

جامعة أبو بكر بلقايد
UNIVERSITÉ DE TLEMCEN



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Dr. Tarik Mohammed
CHAOUCHE

Méthodes d'évaluation de l'état nutritionnel

NUTRITION
ET DIÉTÉTIQUE

Préface

Introduction	1
1. Évaluation clinique.....	6
1.1. Anamnèse	6
1.2. Interrogatoire.....	6
1.3. Examen clinique	7
1.3.1. Signes fonctionnels.....	7
1.3.2. Signes digestifs	7
1.3.3. Signes cliniques.....	8
2. Mesures anthropométriques	10
2.1. Poids corporel	10
2.2. Taille.....	12
2.2.1. La hauteur talon-genou	13
2.2.2. La longueur de l'avant-bras	14
2.2.3. La longueur de l'envergure du bras.....	15
2.2.4. La longueur du bras supérieur.....	16
2.3. Indice de masse corporelle	17
2.4. Indice de masse grasse	18
2.5. Tour de Taille/ de Hanche.....	20
2.6. Plis cutanés	22
2.7. Circonférence brachiale.....	24
3. Marqueurs biologiques.....	25
3.1. Protéines plasmatiques	25
3.1.1. Albumine	26
3.1.2. Transthyrétine ou pré-albumine	26
3.1.3. Protéine vectrice du rétinol.....	27
3.1.4. Transferrine	27
3.1.5. Somatomédine-C.....	27
3.1.6. Taux de lymphocytes.....	27
3.2. Protéines Urinaires	28
3.2.1. Créatininurie des 24 h	28
3.2.2. 3 Méthyl-Histidine urinaire	29
3.2.3. Bilan azoté	29
4. Mesures de la composition corporelle	30
4.1. Densitométrie hydrostatique	32

4.2. Impédancemétrie bioélectrique.....	34
4.3. Absorptiométrie biphotonique aux rayons X.....	38
4.4. Tomodensitométrie ou Imagerie par Résonance Magnétique.....	40
4.5. Activation neutronique ou photonique.....	43
4.6. Dilution isotopique.....	44
4.6.1. Mesure de l'eau corporelle.....	44
4.6.2. Potassium corporel.....	45
5. Index nutritionnels.....	47
5.1. Indice de risque nutritionnel de Buzby.....	47
5.2. Indice de risque nutritionnel gériatrique.....	48
5.3. Mini Nutritional Assessment.....	49
5.4. Évaluation globale subjective de Detsky.....	49
5.5. Index pronostique inflammatoire et nutritionnel.....	50
5.6. Index nutritionnel pronostique.....	54
6. Évaluation des besoins énergétiques.....	55
6.1. Calcul des besoins caloriques.....	56
6.2. Mesure de la dépense énergétique.....	57
6.2.1. Méthodes de mesure des variables physiologiques.....	58
6.2.2. Méthodes évaluant le mouvement des sujets.....	61
6.3. Évaluation des ingesta.....	62
6.3.1. Enquêtes alimentaires.....	63
6.3.2. Feuille de surveillance alimentaire.....	64
6.4. Comparaison entre les besoins nutritionnels et les apports.....	64
Conclusion.....	67
Références.....	68

Préface

La nutrition joue un rôle fondamental dans la santé et le bien-être des individus à tous les âges de la vie. Face aux défis posés par la malnutrition, qu'elle soit liée à des déficits ou à des excès, ainsi qu'aux maladies chroniques associées à une alimentation inadéquate, l'évaluation de l'état nutritionnel est devenue une priorité pour les professionnels de santé et les chercheurs. Il ne s'agit pas seulement de quantifier les apports alimentaires, mais d'adopter une approche holistique, qui prend en compte la complexité de l'interaction entre les besoins physiologiques, les habitudes alimentaires, les indicateurs biologiques et les facteurs environnementaux et socioculturels.

Cet ouvrage est conçu comme un guide pratique et théorique pour explorer les méthodes les plus pertinentes de l'évaluation nutritionnelle, de l'anthropométrie aux techniques biologiques, en passant par les questionnaires alimentaires et l'estimation des besoins énergétiques. Chaque méthode apporte une pièce du puzzle nécessaire pour dresser un portrait nutritionnel précis et éclairer les décisions cliniques.

Il est destiné aux professionnels de la santé, aux étudiants, aux chercheurs, et à toute personne soucieuse de comprendre et de promouvoir la santé nutritionnelle dans une perspective préventive et thérapeutique. En intégrant des exemples pratiques et en tenant compte des avancées récentes en matière de science de la nutrition, cet ouvrage se veut un outil de référence qui permettra aux lecteurs de maîtriser les méthodes d'évaluation et de mieux appréhender leur application dans des contextes variés.

Puissent ces pages inspirer et soutenir ceux qui, par leur travail, contribuent chaque jour à améliorer la qualité de vie et la santé des populations.

Introduction

L'état nutritionnel d'un individu est un indicateur clé de sa santé globale. Il influence non seulement le bien-être physique, mais également les performances mentales et la qualité de vie. Dans un monde où les déséquilibres nutritionnels, qu'ils soient liés à l'excès ou au manque, sont en constante augmentation, l'évaluation précise de l'état nutritionnel est devenue essentielle. Cette évaluation est un processus complexe qui nécessite l'intégration de différentes méthodes et approches, allant des mesures anthropométriques à l'analyse biochimique, en passant par l'évaluation clinique et alimentaire.

La nutrition joue un rôle fondamental dans la prévention et la gestion des maladies. Des études montrent que la malnutrition est un facteur contributif majeur à de nombreuses pathologies, notamment les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2, l'obésité et même certains types de cancer. Par conséquent, une évaluation précise de l'état nutritionnel est cruciale pour identifier les personnes à risque et pour mettre en place des interventions précoces et appropriées. De plus, dans un contexte de vieillissement de la population et d'augmentation des maladies chroniques, l'évaluation nutritionnelle est d'autant plus pertinente.

Les principaux objectifs de l'évaluation nutritionnelle incluent :

- Identifier les déficits et les excès nutritionnels : Une évaluation systématique permet de détecter les carences en nutriments essentiels, telles que les vitamines, les minéraux et les acides gras. À l'inverse, elle peut également identifier les excès de nutriments, comme les graisses saturées et le sucre, qui peuvent conduire à des maladies métaboliques.
- Évaluer le risque de maladies : L'évaluation nutritionnelle permet de corréler des données telles que l'indice de masse corporelle (IMC) et la répartition des graisses corporelles avec le risque de développer des maladies chroniques.
- Suivre l'évolution de l'état nutritionnel : Pour les patients souffrant de maladies chroniques ou pour ceux qui suivent un traitement nutritionnel, il est essentiel de suivre régulièrement l'évolution de leur état nutritionnel. Cela aide à ajuster les interventions et à garantir leur efficacité.
- Élaborer des recommandations personnalisées : Une évaluation complète permet aux

professionnels de la santé de concevoir des plans d'alimentation adaptés aux besoins individuels, en tenant compte des préférences alimentaires, des cultures, des niveaux d'activité et des conditions médicales.

Cet ouvrage se penche sur les différentes méthodes d'évaluation nutritionnelle, notamment l'évaluation clinique, les mesures anthropométriques, les marqueurs biologiques, les index nutritionnels, et l'évaluation des besoins énergétiques.

1. Évaluation clinique : L'évaluation clinique constitue le premier pilier de l'évaluation nutritionnelle. Elle implique un examen physique détaillé, où le professionnel de santé recherche des signes cliniques de malnutrition ou de carence en nutriments. Ce processus commence généralement par une anamnèse complète, durant laquelle le médecin interroge le patient sur ses antécédents médicaux, son régime alimentaire, ses habitudes de vie et tout changement récent dans son état de santé.

Les signes cliniques de carence nutritionnelle peuvent être variés et affecter différentes parties du corps. Par exemple, une carence en vitamine A peut entraîner des problèmes oculaires, tandis qu'une carence en fer peut se manifester par de la fatigue ou des troubles cognitifs. De plus, des examens spécifiques peuvent être réalisés pour détecter des signes de dénutrition, tels que la perte de poids inexplicée, la faiblesse musculaire ou les altérations de la peau et des cheveux.

En fonction des résultats de l'examen clinique, le professionnel de santé peut recommander des analyses complémentaires pour obtenir une évaluation plus précise de l'état nutritionnel du patient.

2. Paramètres anthropométriques : Les mesures anthropométriques sont des outils essentiels dans l'évaluation de l'état nutritionnel. Elles consistent en des évaluations physiques du corps humain, notamment le poids, la taille, le tour de taille, le tour de hanche et les plis cutanés. Ces mesures permettent d'obtenir des indicateurs de la composition corporelle, tels que l'indice de masse corporelle (IMC), qui est largement utilisé pour classer les individus selon leur poids par rapport à leur taille.

L'IMC, bien qu'utile, ne fournit qu'une image partielle de la composition corporelle. Par exemple, il ne distingue pas entre la masse grasse, la masse maigre (muscles, os, organes) et

l'eau corporelle. Pour une évaluation plus précise, il est nécessaire de recourir à des méthodes complémentaires, telles que l'impédance bioélectrique, la DEXA (absorptiométrie à rayons X à double énergie) ou les mesures par ultrasons.

Ces techniques avancées permettent de mesurer la répartition des graisses et de la masse musculaire, fournissant des informations essentielles pour établir un diagnostic de dénutrition ou d'obésité. Une évaluation complète de la composition corporelle est particulièrement importante dans les populations à risque, comme les personnes âgées ou celles souffrant de maladies chroniques.

3. Mesures de la composition corporelle : Les mesures de la composition corporelle sont essentielles pour comprendre l'état nutritionnel d'un individu. Elles permettent de quantifier la masse en matière grasse, la masse maigre et l'eau corporelle. La masse grasse est un indicateur clé de la santé, car un excès de graisse corporelle, en particulier au niveau abdominal, est associé à un risque accru de maladies métaboliques et cardiovasculaires.

D'autre part, la masse maigre est cruciale pour le maintien de la force musculaire et de la fonction physique, surtout chez les personnes âgées. Une perte de masse maigre peut entraîner une diminution de la qualité de vie et une augmentation de la dépendance. Les méthodes de mesure de la composition corporelle, comme la tomодensitométrie et la résonance magnétique, sont utilisées dans des contextes cliniques, mais elles peuvent être coûteuses et nécessitent des installations spécialisées.

Les méthodes plus simples, telles que les plis cutanés, peuvent être utilisées dans des contextes communautaires ou à des fins de recherche pour estimer la graisse corporelle et, par conséquent, le risque de maladies liées à l'obésité.

4. Marqueurs biologiques : Les marqueurs biologiques constituent une autre méthode d'évaluation essentielle de l'état nutritionnel. Ils incluent des analyses de sang et d'urine, qui permettent de quantifier divers nutriments et substances dans le corps. Parmi les analyses les plus courantes, on trouve le dosage des protéines plasmatiques, qui reflète la synthèse des protéines et l'état nutritionnel général.

Les protéines plasmatiques, comme l'albumine et la transferrine, sont des indicateurs importants de l'état nutritionnel. Des niveaux d'albumine inférieurs à la normale peuvent indiquer une malnutrition ou une inflammation chronique, tandis qu'un taux de transferrine

bas peut refléter une carence en fer. De même, des marqueurs urinaires peuvent fournir des informations sur le catabolisme des protéines et l'état d'hydratation.

Les marqueurs biologiques permettent également de détecter des carences spécifiques, comme celles des vitamines et des minéraux. Par exemple, une carence en vitamine D peut être confirmée par un dosage de 25-hydroxyvitamine D, tandis qu'un dosage de vitamine B12 peut révéler une carence qui pourrait entraîner des problèmes neurologiques.

5. Index nutritionnels Les index nutritionnels sont des outils précieux pour évaluer l'état nutritionnel d'une population ou d'un individu. Ils permettent de juger de la sévérité d'une dénutrition et de poser les indications d'une assistance nutritionnelle. Parmi les index les plus couramment utilisés, on trouve l'IMC, mais d'autres indicateurs, comme le score de dénutrition de Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) ou le score de Mini Nutritional Assessment (MNA), sont également importants.

Ces index sont conçus pour être simples et rapides à utiliser, facilitant ainsi leur application dans divers contextes cliniques et communautaires. Ils aident à identifier les personnes à risque de malnutrition et à prioriser les interventions. En outre, ces index peuvent être utilisés pour surveiller l'évolution de l'état nutritionnel au fil du temps, permettant d'évaluer l'efficacité des interventions nutritionnelles.

6. Évaluation des besoins énergétiques : L'évaluation des besoins énergétiques est un aspect crucial de l'évaluation nutritionnelle. Chaque individu a des besoins énergétiques spécifiques, qui varient en fonction de divers facteurs, tels que l'âge, le sexe, le poids, la taille, le niveau d'activité physique et l'état de santé général. Une évaluation précise des besoins énergétiques est essentielle pour concevoir des plans d'alimentation appropriés et pour garantir que les individus reçoivent suffisamment d'énergie pour soutenir leurs activités quotidiennes.

Il existe plusieurs méthodes pour estimer les besoins énergétiques, notamment l'utilisation de formules de calcul (comme la formule de Harris-Benedict ou la formule de Mifflin-St Jeor) et la mesure directe de la dépense énergétique par des méthodes indirectes, comme la calorimétrie. Ces méthodes permettent d'obtenir des estimations précises de la dépense énergétique, en prenant en compte les besoins métaboliques de base ainsi que les dépenses liées à l'activité physique.

L'évaluation des besoins énergétiques est particulièrement importante dans les contextes

cliniques, où des ajustements peuvent être nécessaires en fonction de l'état de santé du patient. Par exemple, les patients en convalescence après une chirurgie peuvent nécessiter une augmentation de leur apport calorique pour favoriser la guérison, tandis que les personnes souffrant d'obésité peuvent nécessiter une réduction de leur apport calorique pour perdre du poids.

1. Évaluation clinique

L'évaluation clinique est un aspect fondamental dans la détermination de l'état nutritionnel d'un patient. Elle repose sur l'interaction entre le médecin et le patient, et cette relation est cruciale pour la réussite du traitement médical. L'évaluation clinique implique plusieurs étapes essentielles : l'anamnèse, l'interrogatoire et l'examen clinique. Chacune de ces étapes contribue à construire un tableau global de l'état nutritionnel du patient et à identifier les besoins spécifiques en matière de soins nutritionnels.

1.1. Anamnèse

L'anamnèse est le processus par lequel le médecin recueille des informations auprès du patient ou de son entourage concernant son histoire médicale et nutritionnelle. Cette étape est cruciale pour comprendre les causes potentielles d'obésité, de perte de poids, d'anorexie, ou d'autres problèmes nutritionnels.

Les renseignements collectés peuvent inclure des données sur :

- Les antécédents médicaux : maladies chroniques, interventions chirurgicales, hospitalisations passées, etc.
- L'histoire nutritionnelle : habitudes alimentaires, changements récents dans le régime, aliments consommés et évités, ainsi que les préférences alimentaires.
- Les facteurs psychosociaux : stress, troubles mentaux, influences culturelles ou environnementales qui pourraient affecter l'alimentation.

Une anamnèse complète permet de contextualiser l'état nutritionnel du patient et d'orienter les interventions nécessaires.

1.2. Interrogatoire

L'interrogatoire est la phase où le médecin pose des questions spécifiques pour obtenir des informations détaillées sur les habitudes de vie du patient. Cela inclut :

- Habitudes alimentaires : fréquence des repas, types d'aliments consommés, présence de régimes restrictifs, etc.
- Évaluation de la consommation de produits : boissons, suppléments alimentaires, aliments spécifiques qui peuvent influencer l'état nutritionnel.
- Antécédents de maladies chroniques : diabète, hypertension, maladies cardiaques,

etc., qui peuvent affecter les besoins nutritionnels et l'appétit.

L'interrogatoire est essentiel pour obtenir une vision précise des facteurs contribuant à l'état nutritionnel du patient. Il permet d'identifier d'éventuels comportements alimentaires à risque et d'établir un lien entre la nutrition et la santé globale.

1.3. Examen clinique

L'examen clinique est une étape critique où le médecin évalue l'état physique du patient en recherchant des signes de carence nutritionnelle. Cette évaluation peut être divisée en plusieurs catégories :

1.3.1. Signes fonctionnels

Les signes fonctionnels sont des manifestations des conséquences de la dénutrition. Ces signes peuvent inclure :

- ✓ Diminution de la concentration et de la mémoire : les carences nutritionnelles peuvent affecter la cognition.
- ✓ Asthénie : fatigue physique excessive, surtout en milieu de journée.
- ✓ Diminution des capacités physiques : une perte de force et d'endurance, souvent liée à une dénutrition.
- ✓ Désintérêt pour les activités courantes : une apathie générale qui peut être le résultat d'une malnutrition.
- ✓ Perte des fonctions sexuelles : la dénutrition peut entraîner des dysfonctionnements sexuels.
- ✓ Aménorrhée secondaire : absence de menstruations chez une femme normalement réglée, souvent liée à une dénutrition sévère.

1.3.2. Signes digestifs

Les signes digestifs peuvent indiquer des problèmes d'ingestion ou de digestion, entraînant une diminution des apports alimentaires. Ces signes comprennent :

- ✓ Dysphagie : difficulté à avaler, qui peut affecter l'apport nutritionnel.
- ✓ Nausées et vomissements : symptômes pouvant réduire l'appétit.
- ✓ Douleurs abdominales : peuvent être le résultat d'une alimentation inadéquate ou d'intolérances alimentaires.

- ✓ Diarrhée ou constipation : troubles qui affectent l'absorption des nutriments.
- ✓ Anorexie : une diminution ou un arrêt de l'alimentation, pouvant être causé par des facteurs psychologiques ou physiologiques.

1.3.3. Signes cliniques

Les signes cliniques sont observés sur la peau, les phanères (cheveux et ongles) et les muqueuses. Ils incluent :

a. Signes cutanés

Les signes cutanés peuvent révéler des carences nutritionnelles :



- * Atrophie cutanée : diminution de la structure de la peau, souvent due à une malnutrition prolongée.



