabolisées en pyruvate puis, selon les différentes étapes du cycle de Krebs au niveau des mitochondries, permettront in fine la synthèse d'ATP (Adénosine Tri-Phosphate) et de NADH (Nicotinamide Adénine Dinucléotide)<sup>13</sup>, deux molécules impliquées dans de nombreuses réactions énergétiques.

Lorsque l'on prive l'organisme de tout apport en sucres, que ce soit de sucres rapides ou complexes, si l'on ne compense pas par une augmentation des apports protéiques, celui-ci va alors puiser son énergie dans les tissus adipeux et musculaires. Le sujet

perdra alors de la masse grasse, mais observera également une fonte du tissu musculaire squelettique. C'est tout ce que l'on cherche à éviter dans la méthode de la Training Academy®. L'objectif est simple : pousser l'organisme à ne puiser **en théorie** que dans le tissu adipeux.

J'ai donc respecté scrupuleusement, durant les 6 semaines de challenge, un régime alimentaire très strict, adapté à cet objectif de ne perdre **que** de la graisse. Les ingrédients autorisés pouvant composer un repas étaient répartis selon 3 listes :

- **Protéines** (dinde, poulet, steak haché 5% en matière grasse, bavette, jambon, œuf, poissons blancs, produits laitiers 0%)
- **Glucides** (pâtes/riz/semoule complets, boulgour, quinoa, pois chiches, fèves, fraises, framboises)
- **Légumes** (légumes verts, carottes, courgettes, tomates, concombres, courges, poivrons, champignons)

La proportion pour chaque famille d'aliment était mesurée par analogie des portions (par repas) au volume de la main du sujet selon le schéma suivant :

- ✓ Le volume d'une portion de protéines (pour un repas) = la main ouverte (paume + doigts).
- ✓ Le volume d'une portion de glucides crus (pour un repas) = la contenance de la main fermée

Grâce à cette astuce, les portions étaient adaptées à la morphologie de chaque participant.

La composition de chaque repas était imposée selon le schéma suivant :

- Petit déjeuner = protéines + légumes et/ou fruits
- Collation du matin (10h) = protéines
- Déjeuner = protéines + glucides + légumes
- Collation de l'après-midi (16h) = protéines
- Dîner = protéines + légumes
- Collation du soir (23h) = protéines

Mon assiduité envers ces contraintes alimentaires fut totale durant ces 6 semaines. J'ai respecté à la lettre les listes d'ingrédients imposés, les proportions conseillées, les compositions recommandées.

D'un point de vue pratique pour les collations protéinées, j'alternais protéines alimentaires (œufs durs, tranches de jambon, yaourt 0%) avec des shakers de protéines en poudre type "Whey protein ».

### 3.1.3. Recueil des mesures d'impédancemétries

Les mesures d'impédancemétries ont été recueillies à l'aide du Biody XPERT ZM® II, gracieusement prêté par la société Aminogram® (La Ciotat, France). Ce dispositif médical (Conf. *Photo A*<sup>14</sup>) certifié classe II est à usage des professionnels de santé grâce à son éventail de fréquences allant de 5, 20, 50, 100 à 250 kHz. Son système bluetooth permet de transférer, d'analyser et de conserver les données sur un ordinateur équipé.



Photo A : Biody XPERT ZM® (*source = <https://www.ebiody.com/produits/biody-xpert-impedancemetre-professionnel-medical/>*)

La prise de mesure dure 10 secondes et se prend en position assise, sans contact avec un quelconque objet métallique, après avoir uriné et être allé à la selle. L'ergonomie de l'appareil en fait un dispositif médical très simple d'utilisation. Il se compose de 4 électrodes. Les 2 électrodes de la partie en « V » se positionne de part et d'autre du talon d'Achilles. Le patient tient l'appareil avec la main homolatérale et place les pulpes des 3 derniers doigts sur l'électrode située à l'arrière de l'appareil. Enfin, il activera le début de la prise de mesure par un appui long sur l'électrode latérale, qui constitue un bouton poussoir, activant l'émission du signal électrique.

Le logiciel couplé Biody XPERT ZM II émet un rapport d'analyse avec plus de 100 données regroupées selon les 18 indicateurs suivants :

- métabolisme de base
- dépense énergétique
- masse grasse à hydratation constante
- masse grasse brute
- masse cellulaire active
- masse musculaire squelettique
- masse musculaire squelettique des membres
- masse protéique métabolique
- masse hors graisse
- eau total

- hydratation hors graisse
- équilibre hydrique
- équilibre hydrique hors graisse qui comprend les mesures d'eau intra (ICW) et extracellulaire (ECW)
- contenu minéral osseux
- masse sèche hors graisse
- risques métaboliques
- risques cardiovasculaire
- suivi risques patients

Afin de répondre à mon premier objectif d'initiation aux données d'impédancemétries dans le cadre de mon challenge sportif, j'ai choisi de me limiter à seulement une partie des 18 indicateurs qui me semblaient les plus pertinents à décrire durant cette aventure couplant défi sportif et amaigrissement recueillis au fil de 35 jours consécutifs et que je décris au chapitre suivant dans le protocole de mon expérience.

#### 3.1.4. Protocolisation de l'expérience

J'ai réalisé un protocole d'automesure de mes journées sur ces 6 semaines selon 2 schémas :

- 1) Des journées sans séance de sport avec 1 mesure de bioimpédancemétrie le matin au levé (Conf. Frise 1 en annexe).
- 2) Des journées avec séances de sport avec 4 mesures de bioimpédancemétrie le matin au levé, immédiatement après la séance, 1h après la séance et le soir au couché (Conf. Frise 2 en annexe).

J'ai également fixé la quantité d'eau précise que je devais boire par jour, pour que des variations d'hydratation externes ne faussent pas certaines mesures :

- 1,5L d'eau répartis sur la journée HORS séance de sport
- 0,5L d'eau pendant la séance
- Aucune entrée d'eau pendant l'heure entre la fin de séance et la mesure 1h post- séance.

L'objectif personnel de perte de poids minimum était fixé à 7 Kg en 6 semaines pour répondre aux critères du challenge sportif.

Pendant cette période expérimentale, les mesures bioimpédancemétriques ont donc été réalisées à des moments précis à savoir :

- ✓ Au levé (tous les jours)
- ✓ 5 minutes +/- 5 minutes avant la séance de sport (les jours de séance)
- ✓ 5 minutes +/- 5 minutes après la séance de sport (les jours de séance)
- ✓ 1h +/- 5 minutes après la séance de sport (les jours de séance)

L'objectif était de mettre en évidence des similarités ou écarts de valeurs en fonction du moment de la prise de mesure mais également observer de quelconques évolutions de ces valeurs en fonction de la transformation physique et métabolique liée à la perte de poids.

Les paramètres biologiques développés ne représentent qu'une partie des données obtenues grâce aux appareils de mesure bioimpédancemétrique. La liste étant longue et exhaustive, seulement quelques-uns ont été étudiés :

- ✓ Impédance relevée à une fréquence de 200 kHz
- ✓ Impédance relevée à une fréquence de 50 kHz
- ✓ Impédance relevée à une fréquence de 5 kHz
- ✓ Indice de Masse Corporelle (IMC)
- ✓ Métabolisme basal (kcal)
- ✓ Besoins énergétiques (kcal)
- ✓ Eau totale (L)
- ✓ Masse sèche (kg)
- ✓ Masse musculaire (kg)
- ✓ Masse grasse (kg)
- ✓ Eau intra-cellulaire (L)
- ✓ Eau extra-cellulaire (L)
- ✓ Ratio eau extra-cellulaire / eau intra-cellulaire hors graisse
- ✓ Eau totale hors graisse (L)

Les valeurs ont été relevées grâce au bioimpédancemètre BiodyZM Xpert® selon le protocole mis en place. Chaque donnée a été transmise sur un ordinateur par connexion bluetooth, puis les différents résultats ont été répertoriés sur document Excel. A partir de ces séries de valeurs, les résultats ont été générés sous forme de graphique et de tableaux.

### **3.2. Initiation aux données bioimpédancemétriques à des fins de suivi patient (2<sup>ème</sup> partie)**

- Recueil d'impressions sur l'intérêt de la bioimpédancemétrie sur un possible accompagnement des patients en officine

La création d'un questionnaire en ligne type « Doodle » a permis de récolter ces données. Il a été réalisé sur le logiciel « Google Forms », un outil gratuit et intuitif permettant de répondre par choix simples, choix multiples ou encore par rédactions courtes. Le titre est le suivant :

*« Intérêts de l'analyse pharmaceutiques de la composition corporelle par bioimpédancemétrie dans le suivi des patients à l'officine. »*

Pour introduire le sujet, j'ai rédigé un texte simplifié (Conf. « Enquête » en annexe), résumant les raisons qui m'ont poussé à proposer ce questionnaire et l'intérêt d'obtenir des réponses à nos questions. En quelques lignes, le lecteur doit comprendre que l'objectif de ce travail est l'étude de l'utilisation d'un appareil de mesure bioimpédancemétrique professionnel par le pharmacien d'officine pour optimiser et renforcer les suivis pathologiques et diététiques en collaboration avec ses médecins référents. Les résultats ainsi recueillis donnent un ordre d'idée de la connaissance de la bioimpédancemétrie par des patients et des professionnels de santé, et permettent d'analyser le niveau d'intérêt que chaque public porte à l'utilisation de ce dispositif médical en officine, quels sont les intérêts et les limites perçus.

Pour une meilleure compréhension de la problématique, nous avons réalisé une animation vidéo représentant une mise en situation d'une prise de mesure bioimpédancemétrique en pharmacie d'officine. Cette vidéo est courte, intelligible avec des textes clairs et des « voix off » pour une meilleure compréhension du sujet par les lecteurs. La première scène représente un patient entrant dans sa pharmacie de routine, où il rencontre sa pharmacienne, qui l'invite à la suivre dans une salle de confidentialité pour lui faire un bilan de sa composition corporelle selon les recommandations de son médecin traitant. Le patient se pose alors la question de ce qu'est exactement la bioimpédancemétrie, comment fonctionne l'appareil et en quoi cela peut lui être utile pour son suivi personnel. La pharmacienne en face de lui prend alors le temps de lui décrire en quelques phrases les grands principes de cette technologie, l'appareil utilisé (Biody ZM Xpert®) et comment elle va interpréter les données ainsi obtenues.

S'en suivent ensuite quelques questions à choix simples ou questions ouvertes à la rédaction d'un texte court, ainsi que des questions de données personnelles permettant de catégoriser les réponses en fonction du sexe, de la tranche d'âge et de la situation du patient ou du professionnel ou futur professionnel de santé.

### 3.2.1. Du point de vue des patients

6 questions constituent l'enquête auprès des patients, 3 permettent de résumer les paramètres démographiques de l'échantillon concerné.

Questions sur le sujet :

- ✓ Possédez-vous un pèse-personne impédancemètre ? (balance avec électrode permettant de calculer la masse musculaire, la masse grasse et l'hydratation).

- ✓ Si oui, trouvez-vous que les informations fournies par cette balance vous sont utiles dans le suivi de votre pathologie rénale ?
- ✓ Aviez-vous déjà entendu parler du bioimpédancemètre décrit dans la vidéo ci-dessus ?
- ✓ Seriez-vous prêt à l'utiliser en pharmacie dans le but d'améliorer votre suivi médical partagé et votre prise en soin par votre médecin traitant et/ou votre néphrologue ?
- ✓ Quels avantages voyez-vous à son utilisation dans votre pharmacie ?
- ✓ Quelles limites voyez-vous à son utilisation dans votre pharmacie ?

Questions démographiques :

- ✓ Vous êtes ? (sexe)
- ✓ Vous appartenez à la catégorie d'âge ?
- ✓ Êtes-vous greffé(e) ?

Les patients ciblés ont volontairement été choisis insuffisants rénaux pour deux raisons principales :

- 1) Ce sont des patients chroniques suivis dans le service de néphrologie du CHU de Nantes déjà sensibilisés à des protocoles de soins entre le pharmacien d'officine et le généraliste ou le spécialiste et aux mesures répétées de paramètres cliniques par des dispositifs médicaux comme les appareils à tension artériels.
- 2) Il a été possible de soumettre les questionnaires à ces patients par l'intermédiaire de la secrétaire du service de néphrologie par le biais d'un accès internet sécurisé via leur carte personnalisée « epatient », permettant de respecter les critères du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) et le respect de la loi Hurié pour le traitement des informations obtenues de façon totalement anonymes. Les patients étaient informés que ce questionnaire anonyme était à but de recherche.

### 3.2.2. Du point de vue des pharmaciens

5 questions ont permis de récolter les avis et commentaires des pharmaciens ou étudiants en pharmacie, suivies de 3 questions démographiques pour caractériser l'échantillon des participants.

Questions sur le sujet :

- ✓ Aviez-vous déjà entendu parler du bioimpédancemètre et de la bioimpédancemétrie ?
- ✓ Estimez, selon vous, l'intérêt des données impédancemétriques dans le suivi patient à l'officine.
- ✓ Seriez-vous prêt à l'utiliser à l'officine pour le suivi de certains de vos patients ?
- ✓ Quels seraient, selon vous, les principaux freins à son utilisation pour le suivi de vos patients ?
- ✓ Que pourrait apporter, selon vous, l'utilisation des données bioimpédancemétriques au métier de pharmacien d'officine ?

Questions démographiques :

- ✓ Je suis ? (sexe)
- ✓ J'appartiens à la catégorie d'âge ?
- ✓ Je suis ? (étudiant(e)/pharmacien(ne))

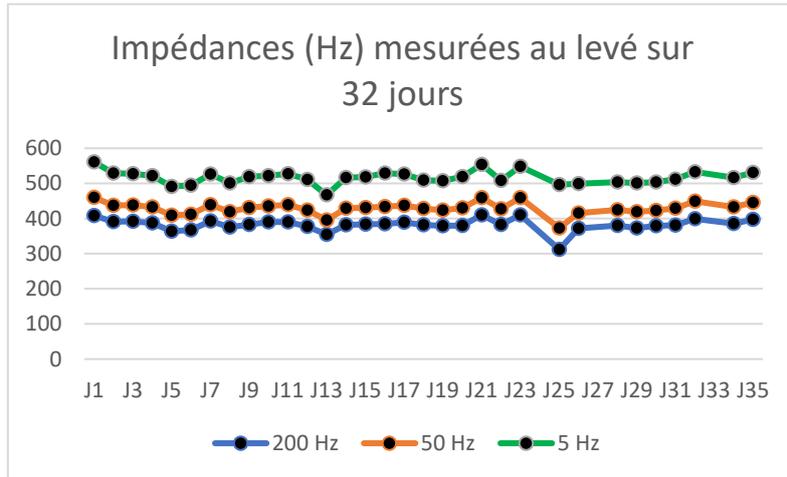
## 4. Résultats

### 4.1. Expérience personnelle de perte de poids

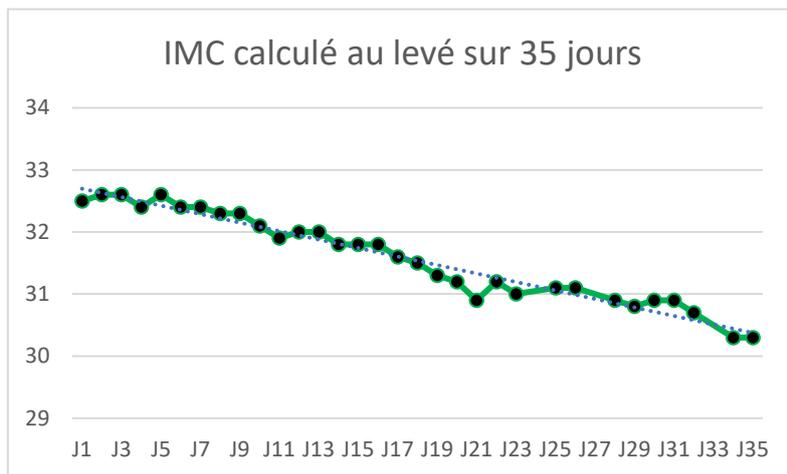
Les résultats des paramètres de composition corporelle que j'ai recueillie sont présentés sous la forme d'une série de graphiques représentant les valeurs mesurées au levé pour chaque paramètre durant ces 5 semaines. L'idée principale étant d'observer la tendance des courbes obtenues au cours du temps et de relever une quelconque cohérence avec l'évolution physique associée. Pour aider à l'analyse visuelle de ces graphiques, chaque série de valeurs est représenté par une droite représentant la tendance de chaque courbe ainsi obtenue.