- * Peau sèche : perte d'élasticité et de souplesse, souvent liée à une déshydratation ou à des carences en acides gras essentiels.



- * Pétéchie : petites taches rouges ou violacées sur la peau, indicatives d'une hémorragie sous-cutanée due à une carence en vitamine K ou à des troubles plaquettaires.



- * Acrosyndrome : éclatement vasculaire touchant les extrémités, indiquant souvent des problèmes de circulation sanguine.



- * Perlèche : fissures aux coins de la bouche, souvent causées par des carences en vitamines B.

b. Signes phanériens

Les signes phanériens incluent :



- * Ongles striés : peuvent indiquer des carences en protéines ou en minéraux.



- * Koïlonichie : déformation en cuillère des ongles, souvent due à une carence en fer.



- * Chute de cheveux : une perte excessive de cheveux peut être le signe d'une malnutrition.



- * Cheveux ternes : manque de brillance des cheveux, souvent associé à des carences en nutriments essentiels.

c. Signes muqueux

Les signes muqueux comprennent :



* Stomatite : inflammation de la muqueuse buccale, souvent liée à des carences en vitamines B ou en fer.



* Glossite : inflammation de la langue, qui peut également indiquer des carences nutritionnelles.



* Carie dentaire et hypoplasie de l'émail : souvent le résultat d'une alimentation insuffisante en calcium et en vitamines.



* Gencives spongieuses et hémorragiques : signes de carence en vitamine C ou de maladies parodontales.

L'évaluation clinique, à travers l'anamnèse, l'interrogatoire et l'examen clinique, offre une vue d'ensemble essentielle sur l'état nutritionnel du patient. Grâce à cette approche systématique, le médecin peut identifier des signes de carence nutritionnelle, comprendre les habitudes alimentaires et évaluer les besoins spécifiques du patient. Cette évaluation est cruciale pour établir un diagnostic précis et pour mettre en place un plan de soins nutritionnels adapté.

2. Mesures anthropométriques

L'anthropométrie, souvent considérée comme l'art de mesurer l'homme, joue un rôle crucial dans l'évaluation de l'état nutritionnel. En effet, elle fournit des données essentielles sur la taille, le poids, et la composition corporelle des individus. Ces mesures permettent non seulement d'évaluer la santé physique d'une personne, mais également de détecter des déséquilibres nutritionnels. Dans ce contexte, les mesures anthropométriques se révèlent être des outils indispensables pour les professionnels de la santé.

L'objectif principal des mesures anthropométriques est d'informer le clinicien sur l'importance des pertes tissulaires et de déterminer la dynamique de variation des réserves corporelles. Parmi les principales mesures, on trouve la masse corporelle, les dimensions corporelles et divers indices, tels que l'Indice de Masse Corporelle (IMC) et l'Indice de Masse Grasse (IMG).

2.1. Poids corporel

La mesure du poids corporel constitue l'une des premières étapes dans l'évaluation nutritionnelle d'un individu. Pour garantir la précision des résultats, il est essentiel que le poids soit mesuré dans des conditions optimales. Le patient doit être pesé en sous-vêtements, sans objets superflus tels que des manteaux ou des chaussures, et de préférence le matin à jeun et à la même heure chaque jour.

La mesure du poids doit être réalisée régulièrement, tant à domicile que dans des institutions telles que les hôpitaux ou les cabinets médicaux. Le poids habituel est défini comme le poids qu'avait le patient avant qu'il ne commence à maigrir ou à prendre du poids. L'amaigrissement est souvent le premier signe de dénutrition, et son évaluation est cruciale pour identifier les patients à risque.

Pour calculer la perte de poids, on utilise la formule suivante :

$$\text{Amaigrissement (\%)} = 100 \times (\text{Poids habituel} - \text{Poids actuel}) / \text{Poids habituel}$$

Une perte de 5 % du poids corporel en un mois ou de 10 % en six mois est considérée comme un signe de dénutrition, tandis qu'une perte de 10 % en un mois ou de 15 % en six mois indique une dénutrition sévère.

Cependant, il est important de reconnaître que le poids corporel, bien qu'essentiel, présente certaines limites. Il ne fournit pas d'informations sur la répartition entre la masse grasse et la masse maigre, et il peut être influencé par des variations dans la composition

corporelle liée à l'eau.

Qui n'a pas rêvé de connaître son poids idéal ?

- **Poids idéal**

La recherche du poids idéal est un sujet d'intérêt pour de nombreuses personnes. Le poids idéal est souvent considéré comme le poids qui minimise les risques associés à des problèmes de santé, tels que le diabète ou les maladies cardiovasculaires. Plusieurs formules mathématiques ont été développées pour déterminer ce poids idéal, prenant en compte divers facteurs comme le sexe, la taille, l'âge et la morphologie.

- **Formule de Broca : Poids idéal = Taille - 100.**

Bien que simple, cette formule peut surestimer le poids idéal chez les individus de grande taille.

- **Formule de Lorentz :**

$$\text{Poids idéal Masculin} = \text{Taille} - [(\text{Taille} - 150) / 4] - 100$$

$$\text{Poids idéal Féminin} = \text{Taille} - [(\text{Taille} - 150) / 2,5] - 100$$

Cette formule est couramment utilisée, mais elle néglige l'âge et la morphologie.

- **Formule de Perrault :**

$$\text{Poids idéal} = 0,9 \times [\text{Taille} - 100 + (\text{Âge} / 10)]$$

- **Formule de Creff :**

Cette formule ajuste le poids idéal en fonction de la morphologie et de l'âge. Pour une morphologie "gracile", le poids idéal est réduit de 10 %, tandis que pour une morphologie "large", il est augmenté de 10 %.

Poids idéal d'un individu possédant une morphologie "**normale**"

$$\text{Poids idéal} = 0,9 \times [\text{Taille} - 100 + (\text{Âge} / 10)].$$

Un individu possédant une morphologie "**gracile**"

$$\text{Poids idéal} = (0,9)^2 \times [\text{Taille} - 100 + (\text{Âge} / 10)].$$

Un individu possédant une morphologie "**large**"

$$\text{Poids idéal} = 0,9 \times 1,1 \times [\text{Taille} - 100 + (\text{Âge} / 10)].$$

- **Formule de Monnerot-Dumaine** : Cette formule intègre la circonférence du poignet.

$$\text{Poids idéal} = [\text{Taille} - 100 + (\text{Circonférence du poignet} \times 4)] / 2$$

- **Formule de Bornhardt** : Cette formule a été créée à l'origine pour connaître la corpulence des personnes engagées dans l'armée. Elle est plus fiable pour se rapprocher du poids idéal puisqu'elle tient compte de la silhouette de l'individu, elle intègre le tour de poitrine.

$$\text{Poids idéal} = (\text{Tour de poitrine} \times \text{Taille}) / 240$$

Il est essentiel de noter que ces formules peuvent produire des résultats variés, ce qui souligne la nécessité d'une approche personnalisée lors de l'évaluation du poids idéal. Dans cette optique, l'Indice de Masse Corporelle (IMC) est un indicateur utile, car il permet de quantifier l'excès de poids et de déterminer le poids idéal correspondant à chaque individu en fonction de sa taille, favorisant ainsi le maintien d'une bonne santé.

Ainsi, l'évaluation du poids corporel et des mesures anthropométriques est cruciale pour diagnostiquer et surveiller l'état nutritionnel, permettant aux professionnels de la santé de proposer des interventions appropriées et de prévenir les complications liées à la malnutrition. Ces outils sont essentiels pour garantir que les individus atteignent et maintiennent un état de santé optimal tout au long de leur vie.

2.2. Taille

La taille constitue le deuxième paramètre de base indispensable dans l'évaluation de l'état nutritionnel d'un individu. Mesurée correctement, elle est cruciale pour des calculs anthropométriques, tels que l'Indice de Masse Corporelle (IMC), qui aide à déterminer la classification du poids (maigreur, poids normal, surpoids, obésité). La méthode de mesure doit être standardisée et réalisée à l'aide d'une toise en position verticale, le patient se tenant debout, sans chaussures, afin d'éviter toute surestimation de la taille réelle.

Il est également essentiel de noter que la taille peut diminuer avec l'âge en raison du vieillissement de la colonne vertébrale, qui s'aplatit et se courbe, entraînant un raccourcissement d'environ 0,5 cm par an. Cette réduction de taille est particulièrement observable chez les patients présentant des troubles de la statique dorsale, comme la

cyphose, la lordose ou la scoliose (fig. 1). Dans ces cas, des méthodes alternatives pour estimer la taille peuvent être nécessaires, telles que les mesures des segments corporels.

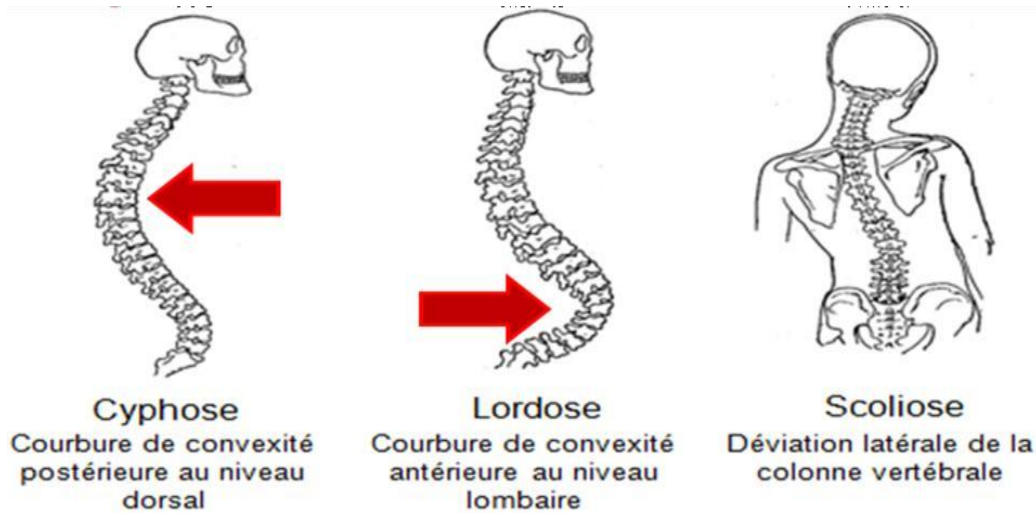


Figure 1 : Troubles statiques dorsaux

2.2.1. Hauteur Talon-Genou (Taille de la Jambe)

La hauteur talon-genou est une mesure importante qui peut être utilisée pour estimer la taille des individus, en particulier lorsque la mesure directe de la taille n'est pas possible. Cette mesure est effectuée entre la base du pied et le niveau des condyles du genou, avec le genou idéalement plié à 90° (fig. 2).



Figure 2 : Hauteur Talon-Genou

Cette méthode repose sur l'idée que la longueur de la jambe est proportionnelle à la taille totale d'un individu. Pour estimer la taille à partir de cette mesure, on peut utiliser les formules de Chumlea et al. (1985), qui tiennent compte de l'âge et du sexe, ou se référer à des tableaux préétablis qui fournissent des estimations en fonction de la distance talon-genou.

- Taille homme (cm) = $64,19 - (\hat{\text{Âge}} \times 0,04) + (\text{Taille de la jambe} \times 2,03)$
- Taille femme (cm) = $84,88 - (\hat{\text{Âge}} \times 0,24) + (\text{Taille de la jambe} \times 1,83)$

Tableau 1 : Estimation de la taille à partir de la distance genou-talon (Société Britannique de Nutrition Entérale et Parentérale, BAPEN)

Taille (m)	Hommes (18-59 ans)	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	1.89	1.88	1.87	1.865	1.86	1.85	1.84	1.83	1.82	1.81
	Hommes (60-90 ans)	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	1.89	1.88	1.87	1.86	1.85	1.84	1.83	1.82	1.81	1.80
	Femmes (18-59 ans)	1.89	1.88	1.875	1.87	1.86	1.85	1.84	1.83	1.82	1.81	1.80	1.79	1.78	1.77	1.76
	Femmes (60-90 ans)	1.86	1.85	1.84	1.835	1.83	1.82	1.81	1.80	1.79	1.78	1.77	1.76	1.75	1.74	1.73
Distance genou talon (cm)		65	64.5	64	63.5	63	62.5	62	61.5	61	60.5	60	59.5	59	58.5	58
Taille (m)	Hommes (18-59 ans)	1.80	1.79	1.78	1.77	1.76	1.75	1.74	1.73	1.72	1.71	1.705	1.70	1.69	1.68	1.67
	Hommes (60-90 ans)	1.79	1.78	1.77	1.76	1.74	1.73	1.72	1.71	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	1.65	1.64
	Femmes (18-59 ans)	1.75	1.74	1.735	1.73	1.72	1.71	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	1.65	1.64	1.63	1.62
	Femmes (60-90 ans)	1.72	1.71	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	1.65	1.64	1.63	1.625	1.62	1.61	1.60	1.59
Distance genou talon (cm)		57.5	57	56.5	56	55.5	55	54.5	54	53.5	53	52.5	52	51.5	51	50.5
Taille (m)	Hommes (18-59 ans)	1.66	1.65	1.64	1.63	1.62	1.61	1.60	1.59	1.58	1.57	1.56	1.555	1.55	1.54	1.53
	Hommes (60-90 ans)	1.63	1.62	1.61	1.60	1.59	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.49	1.48
	Femmes (18-59 ans)	1.61	1.60	1.59	1.585	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48
	Femmes (60-90 ans)	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44
Distance genou talon (cm)		50	49.5	49	48.5	48	47.5	47	46.5	46	45.5	45	44.5	44	43.5	43

2.2.2. Longueur de l'Avant-Bras

La longueur de l'avant-bras est une autre mesure anthropométrique utilisée pour estimer la taille. Elle est mesurée entre l'olécrane (l'os du coude) et la styloïde radiale (le poignet) (fig. 3). Cette méthode est particulièrement utile dans les populations où il est difficile de mesurer la taille debout. Les données recueillies peuvent être corrélées avec des tableaux standardisés qui fournissent des estimations de taille en fonction de la longueur de l'avant-bras, prenant en compte les différences entre les sexes et les tranches d'âge.

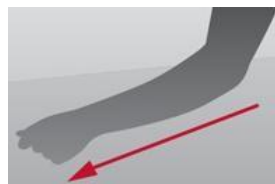


Figure 3 : Longueur de l'Avant-Bras

Tableau 2 : Estimation de la taille à partir de l'avant-bras (Société Britannique de Nutrition Entérale et Parentérale, BAPEN)

Taille (m)	Hommes (<65 ans)	1.94	1.93	1.91	1.89	1.87	1.85	1.84	1.82	1.80	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71
	Hommes (>65 ans)	1.87	1.86	1.84	1.82	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71	1.70	1.68	1.67
	Femmes (<65 ans)	1.84	1.83	1.81	1.80	1.79	1.77	1.76	1.75	1.73	1.72	1.70	1.69	1.68	1.66
	Femmes (>65 ans)	1.84	1.83	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71	1.70	1.68	1.66	1.65	1.63
Avant-bras (cm)		32	31.5	31	30.5	30	29.5	29	28.5	28	27.5	27	26.5	26	25.5
Taille (m)	Hommes (<65 ans)	1.69	1.67	1.66	1.64	1.62	1.60	1.58	1.57	1.55	1.53	1.51	1.49	1.48	1.49
	Hommes (>65 ans)	1.65	1.63	1.62	1.60	1.59	1.57	1.56	1.54	1.52	1.51	1.49	1.48	1.46	1.45
	Femmes (<65 ans)	1.65	1.63	1.62	1.61	1.59	1.58	1.56	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50	1.48	1.47
	Femmes (>65 ans)	1.61	1.60	1.58	1.56	1.55	1.53	1.52	1.50	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.40
Avant-bras (cm)		25	24.5	24	23.5	23	22.5	22	21.5	21	20.5	20	19.5	19	18.5

2.2.3. Longueur de l'Envergure du Bras

La longueur de l'envergure du bras est mesurée comme la distance entre l'incisure jugulaire (la dépression à la base du cou) et la base des doigts (entre le majeur et l'annulaire), avec le bras étendu à l'horizontale (fig. 4). Cette mesure est également corrélée à la taille de l'individu et peut être utilisée dans les évaluations nutritionnelles, surtout lorsque d'autres mesures sont difficiles à obtenir. Les tableaux de correspondance fournissent des estimations basées sur l'envergure du bras, prenant en compte les différences selon l'âge et le sexe.



Figure 4 : Longueur de l'Envergure du Bras

Tableau 3 : Estimation de la taille à partir de l'envergure du bras (Société Britannique de Nutrition Entérale et Parentérale, BAPEN)

Taille (m)	Hommes (16-54 ans)	197	1.95	1.94	1.93	1.92	1.90	1.89	1.88	1.86	1.85	1.84	1.82	1.81	1.80	1.78	1.77	1.76
	Hommes (> 55 ans)	1.90	1.89	1.87	1.86	1.85	1.84	1.83	1.81	1.80	1.79	1.78	1.77	1.75	1.74	1.73	1.72	1.71
	Femmes (16-54 ans)	1.91	1.89	1.88	1.87	1.85	1.84	1.83	1.82	1.80	1.79	1.78	1.76	1.75	1.74	1.72	1.71	1.70
	Femmes (> 55 ans)	1.86	1.85	1.83	1.82	1.81	1.80	1.79	1.77	1.76	1.75	1.74	1.73	1.71	1.70	1.69	1.68	1.67
Envergure du bras (cm)		99	98	97	96	95	94	96	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83
Taille (m)	Hommes (16-54 ans)	1.75	1.73	1.72	1.71	1.69	1.68	1.67	1.65	1.64	1.63	1.62	1.60	1.59	1.58	1.56	1.55	1.54
	Hommes (> 55 ans)	1.69	1.68	1.67	1.66	1.65	1.64	1.62	1.61	1.60	1.59	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50
	Femmes (16-54 ans)	1.69	1.67	1.66	1.65	1.63	1.62	1.61	1.59	1.58	1.57	1.56	1.54	1.53	1.52	1.50	1.49	1.48
	Femmes (> 55 ans)	1.65	1.64	1.63	1.62	1.61	1.59	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50	1.49	1.47	1.46
Envergure du bras (cm)		82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66

2.2.4. Longueur du Bras Supérieur

La longueur du bras supérieur, mesurée entre l'acromion (le point le plus élevé de l'épaule) et l'olécrane (fig. 5), est une autre méthode pour estimer la taille d'un individu. Cette mesure est souvent utilisée dans des contextes cliniques pour évaluer la taille, surtout chez les personnes âgées ou celles ayant des limitations de mobilité. L'utilisation de la formule de Van Hoeyweghen et al. (1992) permet de calculer la taille à partir de la longueur du membre supérieur, offrant ainsi une estimation fiable et rapide.

$$\text{Taille (cm)} = [\text{Longueur du membre supérieur} + 7,27] \times 2,5$$

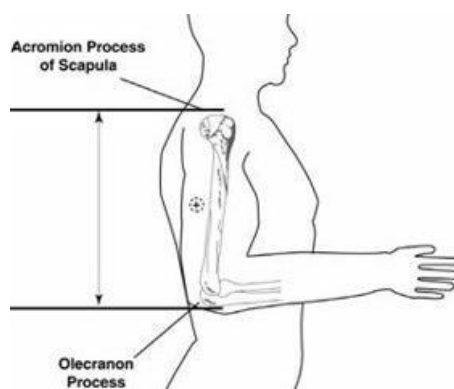


Figure 5 : Longueur du Bras Supérieur

2.3. Indice de masse corporelle

L'Indice de Masse Corporelle (IMC), également connu sous le nom d'indice de corpulence ou indice de Quételet, est un outil fondamental dans l'évaluation du statut pondéral et de l'état nutritionnel d'un individu. Cet indice permet d'identifier des conditions telles que la dénutrition et l'obésité, et il constitue un indicateur crucial pour les professionnels de la santé. L'IMC se calcule à partir de la taille (exprimée en mètres) et de la masse corporelle (exprimée en kilogrammes) selon la formule suivante (fig.6):

$$\text{IMC} = \text{Poids} / (\text{Taille})^2$$



Figure 6 : Les outils de calcul de l'IMC (électronique et disque)

Les résultats obtenus par le calcul de l'IMC permettent de classer les individus en différentes catégories d'état nutritionnel, comme le montre le tableau ci-dessous, qui est basé sur les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Tableau 4 : État nutritionnel en fonction de l'IMC édité par l'OMS.

IMC	État nutritionnel
< 10	Dénutrition grade V
10 à 12.9	Dénutrition grade IV
13 à 15.9	Dénutrition grade III
16 à 19.9	Dénutrition grade II
17 à 18.4	Dénutrition grade I
18.5 à 24.9	Normal
25 à 29.9	Surpoids
30 à 34.9	Obésité grade I
35 à 39.9	Obésité grade II
≥ 40	Obésité grade III

L'interprétation de ces valeurs est indépendante de l'âge et est analogue pour les deux sexes. Selon les critères de l'OMS, les valeurs normales de l'IMC se situent entre 18,5 et 24,9 kg/m². Le surpoids est défini par un IMC compris entre 25 et 29,9 kg/m², tandis que l'obésité est diagnostiquée lorsque l'IMC dépasse 30 kg/m². Par ailleurs, un IMC inférieur à 18,5 kg/m² est indicatif de dénutrition, en particulier chez les patients de moins de 70 ans, tandis que pour les personnes âgées de plus de 70 ans, un IMC en dessous de 21 kg/m² suggère également un risque de dénutrition.

Bien que l'IMC soit un outil utile pour évaluer l'état nutritionnel de la population générale, il présente certaines limites. En effet, il peut ne pas refléter correctement la composition corporelle de certains groupes. Par exemple, pour les individus très grands ou très petits, ainsi que pour les personnes très musclées (comme les athlètes), les femmes enceintes, les enfants et les personnes âgées, l'application de cette formule peut conduire à des interprétations erronées de l'état nutritionnel.

Il est donc recommandé d'utiliser l'IMC en complément d'autres méthodes d'évaluation nutritionnelle, telles que l'analyse de la composition corporelle et des mesures anthropométriques supplémentaires, afin d'obtenir une image plus précise de la santé d'un individu.

2.4. Indice de masse grasse

L'Indice de Masse Grasse (IMG) est un indicateur exprimé en pourcentage qui permet d'évaluer la proportion de graisse dans le corps. Cet indice est calculé à partir de l'Indice de Masse Corporelle (IMC) et se base sur plusieurs formules, chacune prenant en compte l'âge, le sexe et l'IMC. Les quatre formules les plus courantes sont les suivantes :

La 1^{ère} formule de Deurenberg :

$$\text{IMG (\%)} = (\text{IMC} \times 1.20) + (\hat{\text{Age}} \times 0.23) - (\text{Sexe} \times 10.8) - 5.4$$

La 2^{ème} formule de Deurenberg :

$$\text{IMG (\%)} = (\text{IMC} \times 1.29) + (\hat{\text{Age}} \times 0.20) - (\text{Sexe} \times 11.4) - 8$$

La formule de Gallagher :

$$\text{IMG (\%)} = (\text{IMC} \times 1.46) + (\hat{\text{Age}} \times 0.14) - (\text{Sexe} \times 11.6) - 10$$

La formule de Jackson et Pollock :

$$\text{IMG (\%)} = (\text{IMC} \times 1.61) + (\hat{\text{Age}} \times 0.13) - (\text{Sexe} \times 12.1) - 13.9 \quad (\text{Sexe} = 0 \text{ pour la femme et } S = 1 \text{ pour l'homme})$$

Dans ces formules, le paramètre "Sexe" est codé comme 0 pour les femmes et 1 pour les hommes.

Il est important de noter que ces formules ne s'appliquent pas à tous les adultes. Elles ne sont pas valables pour certaines populations spécifiques, notamment :

- Les enfants de moins de 15 ans.
- Les adultes de plus de 50 ans.
- Les femmes enceintes ou allaitantes.
- Les individus très musclés, tels que les athlètes d'endurance de haut niveau.
- Les personnes de taille exceptionnelle, comme les géants, les nains ou celles ayant subi des amputations.

Pour les enfants de moins de 15 ans, Deurenberg a développé une formule spécifique :

$$\text{IMG (\%)} = (\text{IMC} \times 1.51) + (\text{Âge} \times 0.70) - (\text{Sexe} \times 3.6) + 1.4$$

L'interprétation des valeurs d'IMG varie selon le sexe, comme illustré dans le tableau suivant :

Tableau 5 : État nutritionnel en fonction de l'IMG.

Pour les femmes	Pour les hommes	Interprétation
< 25 %	< 15 %	Trop maigre
25 - 30 %	15 - 20 %	Normal
> 30 %	> 20 %	Trop de graisse

La composition corporelle normale indique qu'environ 25 à 30 % de la masse corporelle des femmes est constituée de graisse, tandis que pour les hommes, ce pourcentage est généralement inférieur, se situant entre 15 et 20 %. Cette différence est principalement due à des facteurs physiologiques, les hommes ayant tendance à avoir une masse musculaire plus importante.

Il est essentiel de garder à l'esprit que les résultats de l'IMG peuvent être trompeurs chez les individus musclés, car la masse musculaire peut influencer le calcul. Par conséquent, il est recommandé d'utiliser d'autres paramètres anthropométriques, tels que le tour de taille, les plis cutanés et la circonférence brachiale, pour obtenir une évaluation plus complète et précise de la composition corporelle.

2.5. Tour de taille / de hanche

Les mesures anthropométriques, telles que le tour de taille et le tour de hanches, sont des outils essentiels pour évaluer la répartition du tissu adipeux et le risque de complications liées à l'obésité. Ces mesures sont effectuées à l'aide d'un mètre ruban, le patient étant en décubitus dorsal. Selon les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le ruban doit passer à mi-distance entre le rebord costal inférieur et les crêtes iliaques pour la mesure du tour de taille, et au niveau des grands trochanters pour la mesure du tour de hanches.

Le tour de taille est un indicateur crucial du tissu adipeux abdominal périviscéral. Une augmentation de ce paramètre est synonyme d'obésité abdominale ou de type androïde (fig. 7), souvent associée à des complications métaboliques, telles que :

- Syndrome métabolique
- Diabète de type 2
- Dyslipidémie
- Hypertension artérielle
- Maladies cardiovasculaires

Les valeurs normales du tour de taille varient en fonction de l'origine ethnique des populations. Selon l'International Diabetes Federation (IDF), le tour de taille est considéré comme augmenté lorsqu'il dépasse :

- 94 cm pour les hommes
- 80 cm pour les femmes

Pour les populations asiatiques, ces seuils sont plus stricts, à savoir 90 cm pour les hommes et 80 cm pour les femmes.

Le tour de hanches, quant à lui, est un marqueur du tissu adipeux sous-cutané. Une augmentation du tour de hanches indique une répartition gynoïde de la masse grasseuse, c'est-à-dire une prédominance de la graisse au niveau de la partie inférieure du corps (fig. 7). Cette forme d'obésité est généralement associée à des complications telles que :

- Arthrose des hanches et des genoux
- Insuffisance veineuse (type thrombophlébite)

- Problèmes respiratoires

L'obésité gynoïde est souvent plus difficile à combattre que l'obésité androïde, en raison de sa distribution et des facteurs physiopathologiques impliqués.

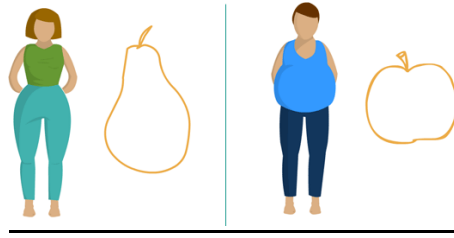


Figure 7 : Obésité gynoïde et androïde.

Rapport Taille/Hanche : L'OMS préconise également l'utilisation du rapport entre le tour de taille et le tour de hanches pour définir l'obésité abdominale.

Obésité abdominale = tour de taille / tour de hanches

Ce rapport est considéré comme excessif lorsqu'il dépasse : 0,90 chez les hommes et 0,85 chez les femmes

Les formules de référence pour calculer le taux de masse grasseuse (MG) à partir des mesures de circonférence du corps sont celles de Hodgdon et Beckett (1984). Ces formules utilisent le tour de taille, le tour de cou, le tour de hanches (pour les femmes) et la taille, avec toutes les mesures exprimées en centimètres

Pour homme :

$$\text{MG (\%)} = 495 / [1.0324 - 0.19077 (\log (\text{Tour de Taille} - \text{Tour de Cou})) + 0.15456 (\log (\text{Taille}))] - 450$$

Pour femme :

$$\text{MG (\%)} = 495 / [1.29579 - 0.35004 (\log (\text{Tour de Taille} + \text{Tour de Hanche} - \text{Tour de Cou})) + 0.22100 (\log (\text{Taille}))] - 450$$

Ces formules permettent une évaluation plus précise de la composition corporelle, en particulier dans les cas où l'IMC peut ne pas refléter adéquatement la santé métabolique d'un individu.

2.6. Plis cutanés

Les plis cutanés représentent une double couche de peau et de graisse sous-cutanée, offrant une estimation de la masse grasse de l'organisme. La mesure de l'épaisseur des plis cutanés est réalisée à l'aide d'un adipomètre, tel que le compas de Harpenden (fig. 8), qui doit être réglé à une pression de 10 g/mm².



Figure 8 : Les pinces

Les plis cutanés sont toujours mesurés sur le côté droit du sujet. Quatre plis cutanés principaux sont souvent utilisés pour cette évaluation (fig. 9) :

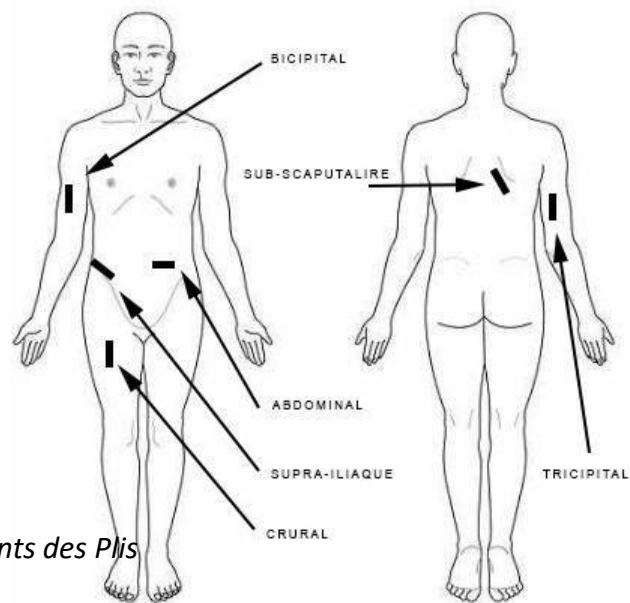


Figure 9 : Emplacements des Plis

- Pli cutané tricipital : Mesuré à mi-distance entre l'acromion et l'olécrâne. Les valeurs normales sont comprises entre 12 et 13 mm chez l'homme et 16 et 17 mm chez la femme.
- Pli cutané bicipital : Mesuré sur la partie antérieure du bras.
- Pli cutané sous-scapulaire : Mesuré 1 cm sous la pointe de l'omoplate.
- Pli supra-iliaque : Mesuré 1 cm au-dessus de l'épine iliaque antéro-supérieure.

Les plis cutanés permettent d'évaluer la masse grasse de l'organisme à l'aide de plusieurs

méthodes :

La formule de référence pour calculer le taux de masse grasseuse est la formule de

Durnin et Womersley. (1974) basée sur les 4 plis cutanés :

1. Calculer le logarithme décimal de la somme des plis : **$Z = \log \sum 4 \text{ Plis (mm)}$**
2. Appliquer les équations suivantes suivant l'âge et le sexe pour calculer la densité corporelle (D)

Âge (années)	Homme	Femme
17-19	$D = 1,1620 - 0,0630 \times Z$	$D = 1,1549 - 0,0678 \times Z$
20-29	$D = 1,1631 - 0,0632 \times Z$	$D = 1,1599 - 0,0717 \times Z$
30-39	$D = 1,1422 - 0,0544 \times Z$	$D = 1,1423 - 0,0632 \times Z$
40-49	$D = 1,1620 - 0,0700 \times Z$	$D = 1,1333 - 0,0612 \times Z$
≥50	$D = 1,1715 - 0,0779 \times Z$	$D = 1,1339 - 0,0645 \times Z$

3. Calcul du % de tissu adipeux : **$\text{Masse grasse (\%)} = 100 \times (4,95/D - 4,50)$**
4. Calculer la **$\text{Masse grasse} = \text{Poids Corporel (kg)} \times [4,95/D - 4,5]$**
5. Calculer la **$\text{Masse maigre} = \text{Poids corporel (kg)} - \text{Masse grasse (kg)}$**

La masse grasse correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes, quelle que soit leur localisation anatomique.
La masse maigre correspond à la somme de l'eau, des os, des organes, en excluant la partie grasse.

6. Une relation étroite et positive entre la masse maigre calculée et l'azote corporel total a été démontrée selon l'équation suivante :

$$\text{Azote corporel total} = 28,8 \times \text{Masse maigre (kg)} + 228$$

La masse grasse correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes, quelle que soit leur localisation anatomique, tandis que la masse maigre est la somme de l'eau, des os, des organes, en excluant la partie grasse

1) la formule de Jackson et Pollock :

Pour les hommes, il faut faire la somme des plis cutanés au niveau des pectoraux, des abdominaux et de la cuisse (Jackson et Pollock, 1978) :

$$\text{MG (\%)} = [495 / (1,10938 - (\sum \text{Plis} \times 0,0008267) + ((\sum \text{Plis})^2 \times 0,0000016) - (\hat{\text{Âge}} \times 0,0002574))] - 450$$

Pour les femmes, on additionnera les plis au niveau des triceps, de la cuisse et de la zone supra-iliaque Jackson et Pollock (1980) :

$$\text{MG (\%)} = [495 / (1.0994921 - (\sum \text{Plis} \times 0.0009929) + ((\sum \text{Plis})^2 \times 0.0000023) - (\hat{\text{Age}} \times 0.0001392))] - 450$$

2) la formule de Jackson et Pollock. (1985) : c'est une formule de référence pour les sportifs et athlètes de haut niveau. Elle se base sur les 7 mesures d'épaisseur de pli cutané suivantes : pectoral, axillaire médial, tricipital, sous scapulaire, ombilical, supra iliaque, et quadricipital.

Pour homme : $\text{MG (\%)} = [495 / (1.112 - (\sum \text{Plis} \times 0.00043499) + ((\sum \text{Plis})^2 \times 0.00000055) - (\hat{\text{Age}} \times 0.00028826))] - 450$

Pour femme : $\text{MG (\%)} = [495 / (1.097 - (\sum \text{Plis} \times 0.00046971) + ((\sum \text{Plis})^2 \times 0.00000056) - (\hat{\text{Age}} \times 0.00012828))] - 450$

3) la formule de Parillo : Pour les personnes très sèches, comme les Bodybuilders), quels que soient le sexe et l'âge, on peut utiliser une formule plus complexe, nécessitant 9 plis cutanés : triceps, biceps, sous-scapulaire, supra-iliaque, dorsaux, pectoraux, ombilique, quadriceps et sural (mollet). $\text{MG (\%)} = (\sum \text{Plis} \times 27) / (\text{Poids} \times 2.2046)$

2.7. Circonférence brachiale

L'anthropométrie peut également être utilisée pour déterminer la masse musculaire à partir de la mesure de la circonférence musculaire brachiale, dérivée de la circonférence brachiale et du pli cutané tricipital, ou de la moyenne de la somme des plis tricipital et bicipital. Les modalités de calcul ont été proposées par Heymsfield et al. (1982) :

1. Mesurer la circonférence brachiale (CB, cm) et le pli cutané tricipital (PCT, cm). (CB est mesurée au même endroit de pli tricipital).
2. Calculer la circonférence musculaire brachiale (cm)

$$\text{CMB} = \text{CB} - [\pi \times \text{PCT}]$$

Les valeurs théoriques normales sont de 20 à 23 cm chez la femme et de 25 à 27 cm chez l'homme. Un périmètre inférieur à 22 cm indique une dénutrition. Il convient également de mesurer le mollet, avec une valeur inférieure à 31 cm favorisant une dénutrition

3. Calculer la surface musculaire brachiale (cm²)

$$\text{SMB} = \text{CMB}^2 / 4 \pi$$

Des facteurs de correction qui prennent en compte les surfaces de l'humérus et du paquet vasculo-nerveux du bras ont été proposés par Heymsfield et al. (1982).