Une nouvelle série de graphiques permet de comparer les différentes séries de valeurs mesurées pour chaque paramètre aux différents moments de la journée, suivant le protocole. Chaque graphe est donc composé de 3 courbes représentant les données récoltées avant la séance, après la séance et une heure après la séance de sport. Dans cette partie de l'expérience, on cherche à mettre en évidence des deltas de mesures relevées un même jour pour un même paramètre, à 3 moments de la journée où les conditions environnementales et corporelles sont différentes.

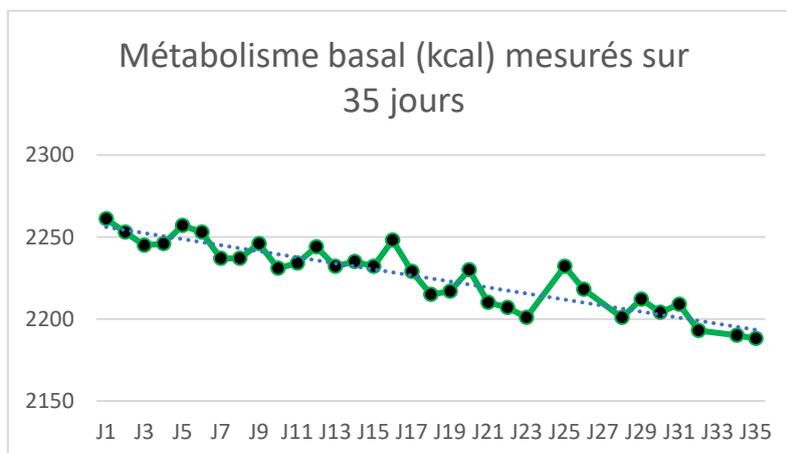
En complément le détail de tous les résultats de l'étude sont présentés en annexe (Conf. Tableaux 1, 2, 3.1, 3.2, 4.1 et 4.2) sous la forme de tableaux descriptifs dans lesquels ont été recensées toutes les mesures prises au levé, avant la séance, après la séance et 1h après la séance de sport. Ces valeurs couvrent toute la durée des 35 jours soit les 5 semaines du challenge sportif. Quelques données sont manquantes à cause de soucis techniques divers. Il n'y a pas eu de prise de mesure pendant la 6<sup>e</sup> semaine du challenge pour des raisons d'indisponibilité personnelle.