4. Calculer la surface musculaire brachiale corrigée (cm²) SMBc

Homme **SMBc = SMB - 10**

Femme **SMBc = SMB - 6,5**

5. Calculer la **Masse musculaire Totale (kg) = Taille (cm) x [0,0264 + 0,0029 x SMBc]**

Le pronostic vital est clairement en jeu lorsque la masse musculaire descend aux environs de 6 à 8 kg chez l'adulte.

3. Marqueurs biologiques

Les marqueurs biologiques ou biochimiques sont des indicateurs objectifs de l'état de santé d'un individu. Ils sont essentiels pour dépister une dénutrition et pour évaluer l'efficacité d'un traitement nutritionnel. Les marqueurs peuvent être classés en deux catégories : plasmatiques, obtenus par prélèvement sanguin, et urinaires, obtenus par prélèvement d'urine

3.1. Protéines plasmatiques

Les marqueurs plasmatiques sont des protéines contenues dans le sérum (Plasma = sérum + éléments coagulants). Elles exercent différentes fonctions, de transport, de défense de l'organisme, de régulation des échanges d'eau entre le sang et le milieu extérieur. Etc. Elles sont utilisées comme marqueurs précoces de l'état nutritionnel, car leurs synthèses exclusivement hépatiques dépendent en grande partie de l'état nutritionnel.

Le plasma contiendrait plus de 300 protéines différentes, les plus représentées en proportion sont les albumines (fig. 10), globulines (α -1-globuline ; α -2-globuline ; β - globuline; δ -globuline), Fibrinogène 5 % (c'est un facteur de la coagulation, qui se transforme en fibrine lors de la coagulation) et Lipoprotéines (HDL et LDL) 8 %.

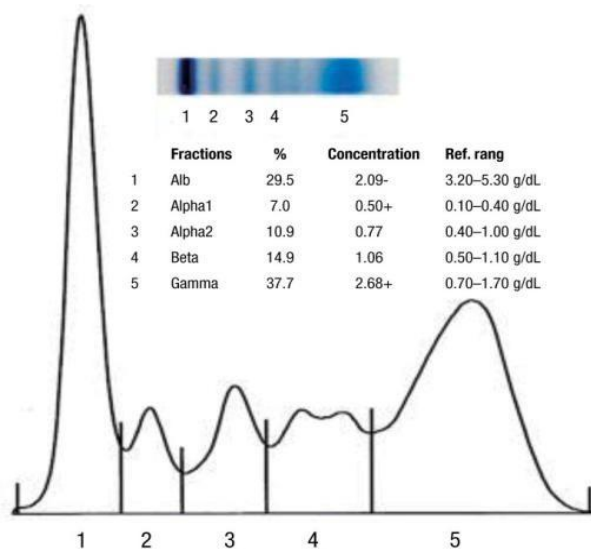


Figure 10 : Profil électrophorèse des protéines sériques

3.1.1. Albumine

L'albumine est la protéine sérique majeure, la plus utilisée pour évaluer une dénutrition, constituée de 610 acides aminés. C'est une protéine de transport pour les vitamines, les acides gras, les acides aminés, les enzymes, les hormones, les médicaments et les métaux. Synthétisée par le foie et catabolisée par le tractus digestif et l'endothélium vasculaire. Sa demi-vie longue est de 20 jours. Sa concentration sérique normale est comprise entre 35 et 50 g/l.

On considère qu'il y a une dénutrition modérée pour une albuminémie inférieure à 35 g/l ; une dénutrition sévère pour une albuminémie inférieure à 30 g/l et grave <25 g/l.

La demi-vie correspond au temps nécessaire pour une diminution d'une concentration d'une substance en moitié de sa concentration initiale. Donc pour perdre (se décomposer) la moitié de son activité pharmacologique ou physiologique.

3.1.2. Transthyrétine ou pré-albumine

La pré-albumine est un facteur de dénutrition plus précoce de l'albumine, utilisée pour identifier les fluctuations rapides de l'état nutritionnel. C'est une protéine de transport pour les hormones thyroïdiennes et de la vitamine A. Sa demi-vie plasmatique est de 2 jours et la réserve est faible. Sa concentration sérique normale est comprise entre 0.25 et 0.35 g/l.

En dehors des situations d'intense catabolisme, les valeurs associées à une dénutrition modérée sont de 0.1 à 0.2 g/l, et celles associées à une dénutrition sévère sont inférieures à 0.1 g/l.

3.1.3. Protéine vectrice du rétinol

La protéine vectrice du rétinol utilisée pour identifier les fluctuations rapides de l'état nutritionnel. Elle est synthétisée par le foie. Les valeurs normales se situent entre 4,5 - 7,5 10^{-2} g/l, avec d'importantes variations liées au sexe et à l'âge. Sa demi-vie très courte de 12 heures. Sa synthèse est inhibée en cas d'insuffisance d'apport en tryptophane, zinc, azote, ou rétinol (vit A).

3.1.4. Transferrine

La normale varierait entre 2 et 4 g/l. Elle permet la fixation et le transport du fer. Sa demi-vie est intermédiaire de 8 à 10 jours.

Elle diminue par les insuffisances précédentes et sous l'effet de certains antibiotiques (tétracyclines, céphalosporines, aminoglycosides). Sa concentration augmente dans les carences martiales (une carence des réserves en fer de l'organisme), chez les femmes sous contraceptifs oestrogéniques, au troisième trimestre de la grossesse, et lors des hépatites aiguës.

3.1.5. Somatomédine-C ou Insulin-like growth factor-1 (IGF-I)

La somatomédine est une hormone peptidique sécrétée par le foie, et dont l'action principale est de stimuler la synthèse du collagène et des protéoglycanes. La normale dépend de l'âge et du sexe. On note sa diminution de la concentration en cas d'hypothyroïdie, et chez les femmes sous œstrogènes.

Lors de la dénutrition, les taux d'IGF-I augmentent rapidement dès l'initiation du traitement.

3.1.6. Taux de lymphocytes

La dénutrition entraîne une réduction de la maturation des lymphocytes, \leq à 1500/mm³. Une diminution des fonctions immunitaires et, par conséquent, augmente le risque d'infections qui sont eux-mêmes facteur de dénutrition.

Il y a des pathologies qui sont susceptibles de faire chuter les taux des protéines plasmatiques en dehors de la dénutrition. C'est le cas des insuffisances hépatocellulaires, des syndromes inflammatoires, de corticothérapie, de jeûne, de grossesse, l'hyperhydratation ou la déshydratation et d'hyperthyroïdie.

3.2. Protéines Urinaires

Les protéines urinaires, créatinine et 3-méthylhistidine urinaire, reflètent le catabolisme protéique. Afin d'éviter des erreurs de mesure, il faut répéter les recueils des urines des 24 heures pendant 2 à 3 jours, après un régime sans apport carné. Ces marqueurs biochimiques sont sujets à de nombreuses variations non nutritionnelles fréquemment rencontrées en clinique : insuffisance rénale aiguë, recueil urinaire incomplet, stress, fièvre, inflammation, effort physique, qui perturbent à la fois la réalisation de ses dosages et l'interprétation des résultats obtenus.

3.2.1. Créatininurie des 24 h

La créatinine résulte de la transformation non enzymatique de la créatine contenue dans les muscles. Elle est éliminée dans les urines, proportionnellement à la masse musculaire du patient et à son degré de filtration glomérulaire. Ainsi, si la fonction rénale est normale, la créatininurie des 24 heures est un bon reflet de la masse musculaire du patient : 1 kg de muscle correspond à l'excrétion quotidienne de 60 mg de créatinine urinaire ou 1 g de créatininurie correspondant à une masse de 16 à 20 kg de muscles. Les valeurs usuelles pour un adulte sont : 1 à 2 g/24h pour un homme et 0,9 à 1,8 g/24h pour une femme.

Index créatininurie/taille

Il existe une corrélation entre la créatininurie et la masse maigre permettant d'établir une équation de prédiction de la masse maigre à partir de la créatininurie des 24 heures :

$$\text{Masse maigre (kg)} = \text{Créatininurie des 24 h (g/j)} \times 29,08.$$

Dans la mesure où la taille corporelle est un déterminant majeur de la masse musculaire, il a été proposé de rapporter la créatininurie des 24 h à la taille du sujet, ce rapport est appelé créatininurie/taille. Des valeurs usuelles ont été établies dans le tableau 6.

Tableau 6 : Excrétion urinaire normale de créatinine (g/j) en fonction de la taille (cm) et du sexe.

Hommes		Femmes	
Taille (cm)	Créatininurie (g/j)	Taille (cm)	Créatininurie (g/j)
157,5	1,29	147,3	0,782
160,0	1,32	149,9	0,802
162,5	1,36	152,4	0,826
165,1	1,39	154,9	0,848
167,6	1,43	157,5	0,872
170,2	1,47	160,0	0,894
172,7	1,51	162,6	0,923
175,3	1,55	165,1	0,950
177,8	1,60	167,6	0,983
180,3	1,64	170,2	1,010
182,9	1,69	172,7	1,040
185,4	1,74	175,3	1,080
188,0	1,78	177,8	1,110
190,5	1,83	180,3	1,140
193,0	1,89	182,9	1,170

Diminuer de 10 % par décade la valeur de la créatininurie des 24 heures à partir de l'âge de 55 ans

3.2.2. 3 Méthyl-Histidine urinaire

La 3-méthylhistidine (3-MH) est un acide aminé issu de la méthylation post-transcriptionnelle de l'histidine au sein de deux protéines musculaires contractiles, l'actine et la myosine. L'excrétion de 3-MH est rapportée à la créatininurie des 24 heures et constitue un reflet de la masse musculaire. Ce rapport est un index du catabolisme musculaire quotidien, l'augmentation de ce rapport témoigne d'un processus hypercatabolique. Sa chute sous dénutrition est un signe favorable.

Ce dosage ne peut faire partie d'un bilan nutritionnel standard en raison d'un dosage difficile par chromatographique qui n'est pas accessible à tous les laboratoires et coûteux.

3.2.3. Bilan azoté

Le calcul du bilan d'azote est indispensable en routine clinique et en recherche, car il permet l'appréciation de l'efficacité d'un traitement nutritionnel et l'adéquation des apports nutritionnels aux besoins.

Le bilan d'azote représente la différence entre les apports et les pertes d'azote journalier. Il est exprimé en grammes d'azote par 24 heures. Seules les protéines contiennent de l'azote et celui-ci est présent pour environ 16 %.

$$1\text{g d'azote} = 2,14\text{ g d'urée} = 6,25\text{ g de protéines}$$

La voie principale d'élimination de l'azote est urinaire ; la majeure partie de l'azoté urinaire est représentée par l'urée. On peut donc estimer les sorties d'azote soit en mesurant directement l'azote urinaire par chémo-luminescence ou par la méthode de Kjeldal soit à partir de l'urée urinaire en rajoutant 2 g pour les pertes azotées urinaires non uréiques.

Les pertes azotées non urinaires sont représentées par les pertes fécales et cutanées et sont en situations normales de 2 g/24 h. Elles peuvent être plus élevées en cas de brûlures ou de diarrhée.

La balance azotée peut donc être calculée par la formule suivante :

$$\text{Balance azotée} = \text{N entrées} - \text{N urinaire} + 2$$

ou la formule suivante : $\text{Balance azotée} = \text{N entrées} - (\text{Urée urinaire}/2,14) + 4$

Une balance azotée positive traduit un état d'anabolisme, une balance azotée négative traduit un état de catabolisme.

4. Mesures de la composition corporelle

La dénutrition ou l'obésité se traduit par une modification de la composition corporelle, des mesures peuvent être réalisées à plusieurs niveaux de résolution suivant le mode d'analyse choisi, comme l'indique la figure 11. Le modèle d'analyse le plus simple dérive d'une analyse au niveau cellulaire et reconnaît deux compartiments suivant l'équation (fig.11):

$$\text{Poids corporel} = \text{Masse grasse} + \text{Masse maigre}$$

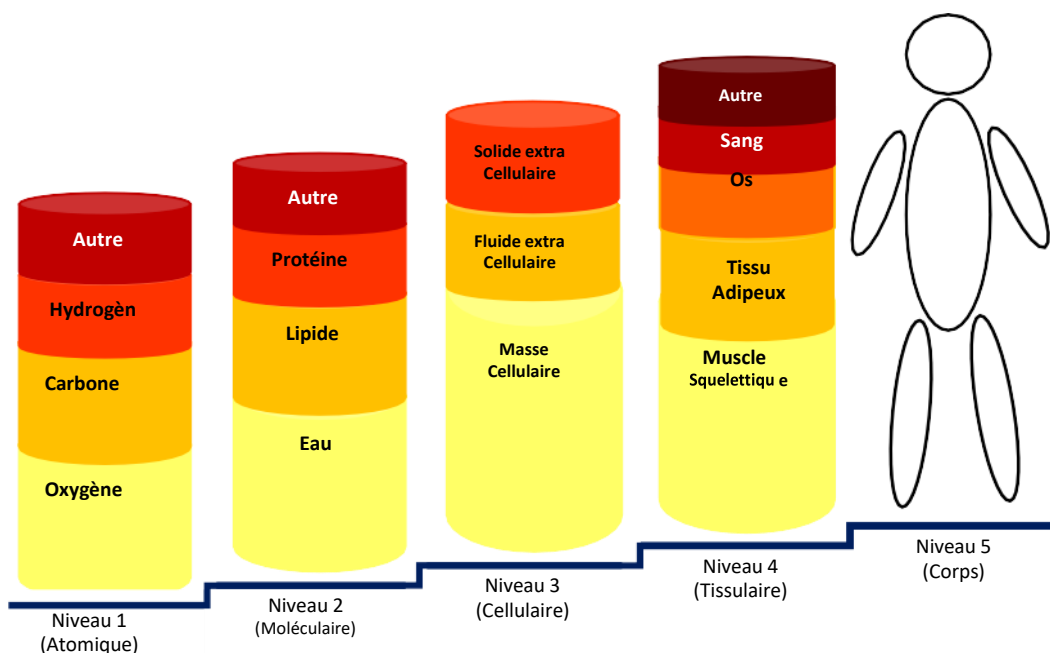


Figure 11 : Cinq niveaux de la composition corporelle et leurs compartiments respectifs.

La masse maigre est la somme de la masse cellulaire active, la masse minérale osseuse et le compartiment liquidien. Elle représente 50 à 90 % de poids corporel. Sa densité est 1.1 g/ml.

La masse **cellulaire** active est l'ensemble des tissus responsables du métabolisme oxydatif et comporte la masse musculaire striée et lisse et la masse viscérale (cœur, poumons, rein, foie et système nerveux).

Masse **minérale** osseuse (5 % de poids corporel) correspond aux cristaux de phosphates tricalciques du squelette (fig. 12). Sa densité est 3g/ml. Sa baisse signe l'ostéoporose (vieillesse, ménopause).

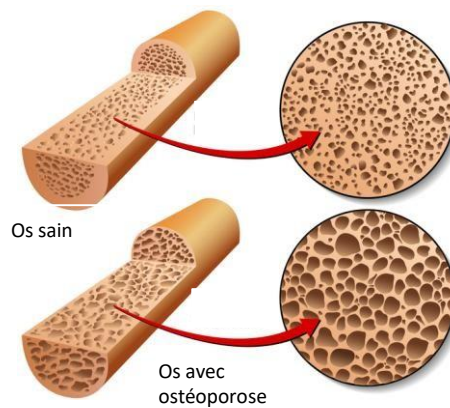


Figure 12 : Structure de l'Os sain et avec ostéoporose.

Le compartiment liquidien est l'ensemble de l'eau extracellulaire et l'eau intracellulaire (fig. 13). Sa diminution signe de la dénutrition ou de la déshydratation.

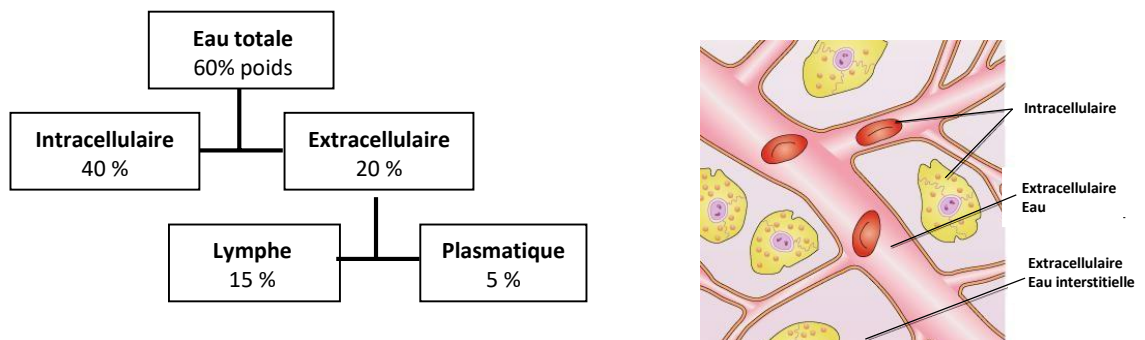


Figure 13 : Compartiment liquidien de l'organisme.