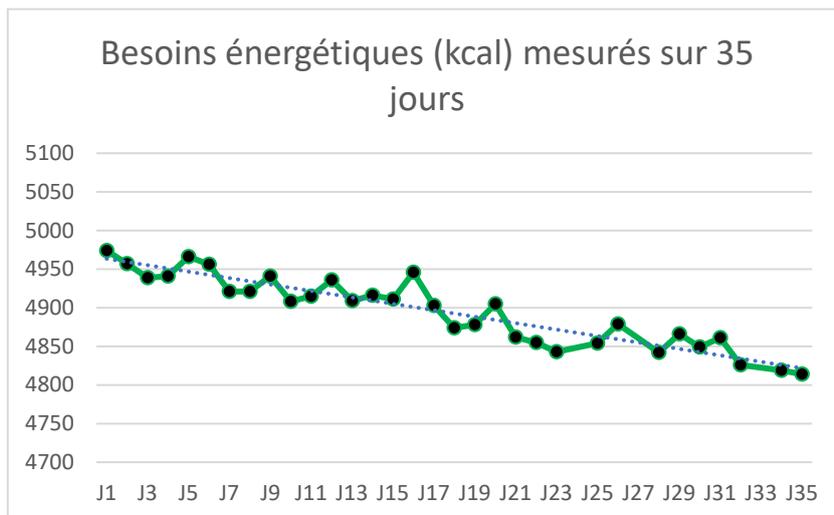
*Graphique 1*



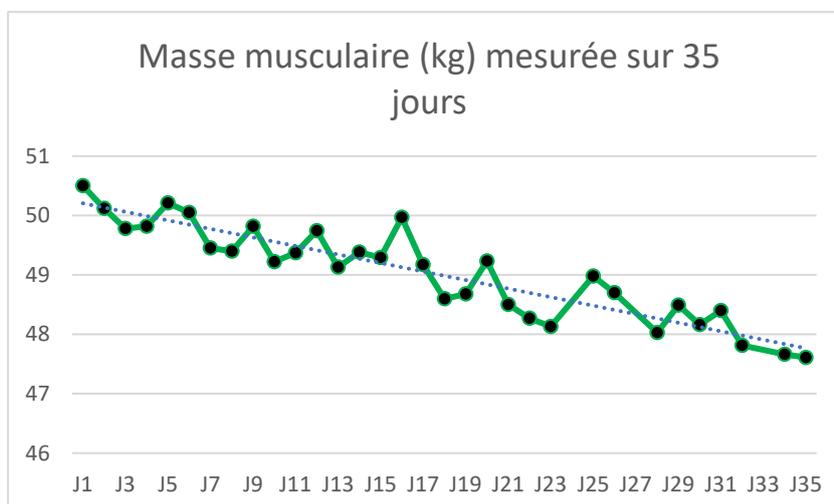
*Graphique 2*



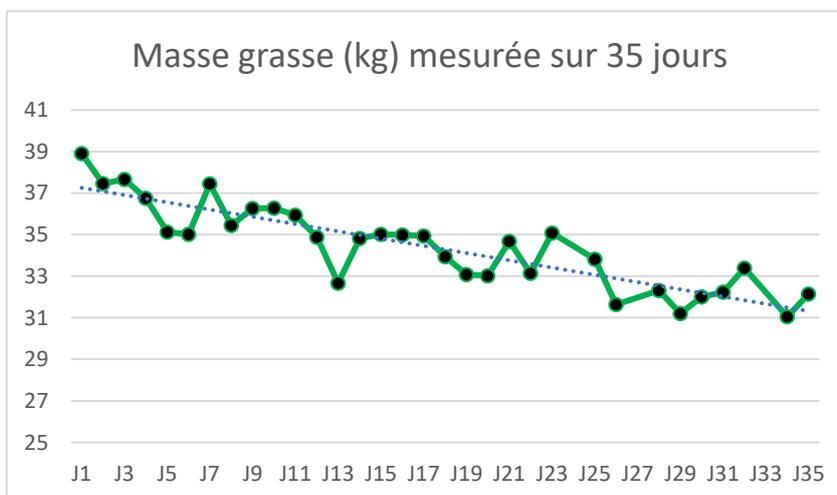
*Graphique 3*



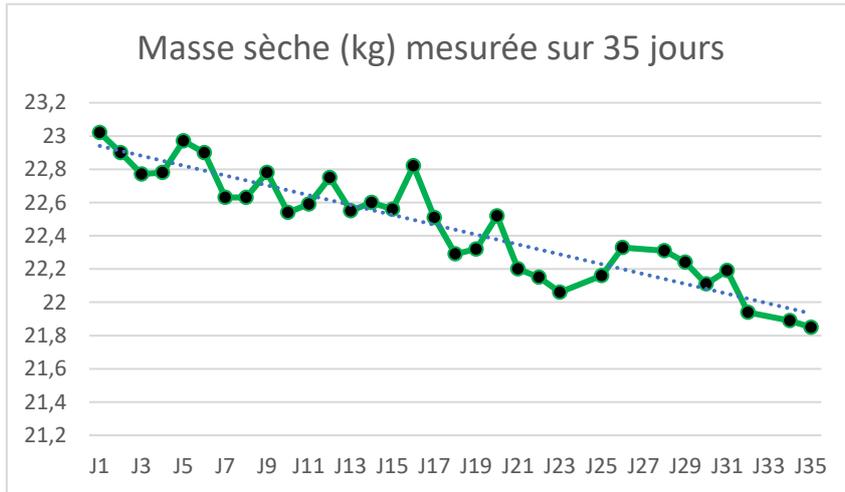
Graphique 4



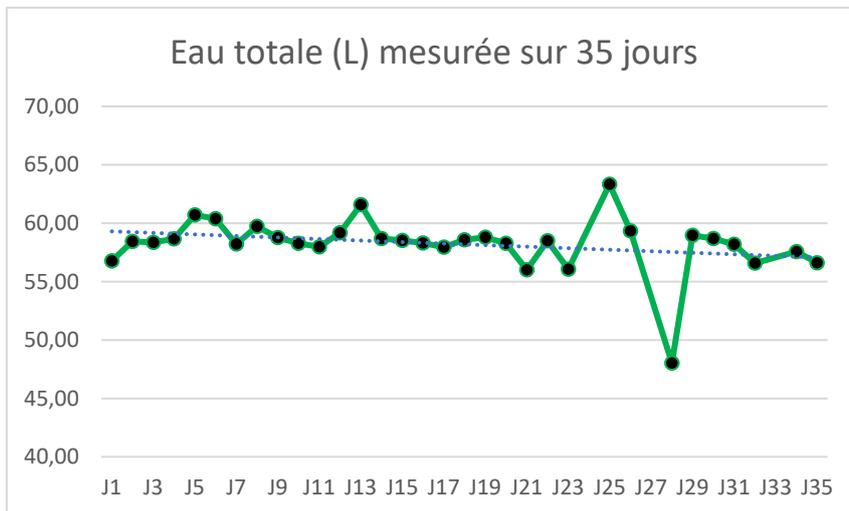
Graphique 5



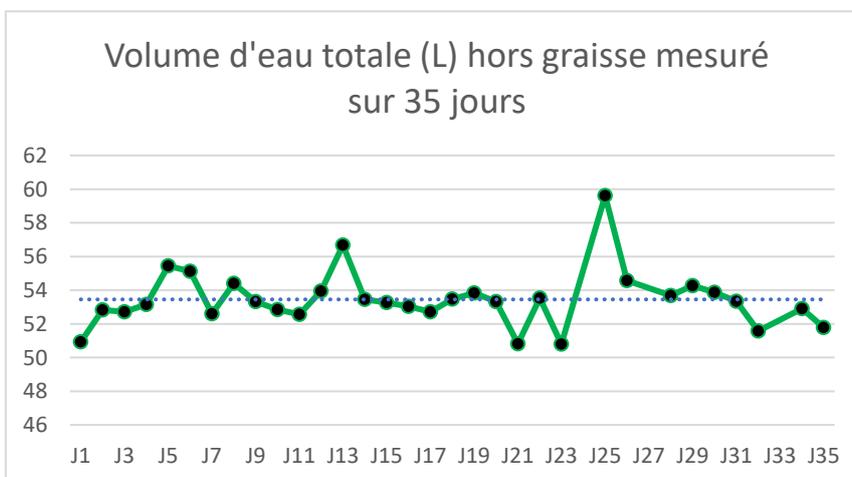
Graphique 6



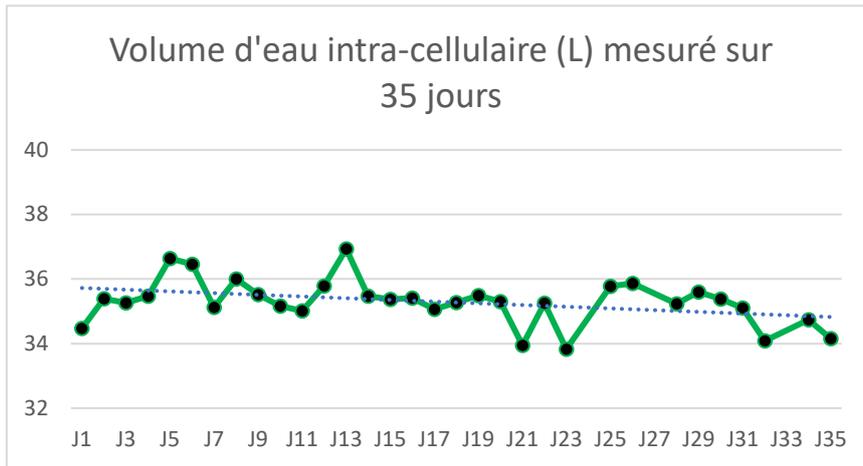
Graphique 7



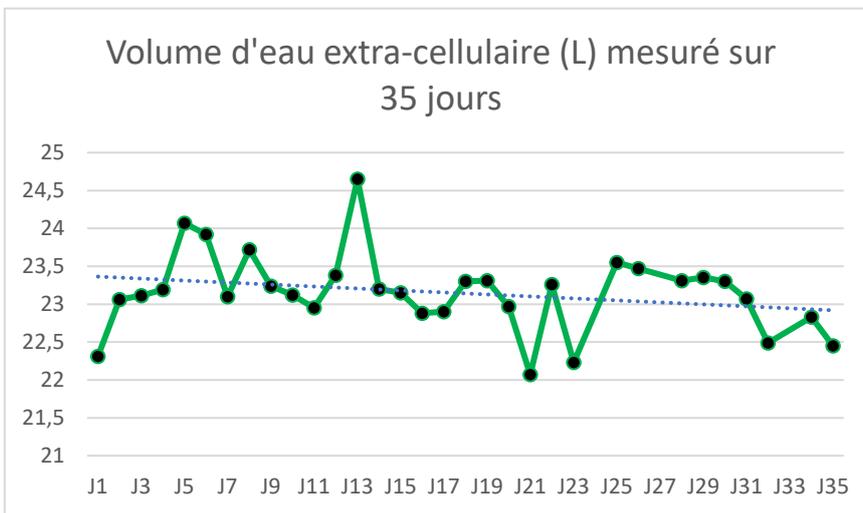
Graphique 8



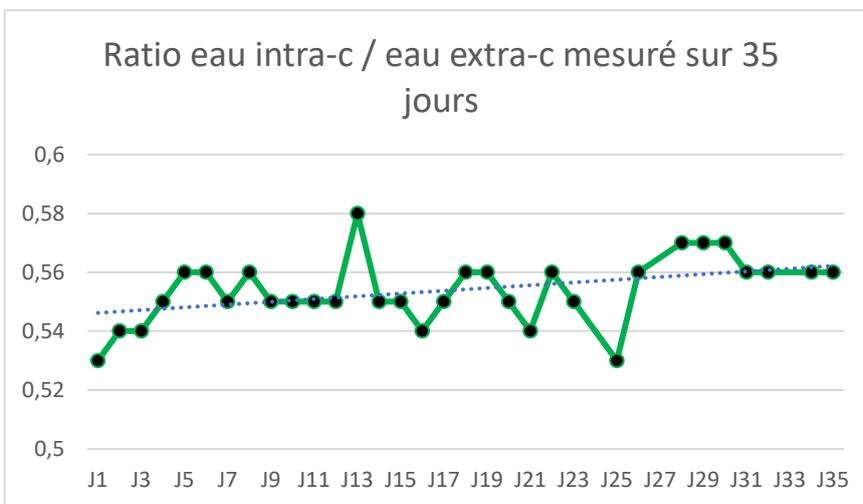
Graphique 9



Graphique 10



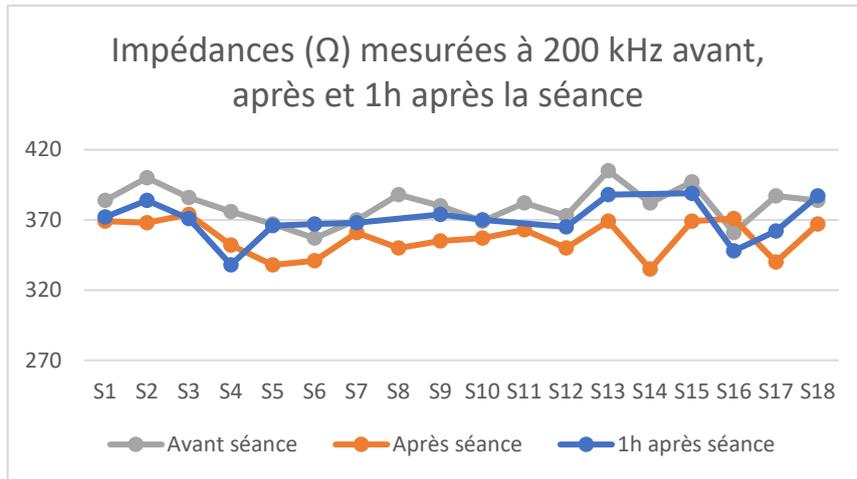
Graphique 11



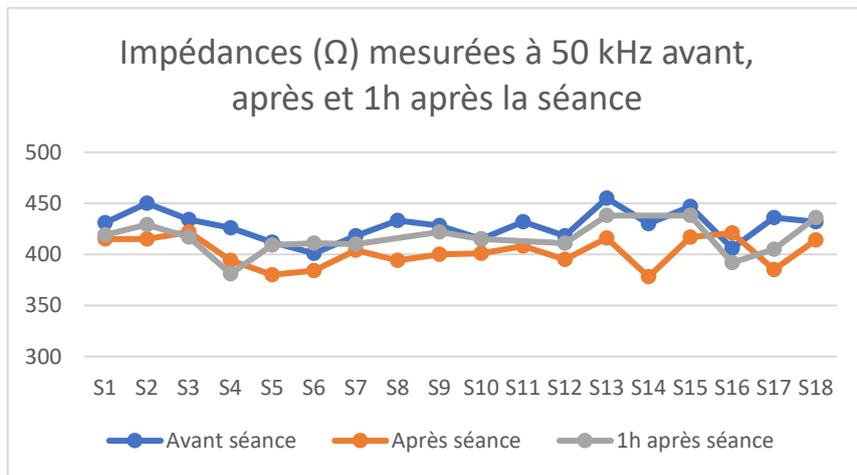
Graphique 12

Parmi ces mesures relevées tout au long des 35 jours de challenge sportif, les jours sans séance de sport, on fera différentes remarques :

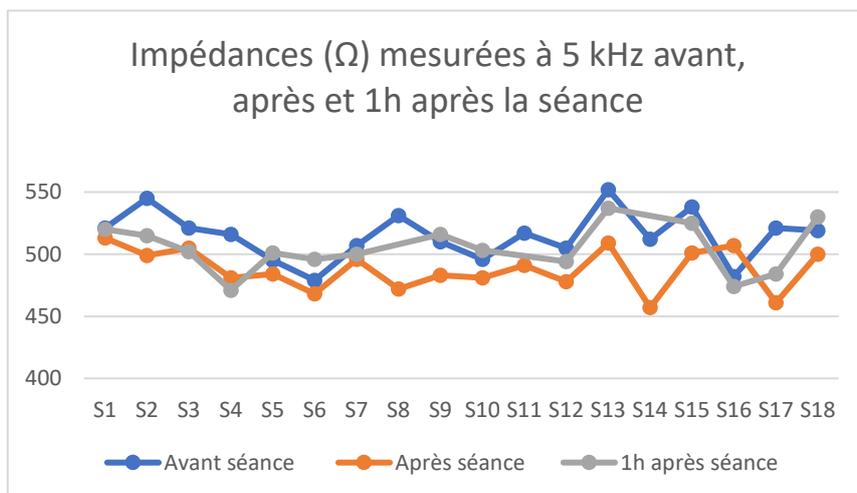
- Les impédances relevées aux fréquences de 5Hz, 50Hz et 200Hz sont constantes, forment presque une droite et se suivent proportionnellement. Les valeurs obtenues respectivement aux différentes fréquences sont identiques au début et en fin de challenge sportif (Conf. Graphique 1).
- La perte de poids de corps totale sur les 35 jours d'expérience était de 13kg900. Cette transformation physique implique une diminution de l'IMC (Conf. Graphique 2) de 32,6 à 30 soit près de 10%, mais également une fonte de la masse grasse de près de 7kg soit 12% de la valeur relevée au premier jour (Conf. Graphique 7).
- Contre toutes attentes, on relèvera aussi une fonte de la masse musculaire (Conf. Graphique 5) et de la masse sèche (Conf. Graphique 7) qui présentent des diminutions respectives de 2,8 et 1,2kg en fin de challenge sportif.
- Du côté du métabolisme basal (Conf. Graphique 3) et des besoins énergétiques (Conf. Graphique 4) on observe également une tendance descendante des valeurs au cours du challenge.
- Au niveau des volumes hydriques, l'eau totale mesurée au cours de l'expérience présente une courbe plutôt descendante (Conf. Graphique 8) quand celle de l'eau total hors graisse mesurée sur 35 jours semble parfaitement stagnante (Conf. Graphique 9). Les volumes d'eau intra-cellulaire (Conf. Graphique 10) et extra-cellulaire (Conf. Graphique 11) forment des courbes identiques, dont la médiane est descendante au cours du temps. Logiquement, le ratio qui divise l'eau extra-cellulaire à l'eau intra-cellulaire, tend à augmenter (Conf. Graphique 12).



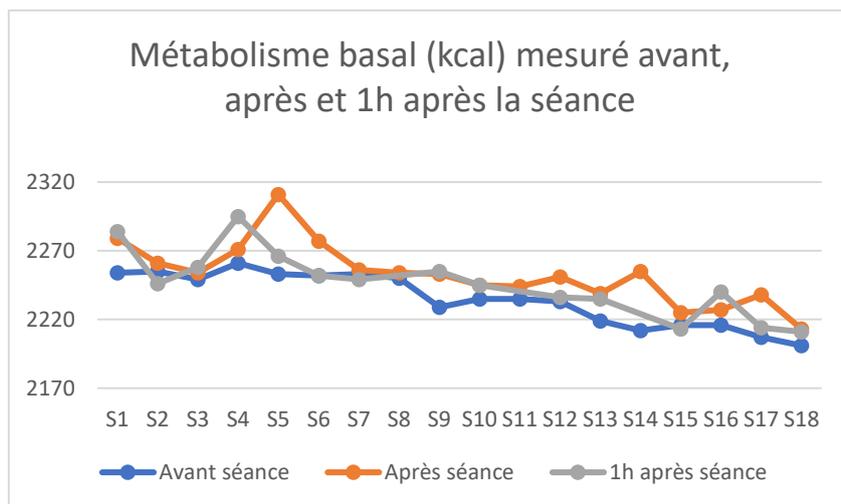
Graphique 13



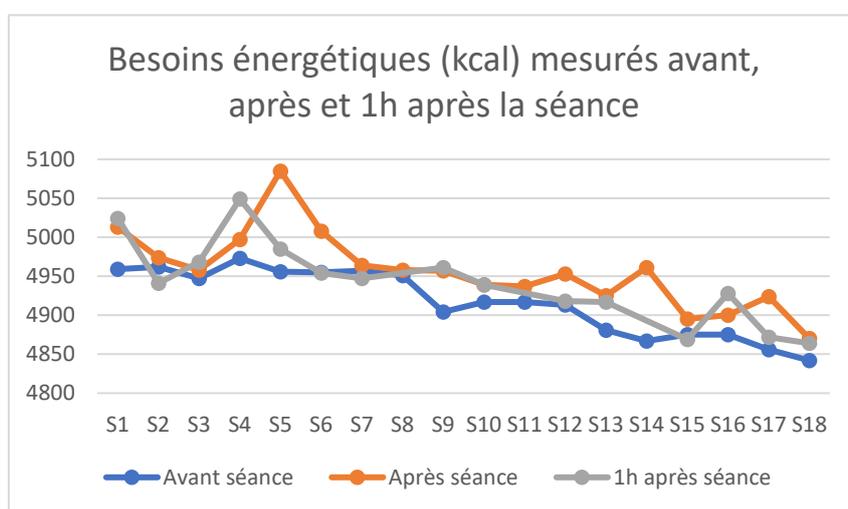
Graphique 14



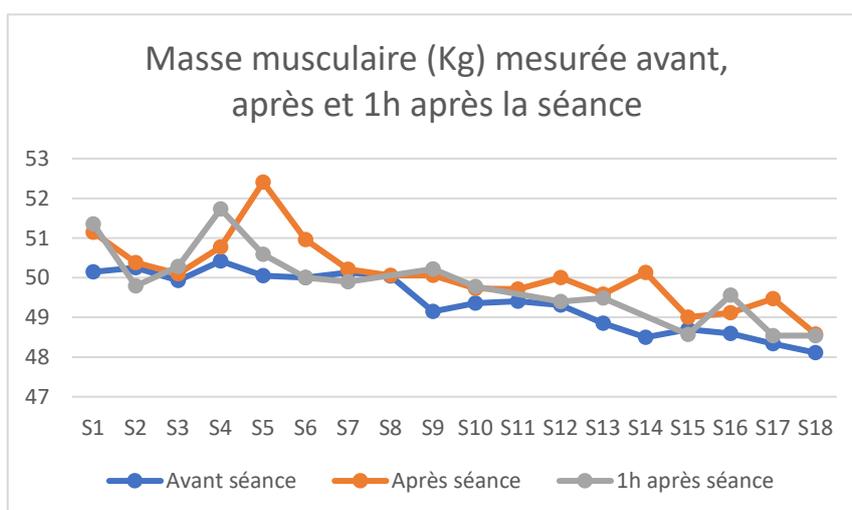
Graphique 15



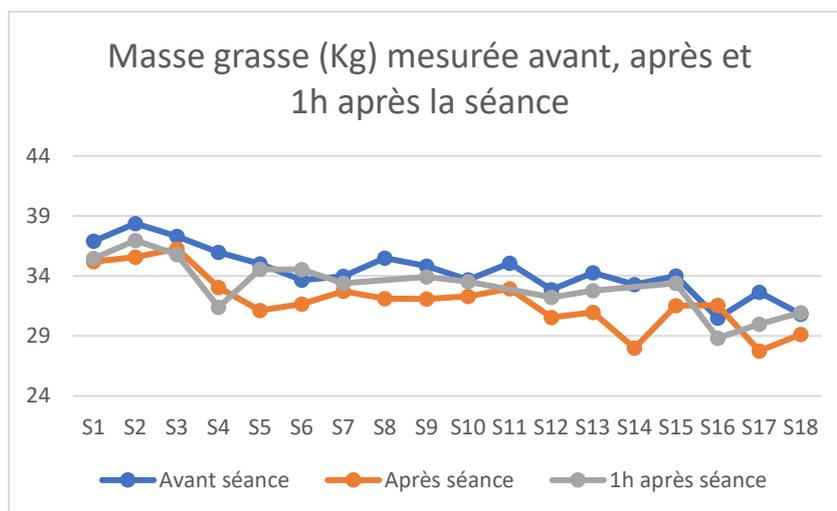
Graphique 16



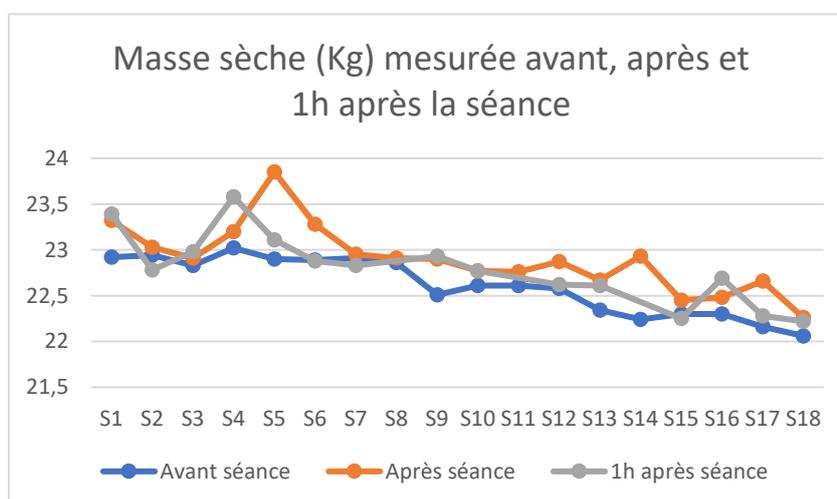
Graphique 17



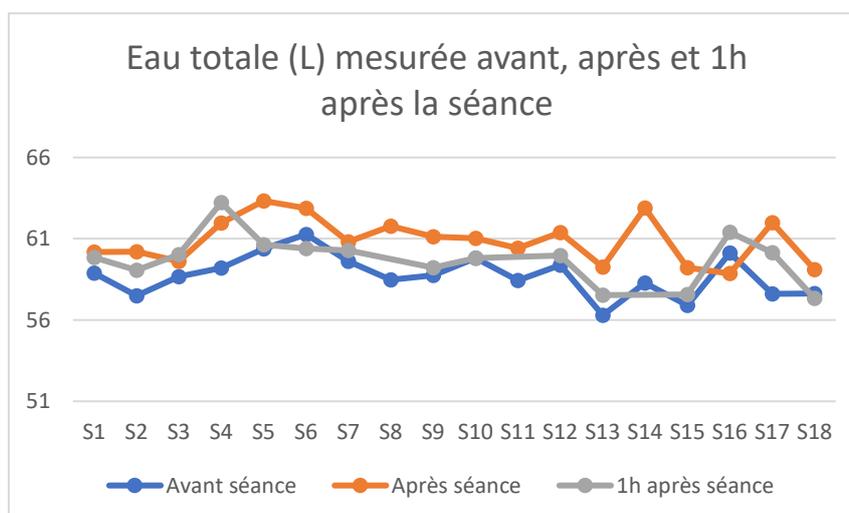
Graphique 18



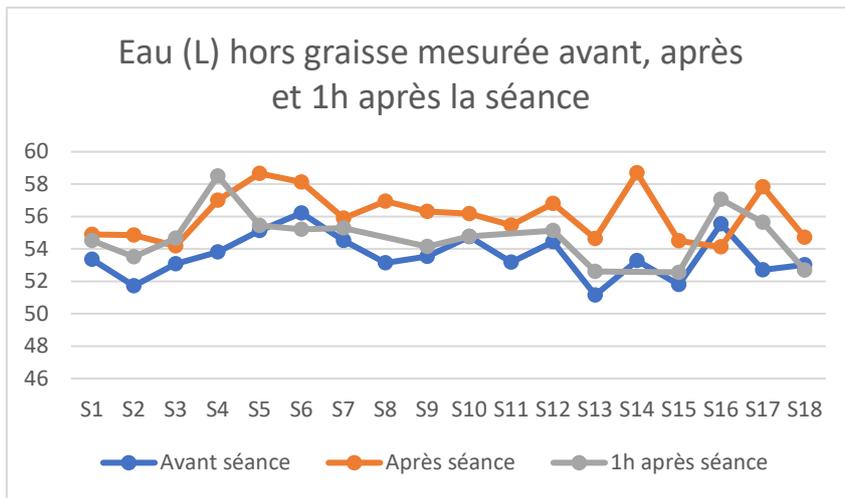
Graphique 19



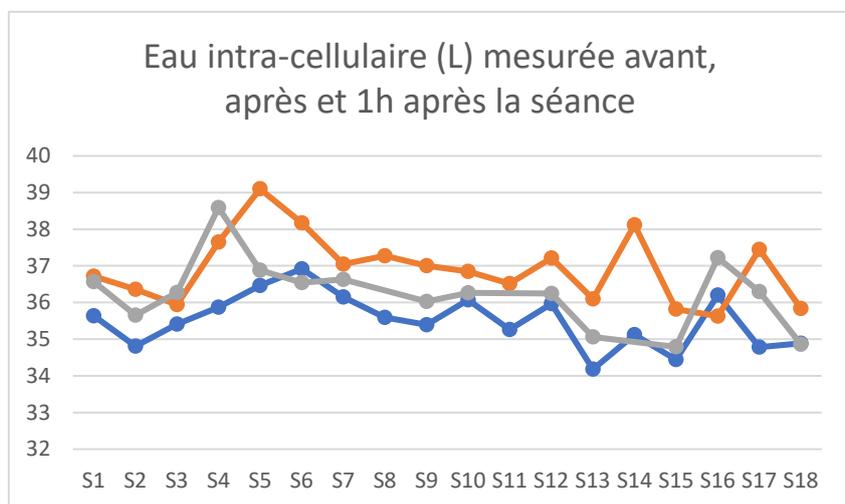
Graphique 20



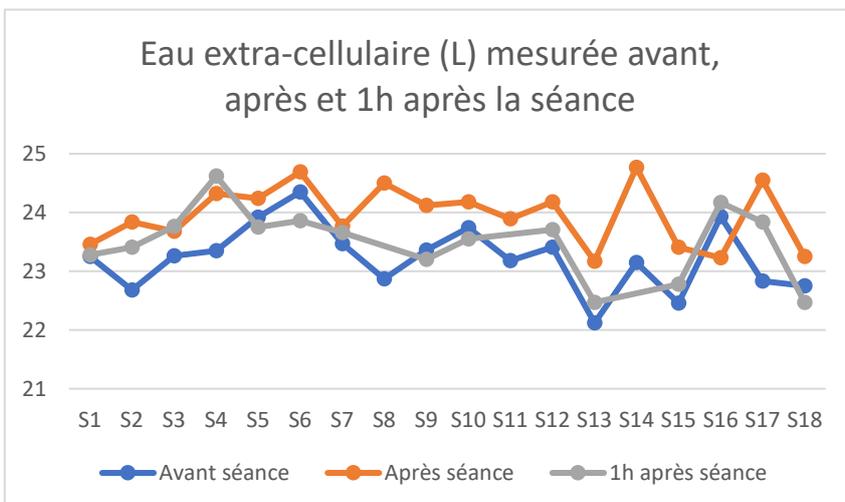
Graphique 21



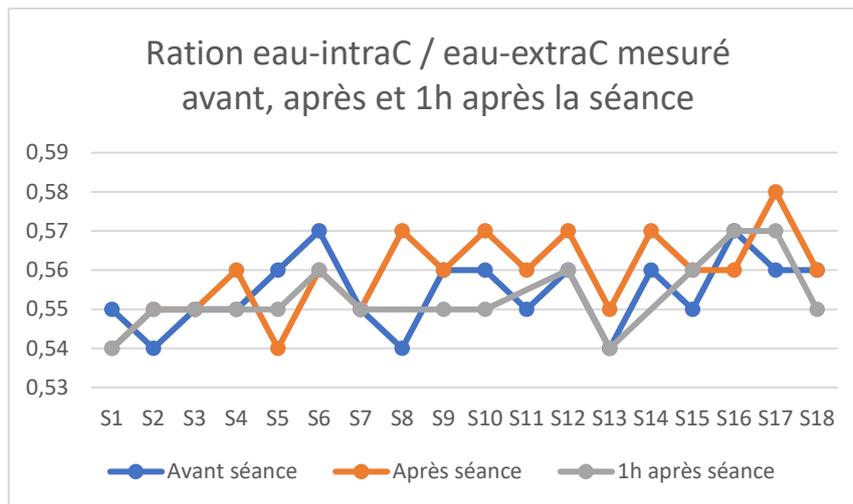
*Graphique 22*



*Graphique 23*



*Graphique 24*



*Graphique 25*

Sur la série de graphiques obtenus par la relève de mesures bioimpédancemétriques les jours **avec** pratique sportive juste avant, juste après et 1h après la séance et transfert sur le logiciel du Biody Xpert ZM®, on peut faire les observations suivantes :

- Sur les graphiques 13, 14 et 15 représentant les impédances relevées respectivement à 200Hz, 50Hz et 5Hz, on remarque que les valeurs obtenues juste après la séance de sport sont inférieures à celles relevées avant la séance. Cependant, les impédances correspondant aux mesures 1h après la séance de sport tendent à rejoindre celles prises avant la séance.
- Finalement, cette première observation vaut pour tous les paramètres mesurés au cours du challenge. Les valeurs obtenues par mesure bioimpédancemétriques 1h après la séance de sport tendent systématiquement à rejoindre les données relevées avant la séance.
- Autre phénomène à notifier, on relève que seules les valeurs de masse grasse (Conf. Graphique 19) prises juste après la séance de sport sont **inférieures** à celles avant séance et 1h après séance.
- Pour tous les autres paramètres étudiés dans cette partie de mon expérience sportive, les valeurs relevées juste après la séance de sport sont toujours supérieures à celles d'avant séance et d'1h heure après séance.
- On remarquera également que, comme pour la série de graphiques précédente obtenus les jours **sans** séance de sport, les courbes obtenues tendent toutes à la diminution au cours des 35 jours d'expérience, qu'elles soient prises avant, après ou 1h après la séance. Seul le ratio eau intra-cellulaire/eau extra-cellulaire tend à augmenter (Conf. Graphique 25). On se pose alors la question

de l'utilité de réaliser 3 mesures a des temps distincts. Une seule mesure, si elle est relevée au même moment chaque jour, suffirait à obtenir une courbe représentative de l'évolution des paramètres biologiques d'intérêts au sein de l'organisme. La multiplication des prises de mesure, sur une journée type et avec un protocole de reproductibilité bien spécifique, n'a finalement pas permis de relever de différence significative en valeur absolue au bout des 35 jours d'expérience.

## 4.2. Recueils d'impressions

### 4.2.1. Présentation des résultats des questionnaires patients

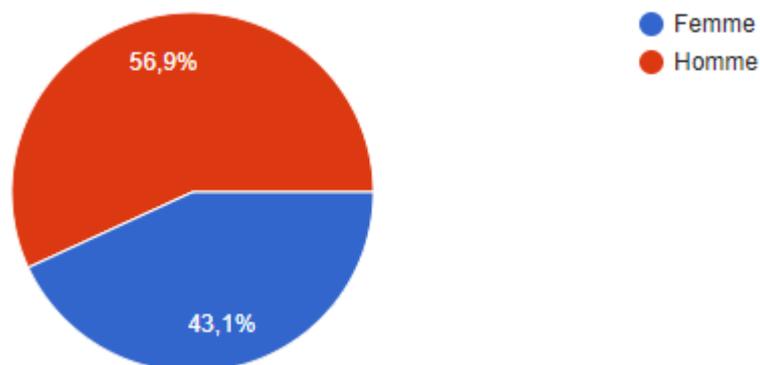
Pour toucher le plus grand nombre de patients, le service de greffe du CHU de Nantes a accepté de diffuser largement le lien redirigeant (par le biais d'un accès internet sécurisé via leur carte personnalisée « epatient ») vers le questionnaire de recueil d'impression des patients. Le questionnaire a été rempli après que chaque patient invité ait pris connaissance de l'animation de présentation du recueil de données d'impédancemétries par le pharmacien d'officine. Sur la file active de 2500 patients équipés d'un accès mail sécurisé via « epatient », un échantillon de 160 patients tirés au hasard ont été sollicités pour visualiser l'animation et répondre au questionnaire «Google form ». Finalement 116 patients (72.5%) ont apporté une réponse, ce qui a permis d'obtenir un échantillon plutôt représentatif de la population concernée.

Les détails des résultats de l'enquête sont présentés ci-dessous :

#### Analyse démographique de l'échantillon de patients

Le questionnaire a été envoyé à un échantillon de 160 patients dont 116 ont apporté une réponse.

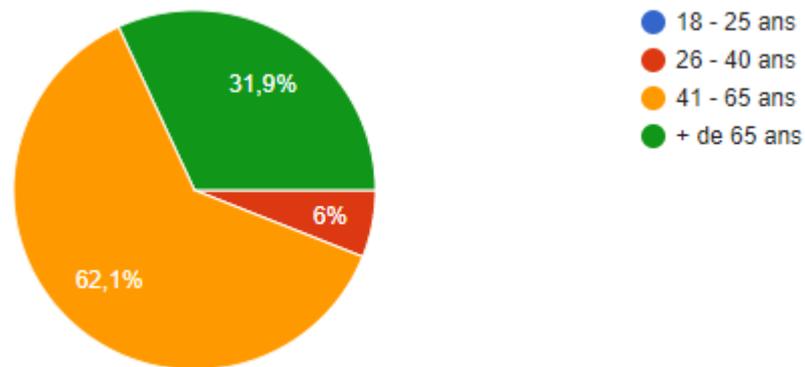
Sexe ration (Question bis (1) : *Vous êtes ?*)



Graphique 1

Sur ces 116 patients, 50 sont des femmes, 66 des hommes (*graphique 1*).

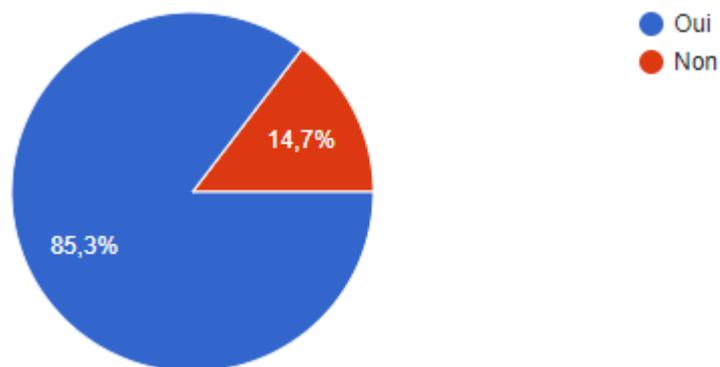
Répartition des âges (Question bis (2) : *Vous appartenez à la catégorie d'âge ?*)



Graphique 2

Sur les 116 patients ayant répondu au questionnaire, 72 ont un âge compris entre 41 et 65 ans, 7 entre 26 et 40 ans, et les 37 restant ont plus de 65 ans (*graphique 2*).

Type de pathologie (Question bis (3) : *Êtes-vous greffés ?*)



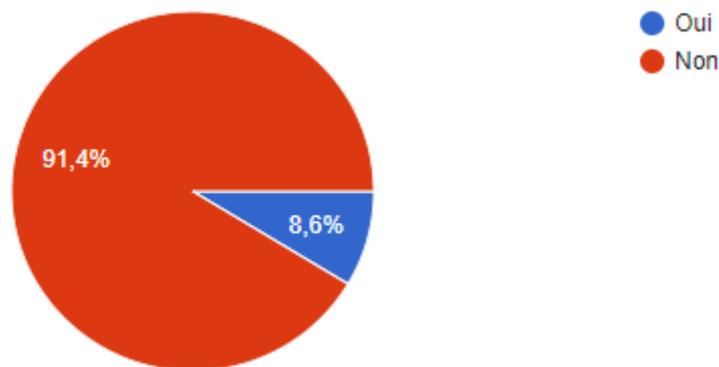
Graphique 3

Sur cet échantillon de patients, 99 d'entre eux sont greffés d'un rein, les 17 en insuffisance rénale sévère (*graphique 3*).

## Interrogation de l'échantillon de patients

Type d'équipement (Question : *Possédez-vous un pèse-personne impédancemètre ? (balance avec électrodes permettant de calculer la masse musculaire, masse grasse et l'hydratation) )*

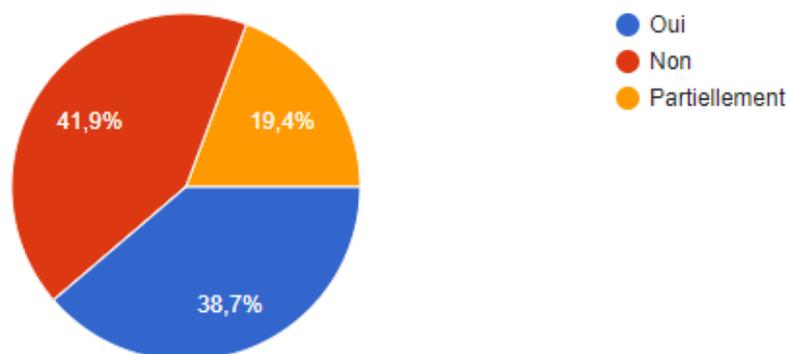
91% des patients ont répondu ne pas posséder de balance à propriété impédancemétrique quand 9% déclarent en posséder un (*graphique 4*).



Graphique 4

Intérêt d'un suivi par pèse-personne impédancemètre (Question : *Si oui, trouvez-vous que les informations fournies par cette balance vous sont utiles dans le suivi de votre pathologie rénale ?*)

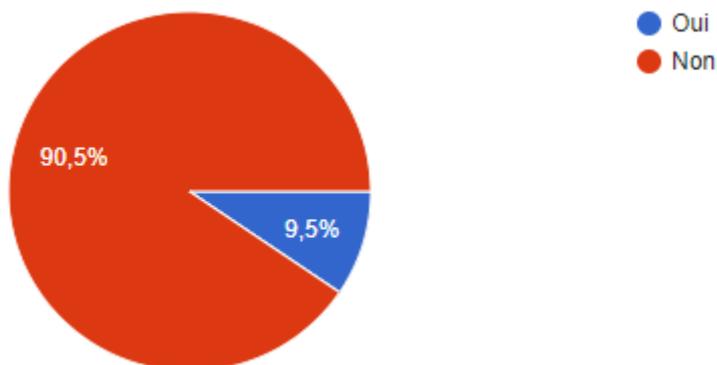
42% des patients ne semblent pas penser que les données fournies par un pèse-personne impédancemétrique soient utiles pour le suivi de leur pathologie rénale. Cependant, 39% les pensent utiles, et 19% d'utilité partielle (*graphique 5*).