Il existe une relation étroite chez le sujet sain entre la masse maigre et l'eau corporelle totale :

$$\text{Masse maigre} = \text{Eau corporelle totale} / 0,73$$

La masse grasse correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes quelle que soit leur localisation anatomique, elle représente 10 à 30 % de poids corporel et peut atteindre beaucoup plus (fig. 14). Sa densité est 0.9 g/ml.

Pour l'homme \approx 15-20 % du poids total (< 15 % : trop maigre; > 20 % : trop de graisse) ; Pour la femme \approx 25-30 % (< 25 % : trop maigre; > 30 % : trop de graisse).

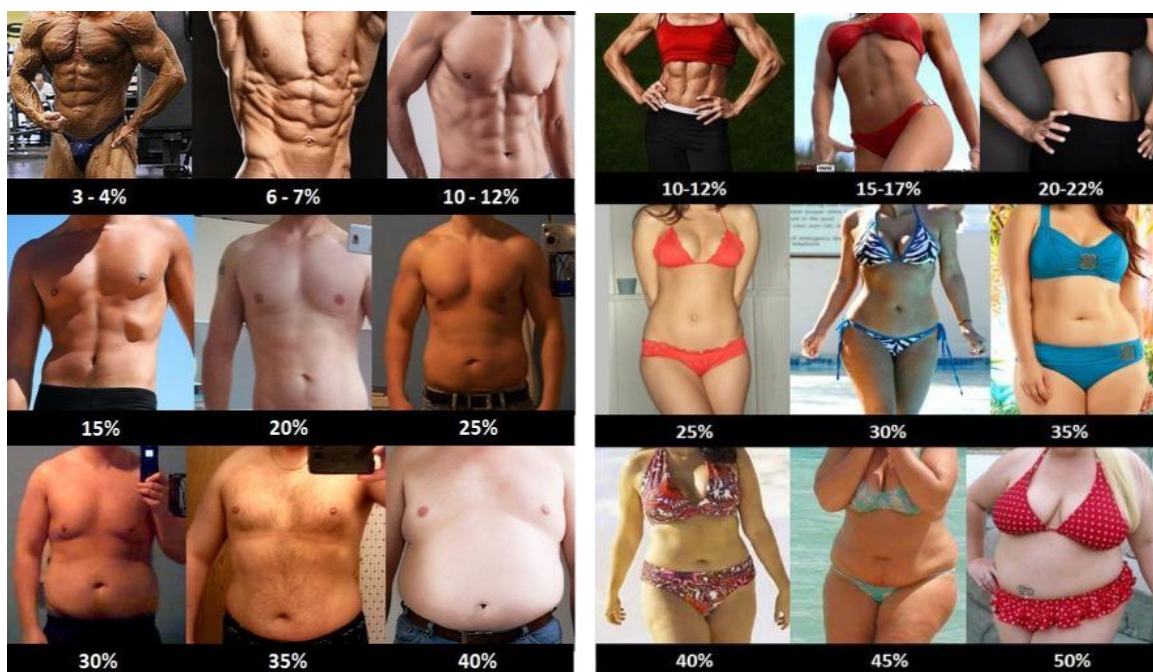


Figure 14 : Pourcentage de graisse des hommes et des femmes.

Nous citons des méthodes simples à mettre en œuvre au plan pratique et qui permettent d'apprécier plus finement la composition corporelle :

4.1. Densitométrie hydrostatique

La densitométrie hydrostatique, également appelée hydrodensitométrie ou pesée sous l'eau, est une méthode de référence pour estimer la composition corporelle, en particulier la masse grasse et la masse maigre. Cette technique repose sur la mesure du volume corporel pour calculer la densité corporelle, selon la formule suivante :

$$\text{Densité} = \text{Masse dans l'air} / \text{Masse dans l'eau}$$

4.1.1. Principe et déroulement de la mesure

Le principe de cette technique est basé sur « la loi d'Archimède », qui stipule qu'un corps immergé dans l'eau subit une poussée verticale égale au poids du volume d'eau déplacé. En d'autres termes, la différence entre le poids d'une personne dans l'air et son poids sous l'eau permet de déterminer le volume de son corps. Ce volume est ensuite utilisé pour calculer la densité corporelle.

En pratique, la procédure de pesée se fait par des « mesures successives » :

- Poids corporel à l'air libre : le sujet est pesé hors de l'eau.
- Poids corporel immergé : le sujet est ensuite totalement immergé et pesé sous l'eau (Fig.15).

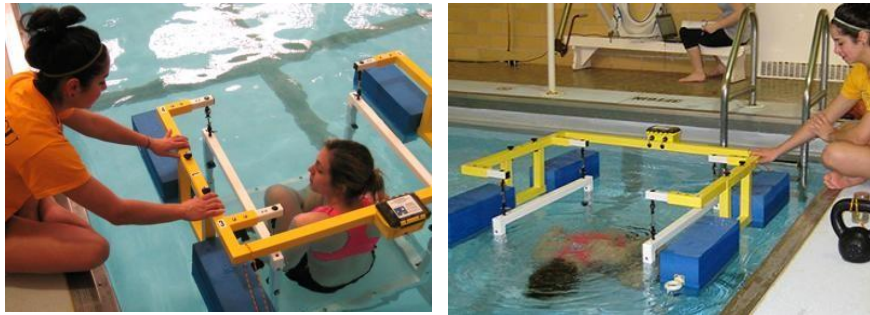


Figure 15 : Exemple de montage pour l'hydrodensitométrie avec un système de pesée sous l'eau.

Une fois ces deux mesures obtenues, il est possible de déterminer le volume du corps grâce à la différence entre le poids dans l'air et sous l'eau. Cette différence permet de calculer la densité corporelle, utilisée pour estimer la proportion de masse grasse et de masse maigre.

4.1.2. Hypothèses et modèles de calcul

L'estimation de la masse grasse repose sur un modèle bicompartimental, qui divise le corps en deux types de tissus :

- Masse grasse : densité supposée constante à $0,9 \text{ g/cm}^3$.
- Masse maigre (muscles, os, eau) : densité supposée constante à $1,1 \text{ g/cm}^3$.

En utilisant cette distinction, des formules empiriques permettent d'estimer le pourcentage de masse grasse (MG) à partir de la densité corporelle. Deux des formules les plus courantes sont :

- Formule de Siri : **$MG (\%) = 495 / \text{Densité} - 450$**

- Formule de Brozek : $MG (\%) = (457 / \text{Densité du corps}) - 414,2$

Ces formules sont dérivées de la relation entre la densité corporelle et les proportions de masse maigre et de masse grasse dans le corps.

4.1.3. Avantages et limitations

L'hydrodensitométrie est largement considérée comme une méthode précise pour mesurer la composition corporelle. Toutefois, elle présente certaines limites :

- Exigences techniques : elle nécessite un équipement spécialisé, notamment un bassin de pesée et un système de suspension pour peser la personne sous l'eau.

- Collaboration du sujet : le sujet doit expirer tout l'air contenu dans ses poumons lors de l'immersion, ce qui peut être inconfortable et entraîner des erreurs si la manœuvre n'est pas bien réalisée.

- Hypothèses sur la densité des tissus : la méthode repose sur des densités constantes pour la masse grasse et la masse maigre, ce qui peut introduire des erreurs chez certains groupes de population (personnes âgées, athlètes ou enfants, dont les densités corporelles peuvent varier).

4.1.4. Applications

L'hydrodensitométrie est principalement utilisée dans les laboratoires de recherche et certaines cliniques spécialisées pour évaluer la composition corporelle d'athlètes, de patients souffrant d'obésité, ou dans le cadre de programmes de santé et de nutrition. En raison de sa précision, elle sert souvent de référence pour valider d'autres méthodes de mesure de la composition corporelle, comme l'impédancemétrie bioélectrique ou les mesures anthropométriques.

4.2. Impédancemétrie bioélectrique

L'impédancemétrie bioélectrique (BIA, Bioelectrical Impedance Analysis) est une méthode simple, rapide et non invasive utilisée pour évaluer la composition corporelle. Elle permet de mesurer le pourcentage de masse grasse, de masse maigre, et la quantité d'eau corporelle. Cette technique repose sur le passage d'un courant électrique alternatif de faible intensité (100 à 800 μA) à travers le corps à l'aide d'électrodes placées aux extrémités ou à des points stratégiques du corps (Fig. 16).

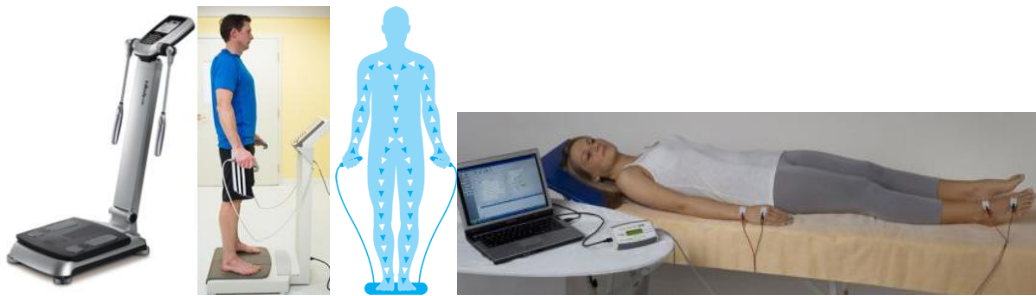


Figure 16 : Impédancemétrie bioélectrique : Placement des électrodes pour l'évaluation de la composition corporelle.

4.2.1. Principe de l'impédancemétrie

L'impédancemétrie repose sur la conductivité électrique des tissus corporels. La capacité des tissus à conduire l'électricité dépend de leur teneur en eau et en électrolytes :

- Tissus hydratés (muscles, sang) : bonne conductivité et faible impédance (résistance).
- Tissus adipeux (graisse) : mauvaise conductivité et forte impédance.

En mesurant l'impédance globale du corps ou de segments spécifiques (comme les bras, les jambes ou le tronc), il est possible de déduire la composition corporelle en appliquant des équations prédictives. Ces équations intègrent également des variables telles que le poids, la taille, l'âge et le sexe du sujet.

4.2.2. Déroulement de la mesure

- ✓ Placement des électrodes : Des électrodes sont placées sur la peau, généralement aux poignets et aux chevilles.
- ✓ Saisie des données personnelles : L'utilisateur entre son âge, sexe et taille sur un petit ordinateur de bord intégré à l'appareil.
- ✓ Passage du courant : Un courant électrique de faible intensité traverse le corps sans provoquer d'inconfort.
- ✓ Analyse segmentaire : Certains appareils avancés réalisent une analyse segmentaire, c'est-à-dire qu'ils mesurent séparément l'impédance de différentes parties du corps (membres, tronc).
- ✓ Lecture des résultats : Le pourcentage de masse grasse et les autres paramètres (eau corporelle totale, masse maigre) sont affichés.

L'utilisation d'appareils d'impédancemétrie s'est démocratisée et des modèles domestiques sont désormais disponibles, facilitant une surveillance régulière de la composition corporelle.

4.2.3. Interprétation des résultats

Les résultats obtenus doivent être comparés à des normes de référence en fonction de l'âge, du sexe, et du niveau d'activité physique. Les valeurs moyennes de masse grasse selon les tranches d'âge sont présentées dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Normes de pourcentage de masse grasse selon l'âge et le sexe.

Masse grasse	18 à 39 ans	40 à 59 ans	60 à 79 ans
Femmes	21 - 32 %	23 - 33 %	24 - 35 %
Hommes	8 - 19 %	11 - 21 %	14 - 24 %

4.2.4. Avantages et limites

Avantages :

- Non invasif et rapide.
- Possibilité d'une analyse segmentaire pour identifier les variations de composition corporelle selon les zones du corps.
- Accessibilité : De nombreux appareils sont disponibles pour un usage à domicile.
- Utile pour le suivi des modifications de composition corporelle (régimes, entraînements).

Limites :

- La précision dépend de l'hydratation : un état de déshydratation ou de surhydratation fausse les résultats.
- Sensibilité aux conditions environnementales (température, alimentation récente).
- Les algorithmes d'analyse sont basés sur des équations prédictives qui peuvent ne pas être adaptées à toutes les populations (par exemple, athlètes ou personnes âgées).
- Variabilité inter-appareils : Les résultats peuvent varier selon le modèle ou la marque de l'appareil utilisé.

4.2.5. Fiche de résultat segmentaire

Les appareils les plus avancés offrent une fiche détaillée des résultats de l'analyse segmentaire, comme illustré dans la figure 17. Cette fiche présente la répartition de la masse maigre et de la masse grasse sur différentes parties du corps, ce qui permet une évaluation plus précise de la composition corporelle et des déséquilibres éventuels.

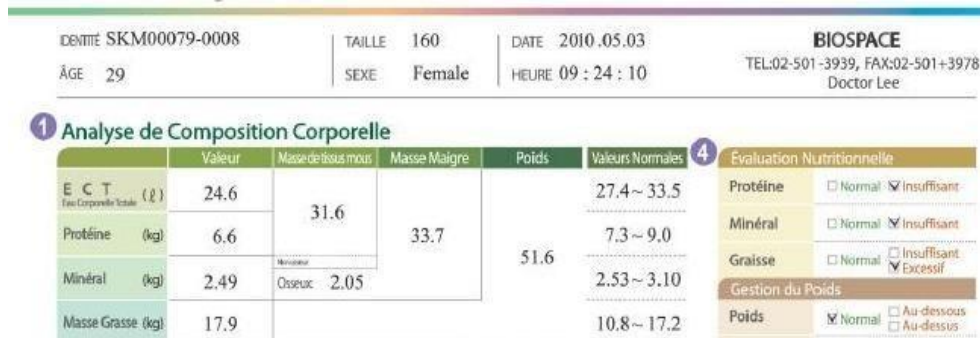


Figure 17 : Exemple de fiche de résultats de l'analyse segmentaire par impédancemétrie bioélectrique.

L'impédancemétrie bioélectrique est ainsi une méthode polyvalente et accessible pour suivre la composition corporelle, avec des applications dans les domaines de la santé, du sport, et de la nutrition clinique.

4.2.6. Applications en Nutrition et Clinique

L'impédancemétrie est largement utilisée en nutrition pour :

- Suivi des Patients en Surpoids et Obèses :
 - Évaluation précise de la répartition de la masse grasse et de la masse musculaire.
 - Analyse des changements corporels au cours des régimes amaigrissants.
- Diagnostic de Dénutrition et de Sarcopénie :
 - Mesure de la masse maigre pour identifier des pertes musculaires.
 - Évaluation de l'état hydrique pour détecter des cas de déshydratation ou d'œdème.
- Bilan d'Hydratation :
 - Essentiel pour les sportifs afin de prévenir la déshydratation ou l'hyperhydratation.
 - Suivi de l'équilibre hydrique chez les patients souffrant de maladies rénales ou cardiaques.
- Surveillance de la Composition Corporelle chez les Enfants et Adolescents :
 - Aide à évaluer le développement harmonieux et la gestion du poids en fonction des normes de croissance.

4.3. Absorptiométrie biphotonique aux rayons X

L'absorptiométrie biphotonique aux rayons X, ou DXA (Dual-energy X-ray Absorptiometry), est une technique non invasive permettant de mesurer la composition corporelle et d'évaluer avec précision la densité minérale osseuse (DMO). Elle repose sur l'émission de rayons X à deux énergies différentes, ce qui permet de distinguer les tissus mous (masse grasse et maigre) des tissus denses comme l'os.

L'appareil utilise un faisceau de rayons X à faible intensité qui balaye l'ensemble du corps en 5 à 20 minutes (fig. 18). L'atténuation des rayons X au passage à travers les tissus dépend de leur composition et densité. Plus un tissu est dense (comme l'os), plus il atténue les rayons, tandis que les tissus mous (comme la graisse) laissent passer davantage de rayonnement.

Le calcul de l'énergie résiduelle après absorption des rayons X repose sur la loi de Beer-Lambert :

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$$

- I : Énergie résiduelle mesurée par le détecteur
- I_0 : Énergie émise par la source
- μ : Coefficient d'absorption linéaire spécifique au type de tissu
- d : Épaisseur du tissu traversé



Figure 18 : Appareil et cliché de l'Absorptiométrie biphotonique aux rayons X

Chaque tissu possède un coefficient d'absorption différent :

- Les os ont un coefficient élevé (μ important) ;
- La graisse et les muscles ont une absorption moindre, ce qui permet de les distinguer facilement.

4.3.1. Applications nutritionnelles et cliniques

En nutrition et en diététique, le DXA est utilisé pour l'évaluation complète de la composition corporelle. Les résultats de cet examen sont cruciaux pour :

- *Masse minérale osseuse* :

- Diagnostic et suivi de l'ostéoporose ou de l'ostéopénie.
- Évaluation de la solidité osseuse chez les personnes âgées, les enfants en croissance, ou les sportifs.

- *Masse grasse* :

- Analyse de la répartition de la graisse (localisée ou générale).
- Estimation de la masse grasse viscérale, un indicateur clé des risques cardiométaboliques.
- Précieuse pour les suivis de perte de poids ou de rééquilibrage corporel en cas d'obésité.

- *Masse maigre* :

- Suivi de la répartition musculaire, notamment dans le cadre de la sarcopénie (perte musculaire liée à l'âge).
- Utilisation dans des régimes protéinés ou dans le cadre d'une remise en forme sportive.

4.3.2. Avantages par rapport à d'autres techniques

- Précision élevée : Plus fiable que l'impédancemétrie pour les personnes avec un excès de poids important.
- Distinction des tissus mous et osseux : Permet d'analyser à la fois la masse grasse, la masse maigre et la densité osseuse.
- Localisation topographique de la masse grasse : Fournit des images montrant la distribution précise de la graisse corporelle (ex. : graisse abdominale vs sous-cutanée).