Graphique 5

Appareil d'automesure bioimpédancemétrique (Question : *Aviez-vous déjà entendu parler du bioimpédancemètre décrit dans la vidéo ci-dessus ?*).

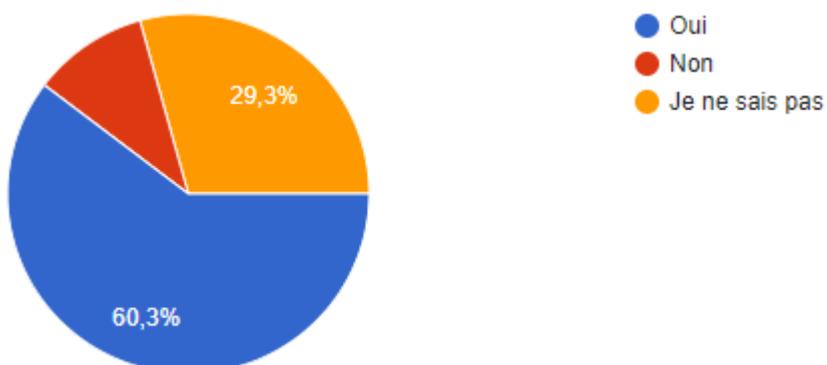
90% des patients ont répondu ne jamais avoir entendu parler de ce type d'appareil de mesure bioimpédancemétrique. Les quelques 10% restant semblent en avoir déjà eu connaissance avant la présentation vidéo associée au questionnaire (graphique 6).



Graphique 6

Intérêt de la mesure de paramètres corporels personnels pour le suivi de leurs pathologies (Question : *Seriez-vous prêt à l'utiliser en pharmacie dans le but d'améliorer votre suivi médical partagé et votre prise en soin par votre médecin traitant et/ou votre néphrologue ?*)

60% ont répondu positivement. Environ 30% d'entre eux de se prononcent pas, et les 10% restant ne semblent pas disposés à une telle utilisation (graphique 7).



Graphique 7

En fin de questionnaire, deux questions ouvertes ont été proposées à l'échantillon de 116 patients du service de néphrologie du CHU de Nantes.

A la question *Quels avantages voyez-vous à son utilisation en pharmacie ?* voici les principales réponses qui ont été recensées, classées par thèmes :

- Avantages géographiques
  - Proximité
  - Eviter un rendez-vous au CHU.
  - Fiabilité près de chez moi.
  - Pratique et accès facile.
  - Proximité du domicile. Possibilité à l'occasion du renouvellement d'ordonnance.
  
- Avantages organisationnels
  - Diagnostic rapide. Temps libre pour les néphrologues pour s'occuper de personnes plus atteintes.
  - Passer une fois par mois.
  - Pas d'achats.
  - Le passage en pharmacie est simple.
  - Eviter un rendez-vous au CHU.
  - Pratique et accès facile.
  
- Avantages médicaux
  - Diagnostic rapide. Temps libre pour les néphrologues pour s'occuper de personnes plus atteintes.
  - Contrôler la diminution de ma diurèse avec la prise ou diminution du poids.
  - Avoir un bon suivi de son état de santé.
  - Mesures plus précises.
  - Matériel fiable.
  - Peut-être mieux gérer les médicaments.
  - Encadrement par des professionnels de santé.
  - Ça permettrait le suivi de ma santé.
  - Une meilleure adaptation des traitements suivant les résultats.
  - Suivi du poids.
  - Un suivi plus régulier, une bonne connaissance de son organisme qui permettrait de corriger ou améliorer notre alimentation, le poids seul ne voulant pas dire grand-chose.
  - Faire avancer la recherche ? Et les traitements ?
  - Le résultat instantané des différentes composantes afin de prévenir d'éventuelles pathologies.
  - Suivi personnalisé des données poids graisse.... Et ajustements si possible par mesures.
  - Un suivi plus précis du malade par le néphrologue en informant le patient des éventuels changements.

A la question *Quelle(s) limite(s) voyez-vous à son utilisation dans votre pharmacie ?* les principales réponses recensées sont les suivantes, classées par thèmes :

- Limites acceptables
  - Aucune.
  - Je ne sais pas.
  - Un « timing » à adapter pour l'équipe officinale et des rendez-vous selon les disponibilités soit du patient, soit du pharmacien.
  
- Limites organisationnelles
  - Déplacement.
  - Il faut être très motivé...
  - Cela peut devenir contraignant en fonction des horaires d'ouverture.
  - PERTE DE TEMPS.
  - Le nombre de passages à ma pharmacie.
  - Il faut se déplacer régulièrement.
  - Le manque d'autonomie.
  - Une contrainte supplémentaire.
  - Fréquence des prises de mesures.
  - Pas tous les 15 jours.
  - Je passe déjà beaucoup de temps en surveillance médicale dans différents domaines !
  - Déjà trop de temps passé dans les pharmacies pour aller chercher les traitements.
  - Pouvoir me déplacer.
  - Contraintes chronologiques à définir.
  
- Limites de partages de données personnels
  - Données personnelles.
  - Je ne souhaite pas que le personnel puisse lire les informations me concernant je trouve que trop de personnes ont accès à mes données malgré le secret professionnel je suis très mal à l'aise.
  - Comme toute technologie, il y a sa vulnérabilité et sa fiabilité !
  - Protection des données ???
  - Les médecins prendront le temps d'étudier ces données ?
  - Préservation des données médicales personnelles.
  - Peu intime.
  - Transfert de données.
  - Pas évident de se déshabiller à la pharmacie !!

#### 4.2.2. Présentation des résultats des questionnaires pharmaciens.

Cette partie du travail de recueil d'impression a été moins fructueuse que la précédente en termes de participation. Les outils de diffusion étaient moins performants et personnels que pour le questionnaire patient (réseaux sociaux, bouches-à-oreilles), ce qui explique sans doute le nombre de réponses limité.

Cependant, les réponses apportées n'en sont pas moins intéressantes et constructives, c'est pourquoi j'ai choisi de les faire figurer malgré tout dans mon travail de rédaction.

Le texte de présentation du questionnaire était le suivant :

*« La surveillance de la composition corporelle (masse maigre, masse musculaire, masse grasse, masse hydrique, calcification osseuse...etc) à un niveau professionnel est désormais accessible grâce à des appareils de mesure tels que les bioimpédancemètres.*

*Ces outils, encore aujourd'hui réservés aux professionnels de santé, mesurent l'impédance de l'organisme par application à travers le corps d'ondes électriques de différentes fréquences. Celles-ci sont diffusées puis réceptionnées par un système d'électrodes dont la prise en main a été fortement simplifiée.*

*La vidéo ci-dessous représente une projection de ce que pourrait être une prise de mesure par bioimpédancemètre sur un patient en pharmacie.*

*L'utilisation d'un tel appareil de mesure par le pharmacien d'officine pourrait apporter à la profession un outil supplémentaire de suivi du patient, complet, intuitif, offrant la possibilité d'établir une évolution personnalisée de différents paramètres. Ces informations pourraient être discutées avec le médecin, spécialiste ou traitant, le tout dans le but d'optimiser la prise en charge du patient. »*

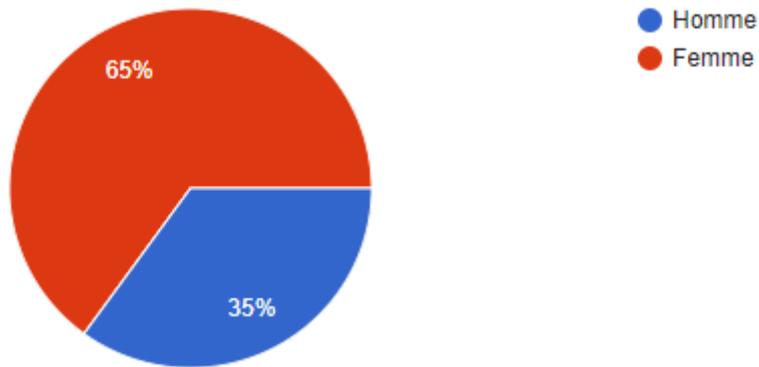
La vidéo sus-citée était la même que dans le questionnaire patient.

#### **Analyse démographique de l'échantillon de pharmaciens :**

Le questionnaire a été diffusé auprès d'un échantillon de pharmaciens ou étudiants en pharmacie.

Sur cet échantillon, 20 ont apporté une réponse.

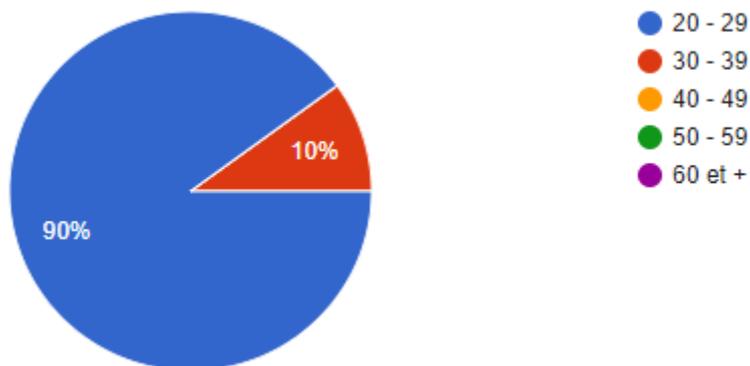
Question bis (1) : « Vous êtes ? »



Graphique 1

Parmi les 20 pharmaciens ayant répondu au questionnaire, 13 sont des femmes, 7 des hommes (graphique 1).

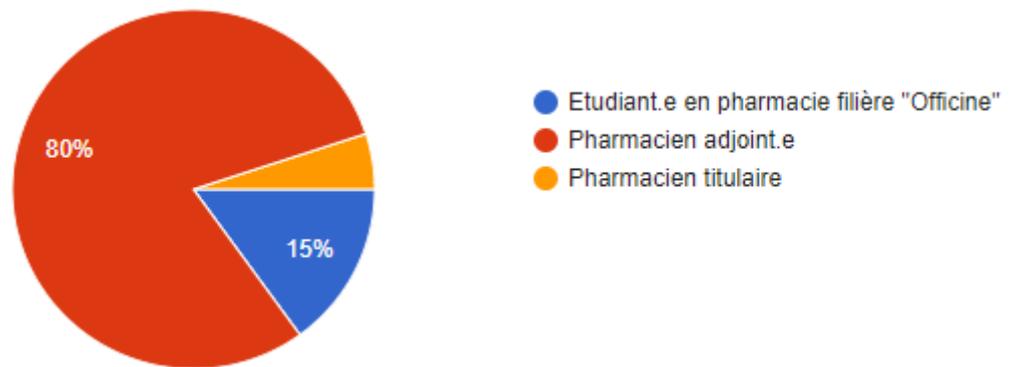
Question bis (2) :



Graphique 2

Parmi les 20 pharmaciens ayant répondu au questionnaire, 18 ont un âge compris entre 20 et 29 ans et 2 appartiennent à la catégorie des 30 – 39 ans. La tranche d'âge majoritaire correspond à une population plus jeune probablement moins réfractaires aux objets connectés.

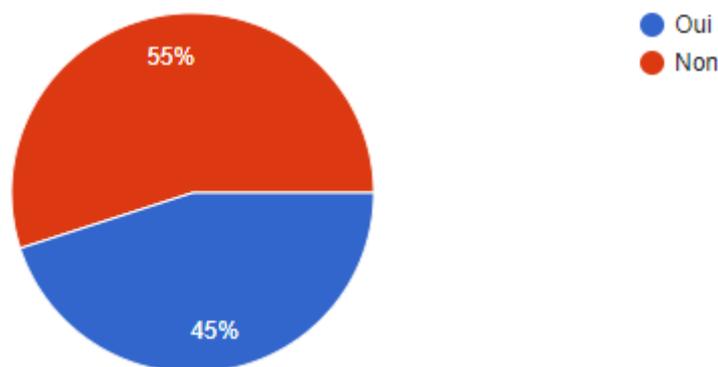
Question bis (3) :



Graphique 3

### Interrogation de l'échantillon de pharmaciens

A la question *Aviez-vous déjà entendu parler du bioimpédancemètre et de la bioimpédancemétrie ?* 55% des participants ont répondu ne jamais en avoir entendu parler, soit 11 personnes sur les 20 au total (Graphique 4).

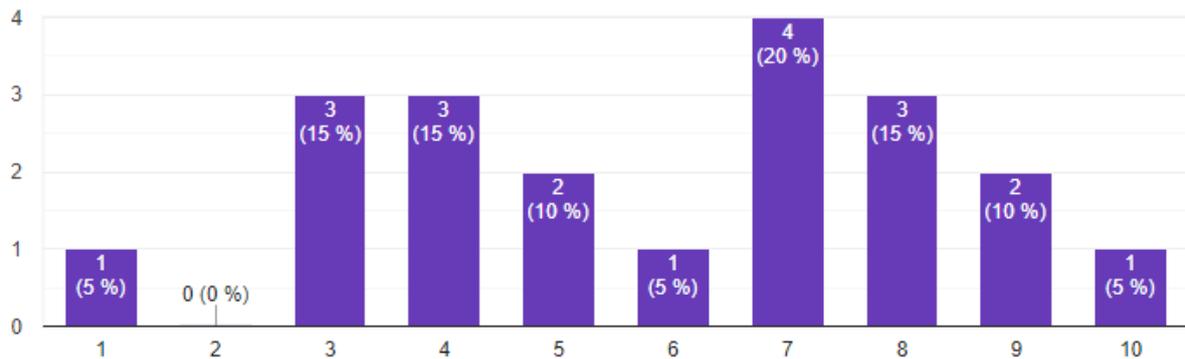


Graphique 4

A la consigne *Estimez, selon vous, l'intérêt des données bioimpédancemétriques dans le suivi patient à domicile*, le principe était d'évaluer leur niveau d'intérêt pour le sujet en déterminant une valeur sur une échelle de 1 à 10, 1 signifiant aucun intérêt et 10 un intérêt primordial. Les valeurs recueillies sont les suivantes (Graphique 5) :

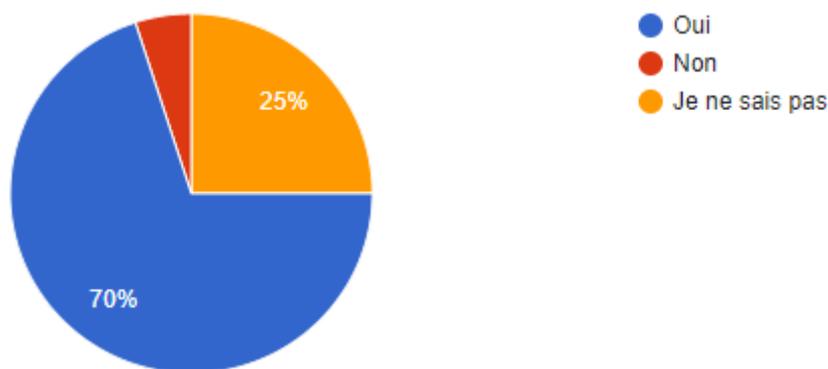
- 1 personne a évalué son intérêt à 1
- 3 personnes ont évalué leur intérêt à 3
- 3 personnes ont évalué leur intérêt à 4
- 2 personnes ont évalué leur intérêt à 5

- 1 personne a évalué son intérêt à 6
- 4 personnes ont évalué leur intérêt à 7
- 3 personnes ont évalué leur intérêt à 8
- 2 personnes ont évalué leur intérêt à 9
- 1 personne a évalué son intérêt à 10



Graphique 5

A la question Seriez-vous prêts à l'utiliser à l'officine pour le suivi de certains de vos patients ? 70% des participants soit 14 pharmaciens ou étudiants en pharmacie ont répondu être prêts à le faire, 5 ne savent pas se positionner et 1 a répondu par la négative à la question (Graphique 6).