4.3.3. Couplage DXA et impédancemétrie

Pour une évaluation encore plus complète, l'absorptiométrie biphotonique peut être couplée à une impédancemétrie bioélectrique. Cela permet de distinguer :

- Masse grasse
- Masse maigre (muscles)
- Masse osseuse (calcique)

- Eau extracellulaire : Principalement contenue dans le plasma sanguin et le liquide interstitiel.
- Eau intracellulaire : Présente dans le cytoplasme des cellules, essentielle pour l'équilibre cellulaire.

4.3.4. Limites et précautions

- Exposition aux rayons X : Bien que la dose soit faible, l'examen n'est pas recommandé pour les femmes enceintes.
- Coût et accessibilité : Le matériel DXA est onéreux et disponible uniquement dans certains centres spécialisés.
- Limites pour les patients très obèses : Certaines machines ont une limite de poids (environ 130-150 kg).

4.4. Tomodensitométrie (TDM) ou Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)

4.4.1 Tomodensitométrie (TDM)

La tomodensitométrie, également appelée scanner ou CT-scan (Computed Tomography), repose sur l'émission de rayons X à différentes intensités autour du corps. Ces rayons sont partiellement absorbés par les différents tissus en fonction de leur densité. L'appareil crée une image en coupes transversales du corps, permettant de localiser précisément les compartiments tissulaires (fig. 19).

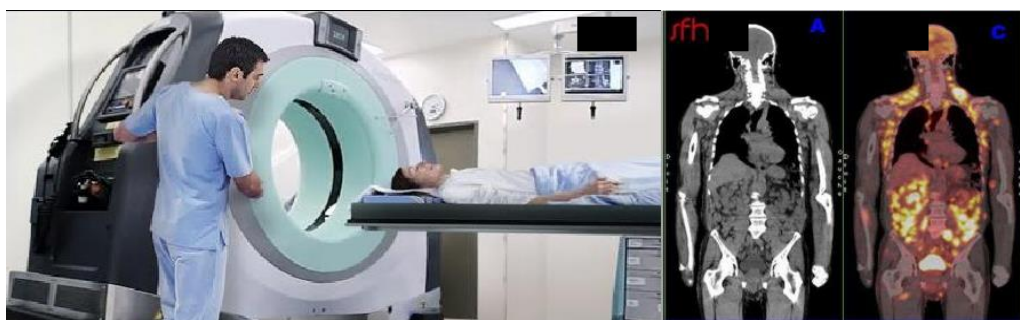


Figure 19 : Appareil et cliché de Tomodensitométrie

a. Applications en Nutrition

La TDM est particulièrement utile pour :

1. Quantification du tissu adipeux :
 - Tissu adipeux viscéral (périviscéral) : Accumulation autour des organes abdominaux. Un excès est associé à un risque accru de syndrome métabolique, diabète de type 2, et maladies cardiovasculaires.
 - Tissu adipeux sous-cutané : Localisé sous la peau, il joue un rôle protecteur mais peut aussi contribuer à l'obésité.
2. Évaluation de la graisse ectopique :
 - **Détection** de l'accumulation de graisse dans des organes comme le foie (stéatose hépatique) ou les muscles. Ces dépôts sont des indicateurs de risques métaboliques.
3. Analyse segmentaire de la composition corporelle :
 - La TDM permet de mesurer la masse maigre et grasse au niveau de régions spécifiques, comme les membres ou l'abdomen, pour une analyse détaillée.

b. Avantages et Limites

Avantages :

- Haute précision pour différencier les différents types de graisses.
- Analyse fine du tissu viscéral, particulièrement importante pour la prévention de l'obésité abdominale.

Limites :

- Exposition aux rayons X : Même si la dose est faible, une utilisation fréquente n'est pas recommandée.
- Coût élevé et disponibilité limitée dans certaines structures.

4.4.2 Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)

L'IRM utilise un champ magnétique puissant et des ondes radio pour obtenir des images en haute résolution du corps. Contrairement à la TDM, elle n'utilise pas de rayons X. L'IRM permet une analyse fine des tissus mous (muscles, graisses) et est souvent utilisée pour évaluer la répartition de la graisse et l'infiltration lipidique au niveau des organes.

a. Applications en Nutrition

1. Quantification du tissu adipeux viscéral et sous-cutané :

- Comme la TDM, l'IRM peut identifier et mesurer avec précision la graisse abdominale.

2. Analyse de la graisse intramusculaire :

- L'IRM est utilisée pour détecter la **graisse infiltrée dans les muscles**. Ce phénomène est observé chez les personnes âgées ou sédentaires et est associé à une perte de force musculaire et à la sarcopénie.

3. Études sur la stéatose hépatique :

- L'IRM permet de mesurer l'accumulation de graisse dans le foie et de suivre l'évolution de cette condition avec des interventions nutritionnelles ou pharmacologiques.

4. Évaluation non invasive de la composition corporelle :

- La précision de l'IRM pour différencier les tissus permet de réaliser des études cliniques sur l'effet des régimes ou des programmes d'entraînement.

b. Avantages et Limites

• Avantages :

- Pas d'exposition aux rayons ionisants, ce qui permet une utilisation répétée en toute sécurité.
- Très haute précision pour évaluer les graisses et muscles.

• Limites :

- Coût élevé et accessibilité limitée.
- Temps d'examen long, pouvant être inconfortable pour le patient.

4.5. Activation neutronique ou photonique

L'activation neutronique ou photonique par un réacteur nucléaire est une technique avancée permettant une analyse précise de la composition élémentaire du corps humain. Cette méthode repose sur le bombardement du corps entier par des neutrons ou photons à haute énergie. Lors de l'interaction avec les atomes du corps, ces particules activent certains éléments, produisant ainsi des isotopes radioactifs à courte demi-vie.

Ces isotopes émettent des rayonnements spécifiques, détectés par un compteur à scintillation (un détecteur sensible aux rayonnements). L'intensité des signaux mesurés permet de déterminer avec précision la concentration d'éléments comme l'azote, le carbone, l'oxygène, et le calcium dans le corps.

4.5.1. Applications en Nutrition

L'activation neutronique ou photonique permet d'effectuer une véritable "dissection chimique" de l'organisme sans intervention invasive. Elle est utile pour quantifier des éléments clés dans le cadre de l'évaluation nutritionnelle :

a. Quantification de l'azote :

Estimation de la masse protéique totale du corps, car l'azote est un composant essentiel des protéines. Cela permet d'évaluer la réserve en protéines corporelles, un indicateur important pour suivre la sarcopénie ou la déficience protéique chez des patients malnutris.

b. Analyse du carbone et de l'oxygène :

Ces éléments sont des constituants fondamentaux des glucides, lipides, et protéines. Leur mesure permet une évaluation détaillée des réserves énergétiques corporelles.

c. Mesure du calcium corporel :

Le calcium est un indicateur clé de la santé osseuse. Cette technique peut être utilisée pour estimer avec précision la densité minérale osseuse, complémentaire à l'absorptiométrie biphotonique (DEXA).

4.5.2. Avantages et Limites

Avantages :

- Analyse extrêmement précise de la composition élémentaire du corps.
- Non invasive et permet une quantification détaillée des réserves nutritionnelles et osseuses.

- Utile pour des recherches cliniques de haut niveau, notamment en nutrition et métabolisme.

Limites :

- Complexité et coût élevé : Nécessite des équipements spécialisés, rarement disponibles en routine clinique.
- Exposition aux rayonnements : Bien que la dose soit faible et contrôlée, il existe une exposition aux isotopes radioactifs.
- Utilisation limitée aux environnements de recherche en raison de la nature contraignante du procédé.

4.6. Dilution Isotopique

La dilution isotopique est une méthode de référence en recherche clinique et en nutrition pour évaluer la composition corporelle. Elle permet notamment de mesurer l'eau corporelle totale (TBW) et le potassium corporel (40K), ce qui aide à estimer la masse maigre (ou masse sans graisse).

4.6.1. Mesure de l'Eau Corporelle Totale (TBW)

L'eau corporelle totale (TBW) est mesurée grâce à l'utilisation d'un isotope stable tel que le deutérium (^2H) ou l'oxygène 18 (^{18}O). Le protocole implique une ingestion orale d'eau lourde (oxyde de deutérium, $^2\text{H}_2\text{O}$) à une dose de 0,05 à 0,25 g par kilogramme de poids corporel.

Diffusion de l'isotope : Après ingestion, l'eau lourde se répartit dans tout le compartiment hydrique du corps.

Prélèvements biologiques : Des échantillons d'urine, de sang ou de salive sont prélevés après 3 à 4 heures pour permettre la diffusion complète de l'isotope.

Analyse par spectrométrie de masse : La concentration de l'isotope est mesurée par spectrométrie de masse, permettant de déterminer avec précision le volume d'eau totale.

Calcul de la Masse Maigre Puisque la masse maigre (lean body mass) contient un volume d'eau constant d'environ 73,2 % (facteur d'hydratation = 0,732), elle peut être calculée comme suit : **Masse maigre = Volume d'eau corporelle totale / 0,732**

Cependant, ce facteur d'hydratation peut varier en fonction de l'âge, de la malnutrition ou dans des situations d'expansion extracellulaire (ex. : œdèmes, déshydratation).

Mesure du Volume Liquidien Extracellulaire Pour évaluer le compartiment extracellulaire, un sel de brome est utilisé. Une dose de 30 à 60 mg de brome par kg de poids corporel est administrée, et son taux est mesuré dans le plasma après chromatographie et détection UV.

- Le volume de distribution du brome est assimilé à celui du chlore et reflète le volume extracellulaire.
- Cette mesure est utile pour différencier les variations du liquide extracellulaire et intramusculaire, en particulier chez des patients présentant des troubles hydriques.
-

4.6.2. Mesure du Potassium Corporel (40K)

Le potassium 40 (40K) est un isotope radioactif naturellement présent dans le corps à un taux stable de 0,012 % du potassium total. Le potassium corporel total peut être estimé en mesurant l'activité radioactive de cet isotope à l'aide de détecteurs sensibles.

1. **Isolement du patient** : Le patient est placé dans une chambre blindée pour minimiser les interférences externes pendant environ 45 minutes.
2. **Détection du rayonnement** : Un compteur à scintillation capte le rayonnement émis par le 40K. Ces données sont ensuite utilisées pour calculer le potassium total de l'organisme.

Calcul de la Masse Maigre à partir du Potassium : Puisque la masse maigre est fortement liée au potassium intracellulaire, elle peut être calculée avec les formules suivantes :

Pour les hommes : **Masse maigre = Potassium total / 68,1**

Pour les femmes : **Masse maigre = Potassium total / 64,2**

Ces différences entre les sexes tiennent compte de la variation physiologique de la répartition du potassium corporel.

Avantages et Limites

Avantages

- Grande précision : Les méthodes par dilution isotopique permettent une évaluation rigoureuse de l'eau corporelle et de la masse maigre.
- Isotopes stables et sûrs : Le deutérium et l'oxygène 18 sont non toxiques et n'induisent pas de risques pour la santé.
- Indicateur pertinent de l'état nutritionnel : Ces mesures permettent d'évaluer la composition corporelle, notamment en cas de dénutrition, sarcopénie, ou rétention hydrique.

Limites

- Coût élevé : Les isotopes stables et la spectrométrie de masse sont coûteux et nécessitent un laboratoire équipé.
- Protocole long et contraignant : La diffusion complète des isotopes nécessite plusieurs heures, et le patient doit rester à jeun pour garantir la fiabilité des résultats.
- Chambre blindée nécessaire pour la mesure du ^{40}K , ce qui limite l'accès à cette méthode aux centres de recherche spécialisés.

5. Index nutritionnels

Afin d'améliorer la sensibilité et la spécificité des indicateurs de la dénutrition, ont été créés différents index résultant de l'association de marqueurs biochimiques, anthropométriques, et cliniques.

5.1. L'Indice de risque nutritionnel de Buzby (NRI) :

C'est un outil d'évaluation nutritionnelle développé initialement pour identifier les patients en préopératoire à risque de complications nutritionnelles, notamment ceux nécessitant une chirurgie planifiée. En évaluant des paramètres spécifiques tels que l'albuminémie plasmatique et les variations de poids, le NRI permet de déterminer l'état nutritionnel et le risque de dénutrition.

Méthodologie et calcul de l'Indice de risque nutritionnel : Le calcul du NRI

prend en compte deux facteurs essentiels :

1. Albumine plasmatique (g/l) : L'albuminémie est un marqueur de l'état nutritionnel et, en général, un indicateur de la capacité de réserve protéique de l'organisme.
2. Poids corporel : La comparaison entre le poids actuel et le poids habituel (ou poids de référence) est utilisée pour détecter une perte de poids significative.

Le poids habituel représente le poids du patient avant tout changement majeur lié à des facteurs de santé, il sert de référence dans le calcul. Ce poids peut être rétrospectivement évalué ou mesuré lors d'une période de stabilité. La formule du NRI est la suivante :

$$\text{NRI} = (\text{Albumine (g/l)} \times 1.519) + [41,7 \times (\text{Poids actuel} / \text{Poids habituel}) \times 100]$$

Classification selon le NRI : La classification de l'état nutritionnel des patients, selon les valeurs de NRI, est la suivante :

- NRI > 100 : Patient non dénutri
- 100 > NRI > 97,5 : Patient légèrement dénutri
- 97,5 > NRI > 83,5 : Patient modérément dénutri

- NRI < 83,5 : Patient sévèrement dénutri

Cette classification permet aux cliniciens de déterminer le niveau de soins nutritionnels nécessaires et d'ajuster les interventions thérapeutiques en fonction du degré de dénutrition.

Le NRI est largement utilisé dans des contextes hospitaliers pour sa simplicité et son utilité clinique, bien qu'il présente certaines limites, notamment chez des populations non hospitalisées ou en dehors d'un contexte chirurgical.

5.2. L'Indice de risque nutritionnel gériatrique (GNRI)

C'est une adaptation de l'indice NRI spécifiquement conçue pour évaluer le risque nutritionnel chez les personnes âgées. En effet, ces personnes peuvent présenter des difficultés à se souvenir de leur poids habituel en raison de troubles mnésiques ou cognitifs. Pour contourner cette difficulté, Bouillanne et al. (2005) ont proposé le GNRI en substituant le poids habituel par le poids idéal.

Méthodologie et calcul de l'Indice de risque nutritionnel gériatrique : Le GNRI repose sur une formule proche de celle du NRI, mais avec une adaptation pour le calcul du poids idéal selon la formule de Lorentz :

Poids idéal (kg) : **Taille (cm) - 100 – [Taille - 150] / 2,5 chez la femme et 4 chez l'Homme.**

Le GNRI est calculé avec la formule suivante :

$$\text{NRI} = (\text{Albumine (g/l)} \times 1.519) + [41,7 \times (\text{Poids actuel} / \text{Poids idéal}) \times 100]$$

Classification selon le GNRI : Les valeurs seuils du GNRI permettent de définir le risque de morbidité, en classant les patients dans différentes catégories :

- GNRI > 98 : Patient non dénutri
- GNRI entre 92 et 98 : Patient légèrement dénutri
- GNRI entre 82 et 92 : Patient modérément dénutri
- GNRI < 82 : Patient sévèrement dénutri

Le GNRI est ainsi un outil précieux pour l'évaluation nutritionnelle en gériatrie, permettant une estimation plus précise du risque nutritionnel et de la morbidité associée, même en

l'absence de données de poids antérieur.

5.3. Mini Nutritional Assessment (MNA)

Le Mini Nutritional Assessment (MNA) est un outil de dépistage validé pour évaluer le risque de dénutrition chez les personnes âgées de plus de 70 ans. Le MNA comporte deux parties :

- Version simplifiée (6 items) : Celle-ci permet un premier dépistage rapide. Le score total est compris entre 0 et 14 points, avec une interprétation suivante :
 - ✓ 12 à 14 points : État nutritionnel normal
 - ✓ 8 à 11 points : Risque de dénutrition (évaluation complémentaire recommandée)
 - ✓ Moins de 7 points : Dénutrition avérée
- Évaluation approfondie (12 items, G à R, fig. 20) : Lorsque le score de dépistage est intermédiaire (8 à 11), il est conseillé de compléter avec le questionnaire approfondi de 12 items, qui explore davantage l'état nutritionnel.

Le MNA est un outil pratique pour les cliniciens en gériatrie, permettant de détecter et de traiter précocement la dénutrition, qui peut affecter l'autonomie et la qualité de vie des patients âgés.

5.4. Évaluation globale subjective de Detsky

L'Évaluation globale subjective (EGS) de Detsky est une méthode d'évaluation nutritionnelle proposée par Detsky et al. en 1987. Cet outil se distingue par son approche qualitative, sans recours à des mesures anthropométriques ou biologiques. Il est basé sur une série de questions concernant l'histoire nutritionnelle récente du patient et une évaluation subjective de son état physique (fig.21).

L'EGS prend en compte plusieurs aspects cliniques et historiques :

- ✓ Anamnèse et évolution récente du poids : Informations sur la perte de poids involontaire récente, sa durée, et sa signification.
- ✓ Apports alimentaires : Évaluation des modifications de l'appétit et des apports alimentaires récents.

- ✓ Troubles digestifs : Recherche de symptômes comme les nausées, vomissements, diarrhée ou malabsorption.
- ✓ Degré de mobilité : Niveau d'activité physique et immobilisation éventuelle.
- ✓ Stress métabolique : Évaluation de facteurs de stress comme une maladie aiguë ou chronique.
- ✓ Évaluation subjective de la composition corporelle :
 - Réserves adipeuses : Évaluation de la masse graisseuse sous-cutanée.
 - Masses musculaires : Estimation de la masse musculaire et des signes de fonte.
 - Présence d'œdèmes : Observation des signes d'œdème qui peuvent indiquer une malnutrition sévère.