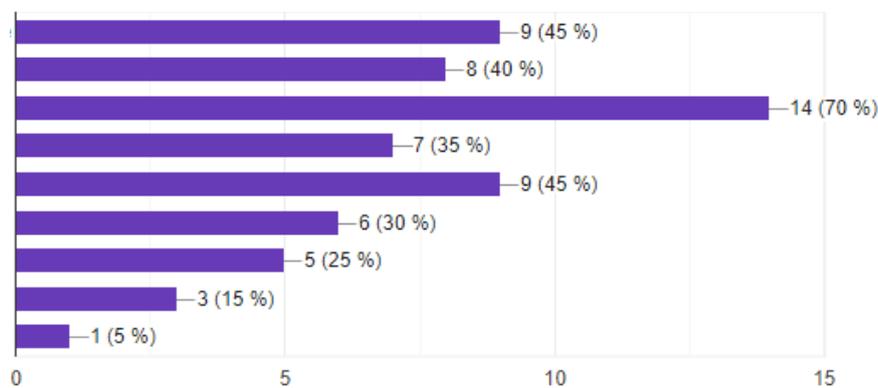


Graphique 6

Pour la question suivante *Quels seraient, selon vous, les principaux freins à son utilisation pour le suivi de vos patients ?* les participants pouvaient cocher plusieurs choix parmi une liste de choix non exhaustive mais permettant de ressortir les principales raisons qui sembleraient les amener à refuser l'utilisation du

bioimpédancemètre dans leurs officines. Les réponses recensées sont les suivantes (Graphique 7) :

- Le temps de la prise de mesure a recueilli 9 votes.
- Le temps de l'analyse des données a recueilli 8 votes.
- Le prix a recueilli 14 votes.
- La plus-value par rapport au suivi patient a recueilli 7 votes.
- Le scepticisme des patients par rapport à son utilité a recueilli 9 votes.
- La fiabilité de la prise de mesure a recueilli 6 votes.
- La réalisation de la prise de mesure a recueilli 5 votes.
- La nécessité de posséder un ordinateur équipé de bluetooth a recueilli 3 votes.
- Le temps passé pour une telle prise de mesure (analyse et conseils compris) a recueilli 1 vote.



Graphique 7

En fin de questionnaire, une question ouverte a été posée à l'échantillon de 20 pharmaciens.

A la question « Que pourrait apporter, selon vous, l'utilisation des données bioimpédancémétriques au métier de pharmacien d'officine ? » voici les réponses qui ont été recensées :

- De précieuses informations, par exemple pour le suivi des patients sous compléments alimentaires.
- Prévention de la dénutrition, alerte sur une perte de poids (patho sous-jacente), adaptation des posos. très peu de médecins généralistes prennent le poids de leur patients en consultation, malgré les reco de gériatrie.
- Apport de données complémentaires pour adapter les traitements.
- Personnaliser encore plus le conseil.
- Concrètement ça apporte quoi comme données ? Quelles données peuvent influencer les traitements et lesquels par exemple ?
- Augmenter l'implication du pharmacien dans la prise en charge du patient, augmenter le dialogue avec le médecin.

- Suivi de la dénutrition des personnes âgées, suivi de l'hydratation, suivi perte de poids chez patients en surpoids.
- Meilleure prise en charge diabète nutrition risque cardio-vasculaire.
- Suivi du patient avec adaptation et personnalisation du conseil.
- Excellente question, Cela aurait été cool d'avoir des exemples parce que ça ne me parle pas du tout et je ne visualise pas trop l'utilité sans exemple.
- Suivi santé
- Notamment le suivi des patients dénutris et qui n'en n'ont pas l'impression ou la connaissance.
- Je trouve ça intéressant pour le suivi de patient « border » en termes de nutrition pour avoir un aperçu plus clair de ce qu'il manque, et de l'état global du patient en termes de composition.
- Adaptations posologiques plus faciles, confiance du patient.

## 5. Discussion

Mon travail de thèse comprenait deux parties. Une première expérimentale ayant pour objectif de m'initier à la mesure de la composition corporelle par bio impédancemétrie. Les mesures d'impédancemétrie occupent une place croissante dans l'accompagnement de certaines pathologies et prises en soins de patients. L'insuffisance rénale, l'insuffisance cardiaque, l'hypertension artérielle font parties des maladies chroniques pour lesquelles le recueil de données d'impédancemétries s'intègre dans le suivi de la volémie au même titre et en complément du suivi tensionnel (REF) et permet d'adapter les traitements en particulier les diurétiques. Les mesures d'impédancemétrie sont aussi de plus en plus utilisées dans le cadre de « coaching » sportif ou diététique puisqu'elles permettent des mesures précises du métabolisme de base, de la masse grasse et de la masse musculaire. Il nous a donc semblé intéressant de découvrir ce principe de mesure de la composition corporelle qui pourrait bénéficier aux patients dans le cadre de protocoles de soins collaboratifs entre les spécialistes d'organe, les généralistes et relayés par les pharmaciens d'officine.

Pour cela, j'ai dans un premier temps réalisé une expérience personnelle de perte de poids dans le cadre d'un challenge sportif qui s'est déroulé sur 35 jours avec un protocole de mesures d'impédancemétries quotidiennes. J'ai donc choisi de recueillir au cours de cette période sportive de haute intensité quelques-unes des dimensions d'impédancemétrie qui pourraient illustrer une possible utilisation de celles-ci en pathologie comme par exemple les variations de l'eau dans les compartiments intra et extra-cellulaires possiblement utiles en pathologie rénale ou cardiaque, et l'évolution de la masse maigre et musculaire, utiles dans le suivi des régimes amaigrissants. Durant le challenge sportif, il s'agissait ici de perdre rapidement (moins de 35 jours) un minimum de 7 Kg, accompagné d'une prise en charge diététique stricte et de séances de cross fit de haute intensité physique avec déperdition hydrique conséquente à chaque séance. Cette épreuve m'a paru une expérience intéressante pour découvrir la bioimpédancemétrie et ses possibles retombées en pathologies.

J'ai conçu un protocole de mesure des données d'impédancemétrie, permettant d'explorer l'évolution de ces différentes dimensions orientées principalement sur la masse grasse, la masse musculaire, le métabolisme basal et les principaux secteurs d'hydratation corporelle (secteur intra et extra cellulaire) en suivant un protocole d'hydratation et de mesure aussi très standardisés.

Cette première expérience m'a permis de montrer qu'au cours de ces 35 jours de challenge sportif, l'organisme a puisé son énergie de la masse grasse, mais également dans la masse musculaire malgré une adaptation alimentaire drastiquement portée sur l'augmentation des apports protéiques. J'ai ainsi pu observer une diminution significative de la masse grasse, masse musculaire et masse sèche au cours de ce challenge sportif. Quant aux niveaux hydriques, bien que les valeurs obtenues augmentent juste après la séance de sport, celles-ci tendent à revenir à la normale dès 1h après la séance. Au bout des 35 jours de challenge sportif, tous les compartiments hydriques ont montré une diminution. Mon organisme a perdu de l'eau

en proportion de la masse sèche et grasse qu'il a perdu au cours de cette expérience sportive.

Comme signalé en introduction il existe différents types d'appareils de mesures d'impédancemétrie qui vont de la simple balance connectée permettant le recueil très minimaliste de la masse grasse et musculaire et qui sont sans grand intérêt dans le cadre d'un suivi médical. Par contre, l'arrivée sur le marché d'impédancemétrie miniaturisée connectée certifiée « dispositif médicaux », simples d'utilisation et reliée à des logiciels permettant une interprétation didactique des données recueillies, semblent prometteurs pour intégrer un suivi médical holistique et partagé de données de santé centré sur le patient. Le biody xpert que nous avons utilisé dans le cadre de notre challenge sportif en est une illustration intéressante, car il s'agit probablement du dispositif actuellement sur le marché qui permet un recueil très ambitieux des données de compositions corporelles avec interprétation illustrées et historiques des données.

Cependant ce dispositif est assez onéreux, de l'ordre de 2500 euros. Il n'est donc pas possible d'en équiper les patients pour des relevés d'automesure comme on le ferait avec un tensiomètre. C'est pourquoi, je pense que le pharmacien d'officine pourrait offrir ce service à sa patientèle soit dans le cadre d'un bilan de santé à un moment précis décidé par le patient lui-même au même titre que sa prise de tension artérielle ou son poids. Soit dans le cadre de protocoles de soins en accompagnement de patients souffrant de maladies chroniques comme l'HTA, l'insuffisance cardiaque, l'insuffisance rénale, ou des régimes amaigrissants prescrits médicalement.

En effet, le pharmacien est au centre du dispositif de soin puisqu'il connaît l'ensemble des pathologies et comorbidités de ses patients. Il est facilement accessible puisque généralement à proximité de leur domicile et son officine peut aisément être équipées d'un local ou d'une partie réservée aux mesures de tension, poids et donc nous le pensons de paramètres d'impédancemétrie. De nombreuses études montrent la place du pharmacien d'officine dans la gestion de l'hypertension artérielle par exemple en termes d'éducation, de contrôle et d'explication des médicaments mais aussi des mesures proprement dites de la pression artérielle (PA) et du suivi des facteurs de risques cardiovasculaires. Une approche multidisciplinaire avec le médecin traitant ou le spécialiste permet d'améliorer le contrôle de l'hypertension.

Sachant que l'hypervolémie peut jouer une place importante dans la physiopathogénie de l'hypertension artérielle, adjoindre des mesures de composition corporelle et notamment des différents secteurs d'hydratation corporelle par bioimpédancemétrie pourrait permettre de mieux adapter les traitements anti-hypertenseurs et leurs suivis mais aussi la compréhension des patients à adhérer à de tels traitements. Le pharmacien d'officine pourrait donc suivre ces paramètres et les partager avec le médecin traitant ou le spécialiste pour un ajustement des traitements mais aussi pour enrichir les outils d'éducation des patients et l'éclairer sur la nécessité de prendre ses traitements. En effet, il a été aussi montré que le recours à des dispositifs médicaux par le pharmacien d'officine pouvait être utile et totalement intégré dans le suivi des patients comme par exemple l'enregistrement tensionnel sur 24h. Il serait donc

probablement tout à fait concevable d'améliorer ce suivi des patients hypertendus, par exemple, grâce à un suivi de données d'impédancemétrie dans le cadre de protocoles de soin centrés sur le patient.

Cette première partie m'a convaincu que l'impédancemétrie pourrait dans un avenir proche trouver une place dans le suivi de patients porteurs de maladie chronique ou dans le cadre de prise en charge nutritionnelle dans le cadre de protocole de soin. Cependant, il serait souhaitable que de nouveaux essais cliniques intégrant le pharmacien d'officine montrent la preuve de son utilité en pathologie chronique pour une diffusion en routine.

J'ai donc voulu dans un second temps explorer le ressenti de patients porteurs de maladie chronique (ici, l'insuffisance rénale) et de professionnels de santé (pharmaciens d'officines) dans l'utilité perçue (questionnaire) de ce genre de mesures effectuées par le pharmacien d'officine pour optimiser le suivi de la pathologie et la compréhension des traitements prescrits. Les résultats ont montré une confiance et un optimisme certain des patients pour ce nouvel outils de suivi médical que peu d'entre eux connaissait réellement. Dans un contexte où les données personnelles ainsi obtenues et échangées par interdisciplinarité seraient sécurisées, la majorité ne s'oppose pas à la réalisation de ces mesures par le pharmacien d'officine. Nombreux d'entre eux y voient des avantages pratiques : la proximité, la rapidité d'exécution, le professionnalisme du pharmacien et son engagement important dans le parcours de soins du patient. Quant aux pharmaciens, ceux-ci semblent plus perplexes face à ce questionnement, principalement sur le fait d'ajouter une mission qui pourrait prendre du temps et demander de l'organisation à leurs quotidiens déjà bien rempli. Cependant, l'utilisation de ces données représenterait un apport majeur à l'exhaustivité de la connaissance de l'état de santé du patient et de sa prise en charge pluridisciplinaire. Les professionnels officinaux, bien que parfois peu enclins à effectuer de nouvelles missions secondaires qui prennent souvent du temps et dont l'apport à la profession est parfois discutable, sauraient optimiser une séance de prise de mesure et d'analyse de données au sein de la pharmacie et mettre à profit les résultats ainsi obtenus. Le bénéfice temps passé et organisation de la séance par rapport à l'utilité et la richesse des informations obtenues est amplement positif.

Mon étude connaît certaines limites. Il s'agit d'un travail personnel, dont la partie principale est centrée sur une expérience réalisée sur ma propre personne et dans des conditions extrêmes de challenge sportif de haute intensité où alimentation, pratiques sportives et hydratation étaient au centre de mon quotidien durant ces 35 jours de challenge. L'utilisation de l'appareil de mesure Biody Xpert ZM® représentait elle-même une contrainte. En effet, je devais faire attention de toujours recharger l'appareil, de l'avoir sur moi à chaque séance de sport, et de transférer tout de suite les résultats sur un PC après la prise de mesure. Le nombre de variables analysées était limité, j'ai dû faire des choix car les possibilités de développement de ce sujet sont très vastes. Les données obtenues grâce aux questionnaires auraient pu être plus exhaustives également. Le temps a manqué, ainsi que les outils de diffusion peu

efficaces concernant les pharmaciens et étudiants en pharmacie. Bien souvent, ces requêtes attirent assez peu l'attention. Quant aux patients, ceux-ci étant essentiellement des transplantés, habitués de l'hôpital et de l'éducation thérapeutique des professionnels constituant leur parcours de soins, peut-être ne représentaient-ils pas un échantillon suffisamment objectif vis-à-vis du sujet de ce travail de recherche. Les échantillons de patients et de professionnels étaient suffisants pour en ressortir quelques observations, j'ai pu m'appuyer dessus malgré le faible nombre de participants.

Ce travail d'investigations et d'accomplissements personnels aura eu un effet catégoriquement positif sur ma vision de mon futur métier officinal. Outre l'investissement dans la réalisation d'une performance physique qui m'a bouleversée et qui, aujourd'hui encore, m'est bénéfique au quotidien, je retiens également que grâce à un concours de circonstance j'ai pu mettre à profit un appareil et une technologie dont j'ignorais l'existence et qui pourrait s'intégrer dans mon futur parcours professionnel. Grâce à cet exercice de recherche et d'analyse de données sur un cas concret, j'ai mis en évidence les apports et les éventuelles limites que représenterait l'utilisation d'un bioimpédancemètre pour des prises de mesures sur des patients afin d'analyser les résultats et d'adapter leur prise en charge. Bien que cela puisse demander du temps et de l'organisation au pharmacien, que de nombreux biais existent pour l'obtention de valeurs fiables et que ces appareils soient relativement peu accessibles d'un point de vue coût, je suis persuadé qu'ils sauront trouver leurs places aux seins des pharmacies de villes. Il n'existe rien à ce jour qui permettent d'obtenir autant d'informations par patient en si peu de temps, d'effort et d'investissement. A mon sens, ces outils représentent l'avenir du suivi patient, et deviendront un jour des indispensables dans son parcours de soins.

## Annexes

Liste des images, tableaux, figures, schémas :

- *Figure 1 : Compartimentation de l'eau totale dans l'organisme*
- *Figure 2 : Schéma des compartiments corporels et hydriques, indicateurs des grandeurs biologiques mesurées appropriées par les appareils de mesures Aminogramm®.*
- *Photo 1 : Balance impédancemétrique FitTack®*
- *Photo 2 : Montre impédancemétrique connectée AURA Band®*
- *Photo 3 : Balance impédancemétrique professionnelle InBody 570®*
- *Photo 4 : Bioimpédancemètre professionnel Biody Xpert ZM®*
- *Photo 5 : Appareil impédancemétrique professionnel Xitron Hydra 4200®*
- *Tableau 1 : Liste des comorbidités des patients inclus dans le groupe d'intervention et dans le groupe « control » et moyenne de comorbidités par patient.*
- *Tableau A : Relevés des tensions artérielles (mmHg) systoliques (SBP) et diastoliques (DBP) au départ de l'étude et à 9 mois, delta des valeurs obtenues (mmHg)<sup>1</sup>.*
- *Tableau B : taux de réussite de contrôle de la pression artérielle en fin d'étude chez les patients des groupes « control » et « intervention » comparés aux valeurs normales de JNC-7 et du JNC-8<sup>1</sup>.*
- *Photo A : Biody XPERT ZM®*
- *Graphique 1 à 25*
- *Graphiques 1 à 7*

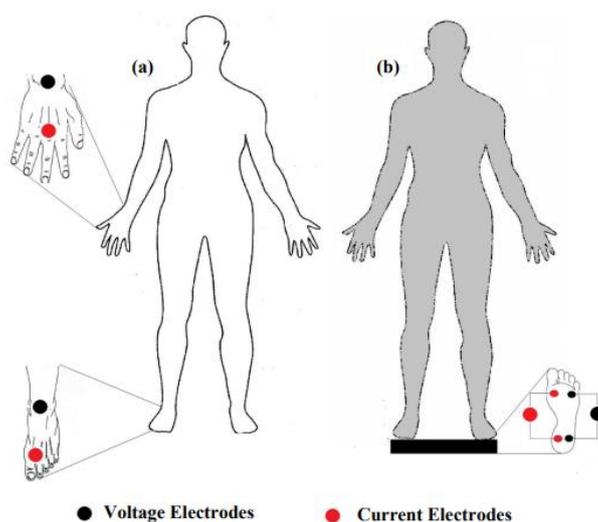


Schéma 1 : positionnement des électrodes émettrices (*current electrodes*) et réceptrices (*voltage electrodes*) permettant une mesure impédancemétrique sur le corps entier selon les méthodes pied-main (a) et pied-pied (b) (*source = The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases, Khalil and al., 06/2014, consultée le 28/05/2022*)

## *Glossaire de l'argot du crossfiteur*

### Vocabulaire général

**Box** : hangar/salle de crossfit

**WOD** : Work Out of the Day, séance d'exercice du jour

**AMRAP** : As Many Repetition As Possible, faire un maximum de fois les exercices donnés dans le temps imparti.

**EMOM** : Every Minute On the Minute, réaliser une série d'exercices donnée en moins d'une minute. Le reste du temps sert de temps de récupération.

**For Time** : réaliser tous les exercices de la séance avant la fin du temps imparti.

**For Round** : réaliser les enchainements d'exercices indiqués, quelque que soit le temps de la séance.

**RM** : Repetition Max, poids maximal soulevé une seule fois.

**Scaled** : échelonné, la plupart des exercices sont proposés avec des échelons différents, en fonction du niveau de chacun. Plus le niveau est élevé, plus l'athlète augmente l'intensité de l'exercice.

**Warm Up** : échauffement

### Mouvements

**Bench press** : développé couché

**Box jump** : saut sur une caisse en bois d'un mètre cube

**Burpees** : départ debout, pompe puis saut

**Clean** : soulevé de barre du sol jusque sous le menton

**Clean and jerk** : clean puis soulevé de barre au-dessus de la tête

**Chest to bar** : tractions répétitives où le torse vient toucher la barre fixe

**Deadlift** : soulevé de barre chargée du sol jusqu'aux hanches

**Dips** : mouvement d'extension visant à travailler les triceps

**Double under** : sauts doublés à la corde à sauter

**Front squat** : squat avec barre chargée sur la nuque

**Hand stand** : position verticale statique sur les mains

**Hand stand walk** : marche en avant sur les mains

**Kipping** : mouvement de balancier donnant de l'impulsion pour la réalisation d'autres mouvement sur barre fixe

**Muscle up** : traction puissante pour se positionner bras tendus au-dessus de la barre fixe

**Pull up** : traction classique, menton au-dessus de la barre fixe

**Push up** : pompes au sol

**Rope climb** : monter à la corde

**Row** : rameur

**Squat** : flexion des genoux en-dessous du niveau du bassin

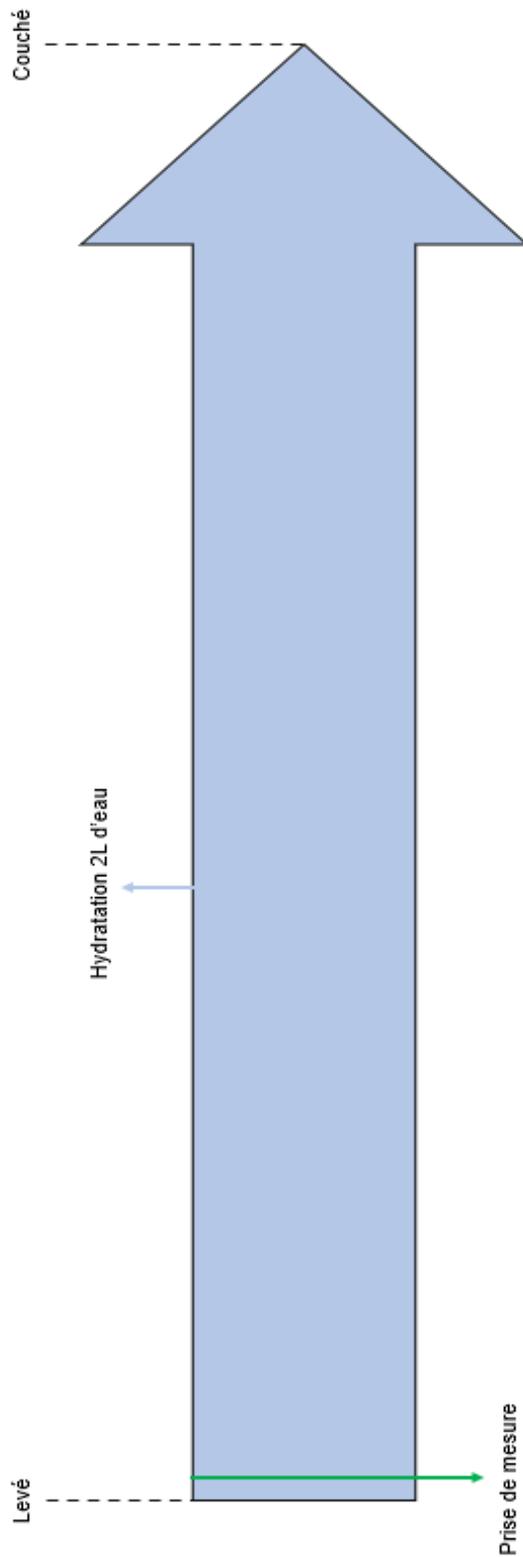
**Sled** : poussé de chariot chargé sur une ligne droite

**Snatch** : soulevé de barre chargée du sol jusqu'au-dessus de la tête bras tendus en un seul mouvement

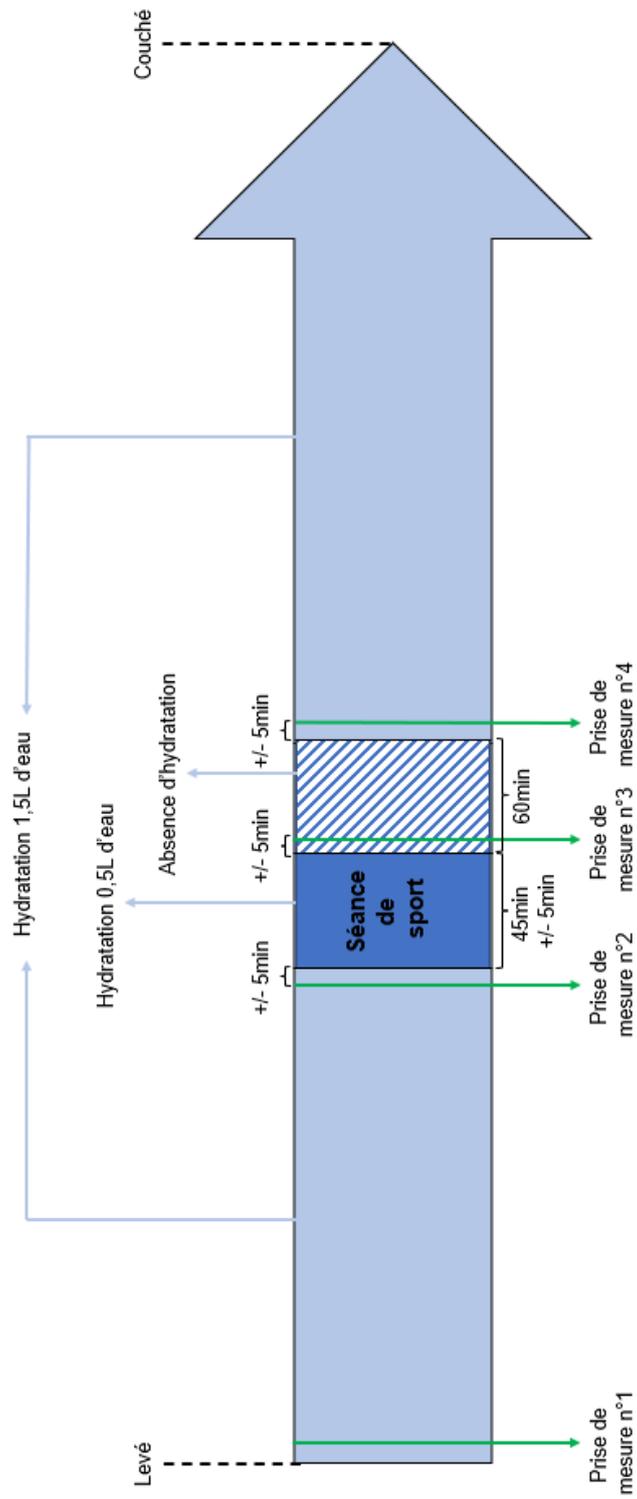
**Sit up** : travail des abdos au sol, plante des pieds jointes

**Toes to bar** : travail des abdos sur barre fixe, visant à ramener les pieds au niveau des mains

**Wall ball squat** : lancé de médecine ball contre le mur et réception en squat



Frise 1 : Représentation schématique du protocole expérimental des prises de mesures bioimpédancemétriques et de l'hydratation lors d'une journée **SANS** séance de sport.



Frise 2 : Représentation schématique du protocole expérimental des prises de mesures bioimpédancemétriques et de l'hydratation lors d'une journée **AVEC** séance de sport.

**Enquête** : texte de présentation du thème du questionnaire, commun aux patients insuffisants rénaux chroniques et aux pharmaciens d'officines.

*« La surveillance de la composition corporelle (masse maigre, masse musculaire, masse grasse, masse hydrique, calcification osseuse...etc) à un niveau professionnel est désormais accessible grâce à des appareils de mesure tels que les bioimpédancemètres.*

*Ces outils, encore aujourd'hui réservés aux professionnels de santé, mesurent l'impédance de l'organisme par application à travers le corps d'ondes électriques de différentes fréquences. Celles-ci sont diffusées puis réceptionnées par un système d'électrodes dont la prise en main a été fortement simplifiée.*

*La vidéo ci-dessous représente une projection de ce que pourrait être une prise de mesure par bioimpédancemètre sur un patient en pharmacie.*

*L'utilisation d'un tel appareil de mesure par le pharmacien d'officine pourrait apporter à la profession un outil supplémentaire de suivi du patient, complet, intuitif, offrant la possibilité d'établir une évolution personnalisée de différents paramètres. Ces informations pourraient être discutées avec le médecin, spécialiste ou traitant, le tout dans le but d'optimiser la prise en charge du patient. »*