Classification des patients selon l'EGS : À partir des éléments observés, l'évaluation globale subjective classe les patients en trois catégories :

- ✓ Classe A : Bien nourri
- ✓ Classe B : Modérément dénutri
- ✓ Classe C : Sévèrement dénutri

L'EGS est un outil utile dans des contextes cliniques où les mesures standard ne sont pas disponibles ou adéquates, et il permet une appréciation rapide et fiable de l'état nutritionnel des patients.

5.5. Index pronostique inflammatoire et nutritionnel (PINI)

C'est un indicateur permettant de confronter les marqueurs biochimiques de l'état nutritionnel (l'albumine et la transthyrétine) et les marqueurs de l'inflammation (la C- réactive protéine (CRP) et l'orosomucoïde)

Le but est de corriger les fluctuations des protéines nutritionnelles en fonction de protéines inflammation (Ingenbleek et Carpentier 1985) :

$$\text{PINI} = [\text{CRP (mg/l)} \times \text{Orosomucoïde (mg/l)}] / [\text{Albumine (g/l)} \times \text{Pré-albumine (mg/l)}]$$

Les seuils de risque ont été définis en :

- PINI < 1 : patients non agressés.
- PINI compris entre 1 et 10 : risque faible.
- PINI compris entre 11 et 20 : risque modéré.
- PINI compris entre 21 et 30 : risque élevé.
- PINI > 30 : risque vital.

L'Index pronostique inflammatoire et nutritionnel (PINI), introduit par Ingenbleek et Carpentier en 1985, est un indicateur combinant des marqueurs de l'état nutritionnel et des marqueurs de l'inflammation pour évaluer le risque inflammatoire et nutritionnel global d'un patient. Il prend en compte des protéines sériques sensibles à la nutrition et à l'inflammation, fournissant une mesure intégrée de la réponse inflammatoire et des réserves nutritionnelles.

Le PINI est calculé selon la formule suivante :

$$\text{PINI} = [\text{CRP (mg/l)} \times \text{Orosomucoïde (mg/l)}] / [\text{Albumine (g/l)} \times \text{Pré-albumine (mg/l)}]$$

- * Albumine et Pré-albumine (ou transthyrétine) : Marqueurs de l'état nutritionnel, indicatifs des réserves protéiques de l'organisme.
- * CRP est une protéine qui apparaît dans le sang en cas d'inflammation dans l'organisme (5 mg/l << infection), synthétisée par le foie et par le tissu adipeux.
- * orosomucoïde est une glycoprotéine du plasma sanguin, de la famille des globulines, synthétisée par le foie. Son taux plasmatique est 0.6-1.2 g/l. Elle apparaît dans le sang en cas d'inflammation aiguë et d'origine infectieuse dans l'organisme.

Les valeurs du PINI permettent de classer les patients selon leur niveau de risque inflammatoire et nutritionnel :

- PINI < 1 : Patient sans agression (aucun risque inflammatoire ou nutritionnel)
- PINI entre 1 et 10 : Risque faible
- PINI entre 11 et 20 : Risque modéré
- PINI entre 21 et 30 : Risque élevé
- PINI > 30 : Risque vital

Le PINI est particulièrement utile pour surveiller l'état des patients en soins intensifs ou en contexte de maladie aiguë, où la réponse inflammatoire peut influencer l'état nutritionnel et aggraver le pronostic. Cet indice aide les cliniciens à adapter les interventions nutritionnelles et médicales en fonction du risque inflammatoire et nutritionnel.

Nom :		Prénom :	
Sexe :	Age :	Poids, kg :	Taille, cm :
		Date :	

Répondez à la première partie du questionnaire en indiquant le score approprié pour chaque question. Additionnez les points de la partie Dépistage, si le résultat est égal à 11 ou inférieur, complétez le questionnaire pour obtenir l'appréciation précise de l'état nutritionnel.

Dépistage		J Combien de véritables repas le patient prend-il par jour ?	
A Le patient présente-t-il une perte d'appétit? A-t-il moins mangé ces 3 derniers mois par manque d'appétit, problèmes digestifs, difficultés de mastication ou de déglutition ?	0 = baisse sévère des prises alimentaires 1 = légère baisse des prises alimentaires 2 = pas de baisse des prises alimentaires	0 = 1 repas 1 = 2 repas 2 = 3 repas	<input type="checkbox"/>
B Perte récente de poids (<3 mois)	0 = perte de poids > 3 kg 1 = ne sait pas 2 = perte de poids entre 1 et 3 kg 3 = pas de perte de poids		<input type="checkbox"/>
C Motricité	0 = au lit ou au fauteuil 1 = autonome à l'intérieur 2 = sort du domicile		<input type="checkbox"/>
D Maladie aiguë ou stress psychologique au cours des 3 derniers mois?	0 = oui 2 = non		<input type="checkbox"/>
E Problèmes neuropsychologiques	0 = démence ou dépression sévère 1 = démence légère 2 = pas de problème psychologique		<input type="checkbox"/>
F Indice de masse corporelle (IMC) = poids en kg / (taille en m)²	0 = IMC <19 1 = 19 ≤ IMC < 21 2 = 21 ≤ IMC < 23 3 = IMC ≥ 23		<input type="checkbox"/>
Score de dépistage (sous-total max. 14 points)			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12-14 points:	état nutritionnel normal		
8-11 points:	à risque de dénutrition		
0-7 points:	dénutrition avérée		
Pour une évaluation approfondie, passez aux questions G-R			
Evaluation globale		K Consomme-t-il ?	
G Le patient vit-il de façon indépendante à domicile ?	1 = oui 0 = non	• Une fois par jour au moins des produits laitiers?	oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>
H Prend plus de 3 médicaments par jour ?	0 = oui 1 = non	• Une ou deux fois par semaine des œufs ou des légumineuses	oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>
I Escarres ou plaies cutanées ?	0 = oui 1 = non	• Chaque jour de la viande, du poisson ou de volaille	oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>
		0,0 = si 0 ou 1 oui 0,5 = si 2 oui 1,0 = si 3 oui	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		L Consomme-t-il au moins deux fois par jour des fruits ou des légumes ?	0 = non 1 = oui <input type="checkbox"/>
		M Quelle quantité de boissons consomme-t-il par jour ? (eau, jus, café, thé, lait...)	0,0 = moins de 3 verres 0,5 = de 3 à 5 verres 1,0 = plus de 5 verres
		N Manière de se nourrir	0 = nécessite une assistance 1 = se nourrit seul avec difficulté 2 = se nourrit seul sans difficulté
		O Le patient se considère-t-il bien nourri ?	0 = se considère comme dénutri 1 = n'est pas certain de son état nutritionnel 2 = se considère comme n'ayant pas de problème de nutrition
		P Le patient se sent-il en meilleure ou en moins bonne santé que la plupart des personnes de son âge ?	0,0 = moins bonne 0,5 = ne sait pas 1,0 = aussi bonne 2,0 = meilleure
		Q Circonférence brachiale (CB en cm)	0,0 = CB < 21 0,5 = CB ≤ 21 ≤ 22 1,0 = CB > 22
		R Circonférence du mollet (CM en cm)	0 = CM < 31 1 = CM ≥ 31
		Évaluation globale (max. 16 points)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Score de dépistage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Score total (max. 30 points)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Appréciation de l'état nutritionnel	
		de 24 à 30 points <input type="checkbox"/>	état nutritionnel normal
		de 17 à 23,5 points <input type="checkbox"/>	risque de malnutrition
		moins de 17 points <input type="checkbox"/>	mauvais état nutritionnel

Ref. Vellas B, Villars H, Abellan G, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. J Nut Health Aging 2006;10:456-465.
Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice: Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J. Geront 2001;56A: M366-377.
Guigoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006; 10:466-487.
© Société des Produits Nestlé, S.A., Vevey, Switzerland, Trademark Owners
© Nestlé, 1994, Revision 2006. N67200 12/99 10M
Pour plus d'informations : www.mna-elderly.com

Figure 20 : Questionnaire Mini Nutritional Assessment.

Méthodes d'évaluation de l'état nutritionnel

Nom du patient : _____ N° d'identification du patient : _____ Date : _____

A. Antécédents

		Sévère	Légère ou modérée				Normal	
		APPRECIATION						
1. Variations de poids		1	2	3	4	5	6	7
Au cours des 6 derniers mois	Au cours des 2 dernières semaines							
_____ Variation de poids de moins de 5 % (ou gain de poids)	_____ gain de poids							
_____ perte de poids de 5 à 10 %	_____ poids stable							
_____ perte de poids de plus de 10 %	_____ perte de poids continue							
2. Apport alimentaire		APPRECIATION						
Dans l'ensemble : _____ apport habituel		1	2	3	4	5	6	7
_____ moins que d'habitude et en diminution								
Durée : _____ semaines								
Type de changement : _____ apport en aliments solides sous-optimal								
_____ régime liquide								
_____ boissons hypocaloriques								
_____ incapacité à manger								
3. Symptômes gastro-intestinaux		APPRECIATION						
_____ aucun		1	2	3	4	5	6	7
_____ anorexie								
_____ nausées								
_____ vomissements								
_____ diarrhée								
Durée : _____ semaines								

B. Examen physique

		Sévère	Légère ou modérée				Normal	
		APPRECIATION						
1. Perte de graisses sous-cutanées		1	2	3	4	5	6	7
2. Fonte musculaire								

C. Classification finale d'après l'ÉGS

		APPRECIATION FINALE
1. État nutritionnel normal ou bon Score de 6 ou 7 pour la plupart des catégories ou amélioration considérable et soutenue		
2. Malnutrition légère ou modérée Score allant de 3 à 5 pour la plupart des catégories		
3. Malnutrition grave Score de 1 ou 2 pour la plupart des catégories		

Figure 21 : Feuille d'évaluation globale subjective

5.6. Index nutritionnel pronostique (PNI)

Cet index a été conçu pour évaluer le risque nutritionnel et prédire l'évolution des patients après une chirurgie. Développé par Mullen et al. en 1979, cet indice intègre quatre paramètres clés, permettant d'estimer les réserves nutritionnelles et la capacité de réponse immunitaire.

Le calcul du PNI prend en compte les éléments suivants :

1. Albumine plasmatique (Alb) : Indicateur des réserves protéiques et de l'état nutritionnel.
2. Pli cutané tricipital (PCT) : Mesure de l'épaisseur des réserves adipeuses sous-cutanées.
3. Transferrine (Tf) : Protéine plasmatique servant d'indicateur des réserves en fer et de la synthèse protéique.
4. Hypersensibilité retardée cutanée (HSC) : Évaluation de la réponse immunitaire à trois antigènes (oreillons, Candida, streptokinase), mesurée 72 heures après injection par test intradermique (fig. 22) :

- 0 : Aucune réaction, indiquant une possible anergie sévère.
- 1 : Réaction inférieure à 5 mm, correspondant à une anergie relative.
- 2 : Réaction de 5 mm ou plus, indiquant une fonction immunitaire normale.

La formule pour calculer le PNI est la suivante :

$$\text{PNI (\%)} = 158 - [16,6 \times \text{Alb (g/dl)}] - [0,78 \times \text{PCT (mm)}] - [0,20 \times \text{Tf (mg/dl)}] - [5,8 \times \text{HSC}]$$

Les seuils définis pour le PNI permettent de classer les patients en trois catégories de risque :

- PNI > 60 : Haut risque nutritionnel
- PNI entre 30 et 60 : Risque nutritionnel intermédiaire
- PNI < 30 : Bas risque nutritionnel

Le PNI est particulièrement utile en milieu chirurgical pour anticiper les complications et adapter la prise en charge nutritionnelle post-opératoire.



Figure 22 : Test cutané

6. Évaluation des besoins énergétiques

L'organisme humain convertit l'énergie des aliments en énergie mécanique, électrique, et chimique pour couvrir les divers aspects de la dépense énergétique : métabolisme de repos, thermogénèse, et activité physique. Le suivi des apports et des dépenses énergétiques permet de déterminer le bilan énergétique. En cas de bilan énergétique négatif (apports inférieurs aux dépenses), il y a perte de poids. À l'inverse, un bilan énergétique positif conduit à une prise de poids, notamment sous forme de graisses stockées dans le tissu adipeux. (Fig. 23).



Figure 23 : La balance énergétique

Apports énergétiques

L'énergie est puisée dans le milieu extérieur par l'alimentation, les nutriments étant transformés en ATP, une énergie chimique directement utilisable par le corps.

Dépenses énergétiques

L'énergie est restituée sous forme chimique (urée, créatinine, etc.), mécanique, et thermique. Un équilibre entre les apports et les dépenses énergétiques maintient un poids stable et une composition corporelle inchangée.

La dépense énergétique totale sur 24 heures (DET) se divise en trois principaux postes :

1. Métabolisme de repos (DER) : représente environ 45-65 % de la DET. (Fig. 24).
2. Dépense liée à l'activité physique (DEAP) : environ 15-30 % de la DET.
3. Thermogénèse alimentaire (ThA) : représente environ 5 % de la DET.

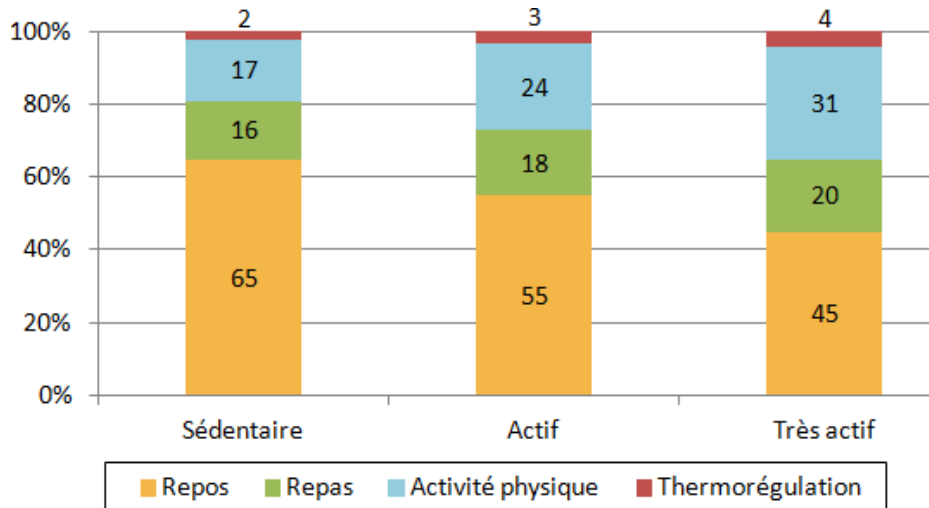


Figure 24 : Les trois principaux postes de dépense énergétique chez l'homme en pourcentage de la DET sur 24 heures

À ces postes s'ajoutent des dépenses inhabituelles qui, dans certaines conditions, peuvent devenir significatives :

- Croissance (coût énergétique faible)
- Réparation et cicatrisation (ex. : brûlures étendues)
- Réactions immunitaires (infections et inflammations)

L'ensemble de ces dépenses forme la dépense énergétique totale (DET).

6.1. Calcul des besoins caloriques

De nombreuses équations sont disponibles pour estimer la dépense énergétique de repos (DER). La formule de Harris et Benedict, l'une des plus utilisées, intègre des variables de poids, taille, âge, et sexe :

Formule de Harris et Benedict (1918) :

- Homme : $DER = 66,473 + (13,7516 \times \text{Poids}) + (500,33 \times \text{Taille}) - (6,7550 \times \text{Âge})$

- Femme : $DER = 655,0955 + (9,5634 \times \text{Poids}) + (184,96 \times \text{Taille}) - (4,6756 \times \text{Âge})$

Formules simplifiées de DER pour poids normal et obésité :

1. Poids normal :

- Homme : $DER \text{ (kcal/jour)} = 24 \times \text{Poids}$

- Femme : $DER \text{ (kcal/jour)} = 22,5 \times \text{Poids}$

2. Cas de maigreur :

- Homme : $DER \text{ (kcal/jour)} = 30,8 \times \text{Poids}$

- Femme : $DER \text{ (kcal/jour)} = 30 \times \text{Poids}$

3. Obésité :

- Homme : DER (kcal/jour) = $22 \times \text{Poids}$

- Femme : DER (kcal/jour) = $20,7 \times \text{Poids}$

Formule de Harris et Benedict révisée par Roza et Shizgal (1984) :

- Homme : DER = $77,607 + (13,707 \times \text{Poids}) + (492,3 \times \text{Taille}) - (6,673 \times \text{Âge})$

- Femme : DER = $667,051 + (9,740 \times \text{Poids}) + (172,9 \times \text{Taille}) - (4,737 \times \text{Âge})$

Formule de Black et al. (1996) :

Cette formule est particulièrement utile pour les sujets en surpoids et les personnes de plus de 60 ans :

- Homme : Kcal = $(1000 / 4,1855) \times (1,083 \times \text{Poids}^{0,48} \times \text{Taille}^{0,50} \times \text{Âge}^{-0,13})$

- Femme : Kcal = $(1000 / 4,1855) \times (0,963 \times \text{Poids}^{0,48} \times \text{Taille}^{0,50} \times \text{Âge}^{-0,13})$

Pour obtenir le besoin énergétique total sur 24 heures, la DER est multipliée par un facteur correspondant au niveau d'activité physique :

- Activité légère : $\times 1,56$

- Activité modérée : $\times 1,64$

- Activité intense : $\times 1,82$

6.2. Mesure de la dépense énergétique

L'image montre le principe de la production d'énergie par mesure de la dépense énergétique, illustrant les concepts de calorimétrie directe et calorimétrie indirecte. Ces méthodes permettent d'estimer la quantité d'énergie libérée par l'organisme via les échanges de chaleur, de CO₂, et de H₂O (fig. 25).