Jour	Impédance (Z) à 200Hz	Impédance (Z) à 50Hz	Impédance (Z) à 5Hz	IMC	Métabolisme basal (kcal)	Besoins énergétiques (kcal)	Eau totale (L)	Masse sèche (Kg)	Masse musculaire (Kg)	Masse grasse (Kg)	Eau intra-C	Eau extra-C	Ratio extra/intra (hors graisse)	Eau (L)	hors graisse
J1	408	460	561	32,5	2261	4974	56,78	23,02	50,5	38,9	34,47	22,31	0,53	50,34	
J2	391	437	529	32,6	2253	4957	58,45	22,9	50,12	37,45	35,39	23,06	0,54	52,83	
J3	392	438	527	32,6	2245	4939	58,37	22,77	49,78	37,66	35,26	23,11	0,54	52,72	
J4	397	433	522	32,4	2246	4941	58,67	22,78	49,82	36,75	35,47	23,19	0,55	53,15	
J5	384	409	491	32,6	2257	4966	60,71	22,97	50,21	35,12	36,64	24,07	0,56	55,44	
J6	367	412	435	32,4	2253	4956	60,38	22,9	50,05	35,02	36,46	23,92	0,56	55,13	
J7	393	439	526	32,4	2237	4921	58,22	22,63	49,45	37,44	35,12	23,1	0,55	52,61	
J8	376	419	501	32,3	2237	4921	59,72	22,63	49,4	35,44	36	23,72	0,56	54,41	
J9	393	431	519	32,3	2246	4941	58,76	22,78	49,82	36,26	35,52	23,24	0,55	53,32	
J10	390	436	522	32,1	2231	4908	58,28	22,54	49,22	36,28	35,16	23,12	0,55	52,84	
J11	390	439	527	31,9	2234	4915	57,97	22,59	49,37	35,34	35,01	22,95	0,55	52,57	
J12	377	424	511	32	2244	4936	59,17	22,75	49,74	34,88	35,79	23,38	0,55	53,94	
J13	395	396	467	32	2232	4903	61,58	22,55	49,13	32,67	36,93	24,65	0,58	56,68	
J14	382	429	516	31,8	2235	4916	58,68	22,6	49,38	34,82	35,47	23,2	0,55	53,45	
J15	384	431	518	31,8	2232	4911	58,92	22,56	49,29	35,02	35,37	23,15	0,55	53,27	
J16	395	434	529	31,8	2248	4946	58,29	22,82	49,97	34,99	35,41	22,88	0,54	53,04	
J17	389	437	526	31,6	2229	4903	57,96	22,51	49,17	34,93	35,06	22,9	0,55	52,72	
J18	382	428	509	31,5	2215	4874	58,57	22,29	48,6	33,34	35,27	23,3	0,56	53,48	
J19	379	424	507	31,3	2217	4878	58,80	22,32	48,68	33,08	35,49	23,31	0,56	53,84	
J20	390	430	519	31,2	2230	4905	58,27	22,52	49,23	33,01	35,3	22,97	0,55	53,32	
J21	410	459	554	30,9	2210	4862	56,02	22,2	48,5	34,68	33,95	22,07	0,54	50,82	
J22	383	427	508	31,2	2207	4855	58,90	22,15	48,27	33,14	35,25	23,26	0,56	53,53	
J23	410	459	548	31	2201	4843	56,06	22,06	48,13	33,08	33,83	22,23	0,55	50,8	
J24															
J25	312	373	436	31,1	2232	4854	63,33	22,16	48,98	33,81	35,78	23,55	0,53	53,61	
J26	372	416	499	31,1	2218	4879	59,33	22,33	48,7	31,64	35,86	23,47	0,56	54,38	
J27															
J28	380	425	504	30,9	2201	4842	48,03	22,31	48,03	32,31	35,23	23,31	0,57	53,63	
J29	373	419	501	30,8	2212	4866	58,95	22,24	48,49	31,21	35,6	23,35	0,57	54,27	
J30	379	423	504	30,9	2204	4849	58,68	22,11	48,16	32,01	35,38	23,3	0,57	53,88	
J31	381	429	512	30,9	2209	4861	58,18	22,19	48,4	32,23	35,1	23,07	0,56	53,34	
J32	399	449	533	30,7	2193	4826	56,58	21,94	47,81	33,39	34,08	22,49	0,56	51,57	
J33															
J34	386	433	516	30,3	2190	4819	57,56	21,89	47,66	31,05	34,74	22,83	0,56	52,91	
J35	397	446	531	30,3	2188	4814	56,61	21,85	47,61	32,14	34,15	22,45	0,56	51,78	

Tableau 1 : Mesures bioimpédancemétriques relevées au levé sur 35 jours  
\* Valeurs non relevées les jours correspondants aux lignes grisées.

Séance	Impédance ( $\Omega$ ) à 200Hz	Impédance ( $\Omega$ ) à 50Hz	Impédance ( $\Omega$ ) à 5Hz	IMC	Métabolisme basal (kcal)	Besoins énergétiques (kcal)	Eau totale (L)
S1	384	431	521	32,5	2254	4959	58,89
S2	400	450	545	32,6	2255	4962	57,49
S3	386	434	521	32,6	2249	4947	58,67
S4	376	426	516	32,4	2261	4973	59,21
S5	367	412	495	32,4	2253	4956	60,38
S6	357	401	479	32,3	2252	4955	61,27
S7	370	418	507	31,9	2253	4957	59,62
S8	388	433	531	32	2250	4951	58,47
S9	380	428	510	31,8	2229	4904	58,75
S10	369	415	496	31,8	2235	4917	59,81
S11	382	432	517	31,8	2235	4917	58,44
S12	373	418	505	31,5	2233	4913	59,38
S13	405	455	552	30,9	2219	4881	56,29
S14	382	430	512	31,2	2212	4867	58,27
S15	397	447	538	31	2216	4875	56,91
S16	361	406	482	30,9	2216	4875	60,13
S17	387	436	521	30,8	2207	4856	57,61
S18	384	432	519	30,3	2201	4842	57,64

Tableau 2 – Partie 1 : Mesures bioimpédancemétriques relevée avant chaque séance de sport

Masse sèche (Kg)	Masse musculaire (Kg)	Masse grasse (Kg)	Eau intra-C (L)	Eau extra-C (L)	Ratio extra/intra*	Eau (L) hors grasse
22,92	50,15	36,89	35,64	23,25	0,55	53,36
22,94	50,25	38,37	34,81	22,68	0,54	51,73
22,83	49,93	37,3	35,41	23,26	0,55	53,08
23,02	50,42	35,96	35,87	23,35	0,55	53,82
22,9	50,05	35,02	36,46	23,92	0,56	55,13
22,89	50	33,64	36,92	24,35	0,57	56,22
22,91	50,13	33,98	36,15	23,47	0,55	54,52
22,86	50,04	35,48	35,59	22,87	0,54	53,14
22,51	49,15	34,83	35,39	23,36	0,56	53,53
22,61	49,36	33,68	36,07	23,74	0,56	54,76
22,61	49,41	35,05	35,26	23,18	0,55	53,19
22,58	49,31	32,85	35,97	23,41	0,56	54,45
22,34	48,85	34,26	34,18	22,12	0,54	51,15
22,24	48,5	33,29	35,12	23,15	0,56	53,28
22,3	48,7	34	34,44	22,46	0,55	51,81
22,3	48,59	30,48	36,2	23,93	0,57	55,55
22,16	48,34	32,63	34,78	22,83	0,56	52,71
22,06	48,11	30,8	34,89	22,75	0,56	53,02

Tableau 2 – Partie 2 : Mesures bioimpédancemétriques relevées avant chaque séance de sport

Séance	Impédance ( $\Omega$ ) à 200kHz	Impédance ( $\Omega$ ) à 50Hz	Impédance ( $\Omega$ ) à 5Hz	IMC	Métabolisme basal (kcal)	Besoins énergétiques (kcal)	Eau totale (L)
S1	369	415	513	32,5	2279	5013	60,18
S2	368	415	499	32,6	2261	4974	60,2
S3	374	422	505	32,6	2254	4958	59,62
S4	352	394	481	32,4	2271	4997	61,97
S5	338	380	484	32,4	2311	5085	63,33
S6	341	384	468	32,3	2277	5008	62,87
S7	361	404	496	31,9	2256	4964	60,82
S8	350	394	472	32	2254	4958	61,77
S9	355	400	483	31,8	2253	4957	61,12
S10	357	401	481	31,8	2245	4939	61,03
S11	363	408	491	31,8	2244	4937	60,41
S12	350	395	478	31,5	2251	4953	61,39
S13	369	416	509	30,9	2239	4925	59,27
S14	335	378	457	31,2	2255	4961	62,89
S15	369	417	501	31	2225	4895	59,23
S16	371	421	507	30,9	2227	4900	58,86
S17	340	385	461	30,8	2238	4924	62
S18	367	414	500	30,3	2213	4870	59,1

Tableau 3 – Partie 1 : Mesures bioimpédancemétriques relevées après chaque séance de sport

Masse sèche (Kg)	Masse musculaire (Kg)	Masse grasse (Kg)	Eau intra-C (L)	Eau extra-C (L)	Ratio extra/intra*	Eau (L) hors grasse
23,32	51,14	35,2	36,72	23,46	0,54	54,9
23,03	50,38	35,58	36,36	23,84	0,55	54,86
22,91	50,1	36,27	35,94	23,68	0,55	54,18
23,2	50,77	33,03	37,65	24,32	0,56	57,01
23,85	52,41	31,12	39,1	24,24	0,54	58,66
23,28	50,96	31,65	38,17	24,69	0,56	58,12
22,95	50,21	32,73	37,05	23,77	0,55	55,91
22,91	50,06	32,12	37,27	24,5	0,57	56,95
22,9	50,06	32,08	37	24,12	0,56	56,31
22,77	49,73	32,3	36,85	24,18	0,57	56,18
22,76	49,71	32,94	36,52	23,89	0,56	55,47
22,87	50	30,54	37,21	24,18	0,57	56,81
22,67	49,58	30,96	36,1	23,17	0,55	54,63
22,93	50,13	27,98	38,12	24,77	0,57	58,69
22,45	49	31,52	35,82	23,41	0,56	54,5
22,48	49,12	31,56	35,63	23,23	0,56	54,12
22,66	49,47	27,75	37,45	24,55	0,58	57,83
22,26	48,58	29,14	35,84	23,25	0,56	54,72

Tableau 3 – Partie 2 : Mesures bioimpédancemétriques relevées après chaque séance de sport

Séance	Impédance ( $\Omega$ ) à 200kHz	Impédance ( $\Omega$ ) à 50Hz	Impédance ( $\Omega$ ) à 5Hz	IMC	Métabolisme basal (kcal)	Besoins énergétiques (kcal)	Eau totale (L)
S1	372	419	520	32,5	2284	5024	59,85
S2	384	429	515	32,6	2246	4941	59,06
S3	371	417	502	32,6	2258	4968	60,03
S4	338	381	471	32,4	2295	5049	63,22
S5	366	409	501	32,4	2266	4985	60,64
S6	367	411	496	32,3	2252	4954	60,39
S7	368	410	500	31,9	2249	4947	60,29
S8							
S9	374	422	516	31,8	2255	4961	59,23
S10	370	415	503	31,8	2245	4939	59,81
S11							
S12	365	411	494	31,5	2236	4918	59,97
S13	388	438	537	30,9	2235	4917	57,53
S14							
S15	389	438	525	31	2213	4869	57,57
S16	348	392	474	30,9	2240	4928	61,4
S17	362	405	484	30,8	2214	4872	60,14
S18	387	436	530	30,3	2211	4864	57,33

Tableau 4 – Partie 1 : Mesures bioimpédancemétriques relevées 1h après chaque séance

\* Valeurs non relevées les jours correspondants aux lignes surlignées

Masse sèche (Kg)	Masse musculaire (Kg)	Masse grasse (Kg)	Eau intra-C (L)	Eau extra-C (L)	Ratio extra/intra*	Eau (L) hors graisse
23,39	51,35	35,45	36,57	23,28	0,54	54,53
22,78	49,79	36,96	35,65	23,41	0,55	53,52
22,98	50,28	35,78	36,27	23,76	0,55	54,66
23,58	51,73	31,4	38,59	24,62	0,55	58,51
23,11	50,59	34,56	36,88	23,75	0,55	55,45
22,88	50	34,53	36,54	23,86	0,56	55,21
22,83	49,9	33,38	36,63	23,66	0,55	55,29
22,93	50,22	33,93	36,03	23,2	0,55	54,14
22,77	49,78	33,52	36,26	23,55	0,55	54,78
22,62	49,4	32,22	36,25	23,71	0,56	55,13
22,61	49,49	32,77	35,06	22,47	0,54	52,61
22,25	48,57	33,38	34,79	22,78	0,56	52,56
22,69	49,56	28,82	37,22	24,17	0,57	57,07
22,28	48,54	29,98	36,3	23,84	0,57	55,65
22,22	48,54	30,94	34,86	22,47	0,55	52,69

Tableau 4 – Partie 2 : Mesures bioimpédancemétriques relevées 1h après chaque séance

\* Valeurs non relevées les jours correspondants aux lignes surlignées

## Bibliographie

---

1. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Sensors*. 2014;14(6):10895-10928. doi:10.3390/s140610895
2. Godin-Ribuot PD. Les compartiments liquidiens de l'organisme. :44.
3. Pierson RN, Wang J, Colt EW, Neumann P. Body composition measurements in normal man: The potassium, sodium, sulfate and tritium spaces in 58 adults. *Journal of Chronic Diseases*. 1982;35(6):419-428. doi:10.1016/0021-9681(82)90056-X
4. Patel RV, Peterson EL, Silverman N, Zarowitz BJ. Estimation of total body and extracellular water in post-coronary artery bypass graft surgical patients using single and multiple frequency bioimpedance. *Critical Care Medicine*. 1996;24(11):1824-1828. Accessed March 22, 2021. [https://journals.lww.com/ccmjournals/Abstract/1996/11000/Estimation\\_of\\_total\\_body\\_and\\_extracellular\\_water.11.aspx](https://journals.lww.com/ccmjournals/Abstract/1996/11000/Estimation_of_total_body_and_extracellular_water.11.aspx)
5. LES COMPARTIMENTS CORPORELS. Aminogram. Accessed June 20, 2022. <https://aminogram.com/les-compartiments-corporels/>
6. Balance Connectée FitTrack Dara | Découvrez votre corps – FitTrack France. Accessed June 20, 2022. <https://fr.fittrack.com/products/fittrack-balance-connectee>
7. AURA Strap 2. Accessed June 20, 2022. <https://auradevices.io/strap2.html>
8. InBody 570 – InBody France | Bioimpédance avancée. Accessed June 20, 2022. <https://fr.inbody.com/impedancemetre-inbody-570/>
9. BIODY XPERT - Aminogram. Accessed June 20, 2022. <https://aminogram.com/biodyxpert/>
10. hydraspec.pdf. Accessed June 20, 2022. <https://vitrek.com/downloads/legacy/xitron/hydraspec.pdf>
11. Andereg MD, Gums TH, Uribe L, et al. Pharmacist Intervention for Blood Pressure Control in Patients with Diabetes and/or Chronic Kidney Disease. *Pharmacotherapy*. 2018;38(3):309-318. doi:10.1002/phar.2083
12. Crossfit - 95 Exercices et définitions. Accessed July 12, 2021. <https://entrainement-sportif.fr/crossfit-lexique-entrainement.htm>
13. cycle de krebs : résumé - Cours de biologie, sur eBiologie.fr. Accessed May 16, 2022. <https://www.ebiologie.fr/cours/s/108/cycle-de-krebs--resume>

- 
14. BIODY XPERT ZM II – Impédancemètre Médical - eBIODY Impédancemètre professionnels. Accessed June 20, 2022. <https://www.ebiody.com/produits/biody-xpert-impedancemetre-professionnel-medical/>

---

**TITRE :**

L'analyse pharmaceutique de la composition corporelle bioimpédancemétrique dans le suivi patient à l'officine : intérêts dans la pathologie rénale chronique et expérimentation du BIODY XPERT ZM®

**RESUME :**

L'objectif de ce travail est, par le biais d'une expérience personnelle de challenge sportif à visée de perte de poids, d'étudier la bioimpédancemétrie ainsi que les outils qui permettent le recueil de telles données et de projeter son utilisation en pharmacie d'officine pour le suivi des patients souffrant de pathologies chroniques, notamment d'insuffisance rénale sévère. Intérêts, limites, prix, accessibilité aux professionnels, je décris à travers mon travail cette technologie innovante et très exhaustive dans les informations qu'elle apporte. Un tel accessoire pourrait trouver sa place en pharmacie de ville où le pharmacien saurait l'utiliser à bon escient et où l'échange des données recueillies avec les autres professionnels de santé apporterait énormément dans la personnalisation de la prise en charge pluridisciplinaire du patient.

**MOTS CLES :**

BIOIMPEDANCEMETRIE – TECHNOLOGIE - METABOLISME - INSUFFISANCE RENALE CHRONIQUE – PHARMACIEN – PHARMACIE D'OFFICINE – SUIVI PATIENT – PRISE EN CHARGE – PLURIDISCIPLINARITE – INNOVANT – CHALLENGE – SPORT – PERTE DE POIDS – ANALYSE PHARMACEUTIQUE.