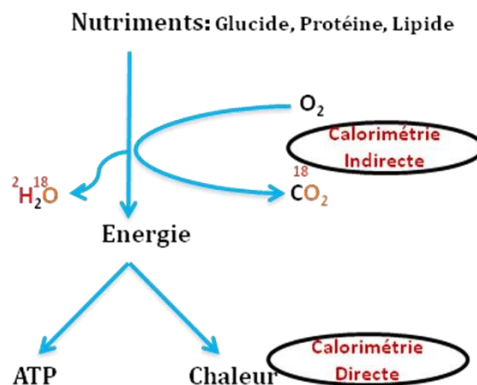
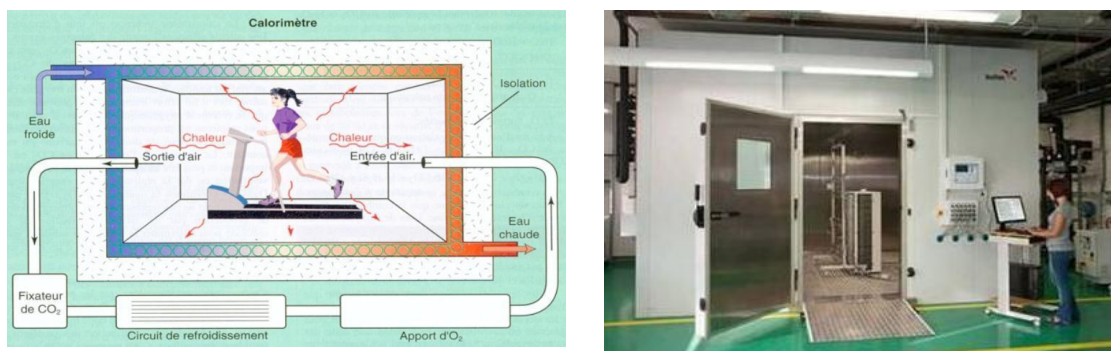


Figure 25 : Principe de la production d'énergie.

6.2.1. Méthodes de mesure des variables physiologiques

1. **Calorimétrie directe** : La calorimétrie directe est une méthode permettant de mesurer la dépense énergétique d'un individu en quantifiant la chaleur produite par son métabolisme. Elle utilise une chambre calorimétrique isolée, dans laquelle le sujet est placé. À l'intérieur de cette chambre, la chaleur corporelle produite par les processus métaboliques du sujet est absorbée par les parois et les systèmes de mesure, permettant ainsi de calculer directement la dépense énergétique en fonction de la quantité de chaleur émise (fig. 26).

Figure 26 : La chambre calorimétrique.



Cette méthode est extrêmement précise et est considérée comme un "gold standard" pour mesurer la dépense énergétique. Cependant, en raison de la complexité et du coût élevé de l'équipement, ainsi que des contraintes imposées aux sujets (immobilité et isolement), la calorimétrie directe est rarement utilisée en pratique courante. Elle est principalement réservée aux recherches scientifiques et aux études cliniques nécessitant des mesures très précises de la dépense énergétique.

2. **Calorimétrie indirecte** : La calorimétrie indirecte est une méthode utilisée pour estimer la dépense énergétique en mesurant l'oxygène consommé (O_2) et le dioxyde de carbone produit (CO_2) par l'organisme. Cette technique repose sur le principe que l'oxydation des nutriments (glucides, lipides, protéines) nécessite de l'oxygène et génère du CO_2 comme sous-produit. En mesurant les quantités d' O_2 et de CO_2 échangées, il est possible de déterminer la quantité d'énergie produite par l'organisme (fig. 25).

Contrairement à la calorimétrie directe, la calorimétrie indirecte est moins coûteuse et plus accessible, ce qui la rend couramment utilisée en clinique et dans les recherches scientifiques. Elle permet une évaluation non invasive et plus simple de la dépense énergétique.

Oxydation des substrats énergétiques

L'énergie produite par l'organisme provient de l'oxydation des substrats énergétiques, principalement les glucides, les lipides, et les protéines. Cette oxydation implique une consommation d'O₂ (notée V O₂) et une production de CO₂ (notée V CO₂). Les réactions d'oxydation pour chaque substrat sont illustrées ci-dessous :

- 1 g glucose + 0,746 litre O₂ ----- > 0,746 litre CO₂ + 0,6 g H₂O
- 1 g lipide + 2,029 litre O₂ ----- > 1,430 litre CO₂ + 1,1 g H₂O
- 1 g protéine + 0,966 litre O₂ ----- > 0,782 litre CO₂ + 0,45 g H₂O

Équation de Weir (1949) pour la dépense énergétique

Pour quantifier la dépense énergétique en fonction des échanges respiratoires, on utilise l'équation de Weir, qui permet de calculer l'énergie dépensée en tenant compte des volumes de O₂ et CO₂ consommés et produits :

$$DE \text{ (kcal/min)} = 3,941 VO_2 \text{ (l/min)} + 1,106 VCO_2 \text{ (l/min)}$$

Application de la calorimétrie indirecte

En pratique, la calorimétrie indirecte utilise un appareil spécifique qui mesure les échanges gazeux du sujet à l'aide d'une cagoule ventilée couvrant hermétiquement la tête (fig. 27). Les capteurs intégrés dans l'appareil permettent de mesurer V O₂ et V CO₂ est continu

- Au repos : Le sujet doit éviter de manger ou de boire (sauf de l'eau) pendant les 10 heures précédant le test et éviter les efforts physiques intenses 24 heures avant le test (fig. 27a).
- À l'effort : Le sujet peut effectuer un exercice modéré, comme pédaler sur une bicyclette stationnaire, pour évaluer la dépense énergétique pendant l'activité physique (fig. 27b).

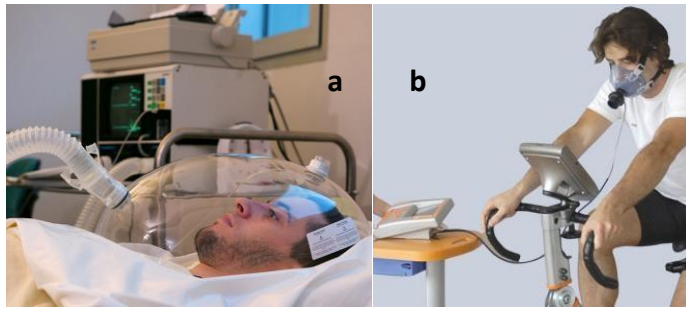


Figure 27 : Mesure de la DE à l'aide d'une cagoule : Au repos (a), A l'effort (b).

3. **Méthode de l'eau doublement marquée** : La méthode de l'eau doublement marquée est une technique de référence pour mesurer la dépense énergétique totale (DET) sur des périodes prolongées et dans des conditions de vie réelle. Cette méthode est particulièrement utile pour les études de terrain et pour des populations actives comme les athlètes ou les patients, car elle permet de suivre leur dépense énergétique sans perturber leur routine quotidienne.

La méthode consiste à administrer au sujet de l'eau enrichie en isotopes stables, à savoir de l'oxygène 18 (^{18}O) et deutérium (^2H). Ces isotopes stables sont non radioactifs et sûrs pour l'organisme. Une fois ingérés, ces isotopes se distribuent dans l'eau corporelle du sujet.

Le deutérium (^2H) est éliminé uniquement sous forme d'eau (dans les urines, la sueur, etc.), tandis que l'oxygène 18 (^{18}O) est éliminé à la fois sous forme d'eau et de dioxyde de carbone (CO_2). En mesurant la vitesse d'élimination de ces deux isotopes dans les urines, il est possible de déterminer la quantité de CO_2 produite par l'organisme.

La différence de vitesse de décroissance des isotopes (^{18}O et ^2H) dans le corps permet de calculer la production de CO_2 , qui est directement liée à la dépense énergétique.

Cette méthode permet de calculer la DET. En partant du principe que la thermogénèse alimentaire (ThA) représente environ 10 % de la DET, la dépense énergétique due à l'activité physique (DEAP) peut être estimée en soustrayant la dépense énergétique de repos (DER) et l'effet de la ThA de la DET mesurée : **$\text{DEAP} = \text{DET}_{\text{mesurée}} \times 0,9 - \text{DER}_{\text{mesurée}}$** .

Avantages : Cette méthode est non invasive et adaptée pour des suivis prolongés en conditions réelles, sans nécessiter que le sujet soit confiné dans un environnement contrôlé. Elle est donc idéale pour évaluer la dépense énergétique de populations actives ou en conditions de vie normales.

- Limitations : Son coût élevé, dû à l'utilisation des isotopes stables et aux analyses sophistiquées nécessaires, peut limiter son utilisation. Elle nécessite également des analyses en laboratoire pour mesurer précisément les niveaux de ^{18}O et ^2H dans les échantillons biologiques.

6.3.1. Méthodes évaluant le mouvement des sujets

Les méthodes d'évaluation du mouvement permettent d'estimer l'activité physique des individus, contribuant ainsi à évaluer la dépense énergétique totale (DET) et la dépense énergétique liée à l'activité physique (DEAP). Les outils les plus courants sont les podomètres, les accéléromètres et les cardiofréquencemètres.

Podomètre

Le podomètre est un compteur électronique porté à la ceinture (fig. 28), utilisé pour estimer la distance parcourue ou le nombre de mouvements effectués. Il fonctionne en détectant l'accélération verticale du corps et nécessite que certaines informations de l'utilisateur soient renseignées, telles que l'âge, le poids et le sexe. Bien que simple d'utilisation et peu coûteux, il est surtout adapté aux activités impliquant des pas (comme la marche) et peut avoir des limites pour d'autres types de mouvements.



Figure28 : Podomètre

Accéléromètre

Les accéléromètres sont des dispositifs plus avancés, capables de mesurer l'intensité, la fréquence et la quantité de mouvements dans plusieurs directions. Ils existent en versions uniaxiales (une seule direction), biaxiales (deux directions) ou triaxiales (trois directions), permettant ainsi une évaluation plus précise de l'activité physique. Les accéléromètres sont souvent utilisés pour estimer la DET et la DEAP, en combinant les mesures d'activité physique avec des données individuelles (poids, âge, sexe) pour calculer la dépense énergétique. Cette technique est particulièrement utile pour des activités variées et des mouvements complexes.

Cardiofréquencemètre

Le cardiofréquencemètre est un appareil qui mesure la fréquence cardiaque pour évaluer la dépense énergétique. Il se compose d'une ceinture thoracique dotée d'électrodes pour capter les battements du cœur, et d'un récepteur, généralement porté au poignet sous forme de montre (fig. 29).



Figure 29 : Photo d'un cardiofréquencemètre montrant la ceinture thoracique et la montre.

La fréquence cardiaque est enregistrée à des intervalles réguliers (toutes les 15, 30, 45 ou 60 secondes) sur une période prolongée (par exemple, 24 heures). Pour estimer la dépense énergétique, des équations de régression sont utilisées, basées sur des mesures simultanées de la fréquence cardiaque et de la consommation d'oxygène par calorimétrie indirecte. Cette méthode est particulièrement utile pour les exercices modérés à intenses, mais elle peut être influencée par des facteurs externes comme le stress ou la température ambiante.

6.4. Évaluation des ingesta

Pour développer les informations dans cette section, allons point par point pour approfondir les concepts, méthodes et techniques utilisés dans l'évaluation des ingesta et la

comparaison avec les besoins nutritionnels.

L'évaluation des ingesta consiste à mesurer de manière précise les apports alimentaires d'un patient. Cette étape est essentielle pour estimer la quantité d'énergie et de nutriments consommés, permettant ainsi d'ajuster l'alimentation du patient selon ses besoins. Voici une analyse approfondie des principaux macronutriments :

- **Glucides** : La principale source d'énergie pour l'organisme, avec une molécule de glucose ($C_6H_{12}O_6$) générant 673 kcal après oxydation. Les glucides sont transformés en glucose, puis utilisés dans les cellules pour produire de l'énergie sous forme d'ATP via la glycolyse et le cycle de Krebs. Cette équation énergétique permet d'estimer la contribution calorique des glucides dans l'alimentation d'un patient.
- **Lipides** : Sources d'énergie plus concentrées que les glucides, les lipides fournissent 2398 kcal par mole de palmitate, un acide gras saturé. Lors de leur métabolisme, les lipides passent par la bêta-oxydation, un processus qui libère des acides gras et du glycérol, aboutissant à une production élevée de CO_2 , H_2O et d'énergie. Cette valeur calorique élevée souligne l'importance des lipides dans les régimes à haute énergie, surtout pour les patients qui ont des besoins énergétiques accrus.
- **Protéines** : Les protéines sont essentielles pour la croissance, la réparation des tissus et la synthèse des enzymes. Une molécule d'acide aminé fournit environ 475 kcal. Contrairement aux glucides et lipides, les protéines produisent aussi des sous-produits azotés, notamment l'urée, en plus du CO_2 et H_2O . L'évaluation des protéines consommées et leur rôle dans le métabolisme aide à assurer que le patient reçoit un apport suffisant pour maintenir la masse musculaire et les fonctions cellulaires.

6.3.1. Enquêtes alimentaires

Les enquêtes alimentaires sont essentielles pour estimer les habitudes alimentaires du patient. Elles sont généralement divisées en deux catégories : les enquêtes rétrospectives et les méthodes prospectives.

a. Enquêtes par interview ou rétrospectives

L'entretien avec le patient est une méthode rétrospective qui consiste à poser des questions sur ses habitudes alimentaires passées, en utilisant des questionnaires standardisés pour évaluer la fréquence de consommation de différents aliments. Cette approche est

particulièrement utile pour obtenir une vue d'ensemble des choix alimentaires du patient sur une longue période (semaine, mois), en identifiant les aliments fréquemment consommés et les éventuelles carences. Cependant, cette méthode peut être biaisée par des erreurs de mémoire ou des biais de désirabilité sociale (tendance à donner des réponses perçues comme favorables).

b. Méthodes prospectives

Ces méthodes sont adaptées aux patients qui peuvent maintenir un suivi quotidien de leurs apports, particulièrement dans les cas de dénutrition ou de surcharge pondérale. Le journal alimentaire sur 7 jours est l'une des méthodes prospectives les plus précises. Le patient y consigne en temps réel tous les aliments et boissons ingérés, généralement avec les quantités et le moment de consommation (matin, midi, soir). Cela permet de recueillir des données détaillées, mais nécessite une implication active du patient, ce qui peut être contraignant. Ces données prospectives sont utiles pour établir un profil alimentaire précis, car elles permettent de détecter des variations dans la consommation alimentaire et de cibler les ajustements nécessaires.

6.3.2 Feuille de surveillance alimentaire (FSA)

La FSA est un outil de suivi de courte durée (2 à 3 jours), utile en milieu hospitalier. Ce document est rempli par le personnel soignant ou le patient lui-même, en indiquant la quantité d'aliments consommés selon une méthode de notation en quarts (par exemple, un quart, un demi, trois quarts, ou portion entière). Cette méthodologie visuelle et simplifiée permet une estimation rapide des ingesta quotidiens sans être trop lourde en termes de données. Le diététicien se base sur la liste des repas servis pour calculer les apports nutritionnels en calories, protéines, lipides, et glucides. Utilisée pendant trois jours consécutifs, cette méthode offre une bonne approximation des ingesta réels dans des contextes où des ajustements rapides sont nécessaires pour l'amélioration de l'état nutritionnel.

6.4. Comparaison entre les besoins nutritionnels et les apports

Une fois les apports alimentaires mesurés, ils doivent être comparés aux besoins nutritionnels pour évaluer les écarts et adapter la prise en charge nutritionnelle en fonction

de l'état du patient. Cette comparaison est centrale dans l'établissement des stratégies d'intervention, que ce soit pour corriger une surcharge ou un déficit énergétique.

- Pour un patient en surcharge pondérale (obésité) : La différence entre les apports énergétiques et les besoins permet de calculer l'excès calorique. Cela aide à déterminer le niveau de restriction énergétique approprié pour induire une perte de poids progressive. De plus, on évalue la qualité des apports pour identifier les sources d'énergie à réduire (sucres rapides, graisses saturées) et favoriser des nutriments qui soutiennent la satiété et le métabolisme (fibres, protéines de haute qualité).
- Pour un patient dénutri : La comparaison met en évidence les carences énergétiques et protéiques, guidant le choix du soutien nutritionnel le mieux adapté. Selon l'ampleur du déficit, des mesures variées sont envisagées :
 - Enrichissement de l'alimentation : Ajout de nutriments et calories dans l'alimentation courante.
 - Compléments nutritionnels oraux (CNO) : Utilisation de compléments sous forme liquide ou solide pour augmenter l'apport sans augmenter le volume des repas.
 - Nutrition artificielle : Dans les cas sévères, la nutrition entérale (sonde naso-gastrique) ou parentérale (par voie intraveineuse) peut être mise en place pour répondre aux besoins sans passage par le système digestif lorsque celui-ci est compromis.

Ces stratégies permettent de rétablir un équilibre nutritionnel en respectant les spécificités de chaque cas clinique, améliorant ainsi la récupération ou la gestion de la condition du patient.

Nom :		Prénom :											
Date :		Sexe :		Âge :		Poids (kg) :		Taille (cm) :					
Date		Jour 1				Jour 2				Jour 3			
CONSOMMATION													
PETIT-DÉJEUNER	Café/thé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Lait	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pain/biscotte beurrée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bouillie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOIGNANT												
TYPE D'AIDE *													
COLLATION	Boisson	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOIGNANT												
	TYPE D'AIDE *												
DÉJEUNER	Entrée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Viande/poisson	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Légumes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fromage/laitage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Dessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nombre de verres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOIGNANT												
TYPE D'AIDE *													
GOÛTER	Goûter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOIGNANT												
	TYPE D'AIDE *												
DÎNER	Potage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Viande/poisson	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Légumes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fromage/laitage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Dessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nombre de verres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SOIGNANT												
TYPE D'AIDE *													

<ul style="list-style-type: none"> Consommation de la totalité de la portion servie Consommation de plus de 50% de la portion servie Consommation de moins de 50% de la portion servie La personne n'a rien consommé de la portion servie 	<p>* TYPES D'AIDE :</p> <p>P = AIDE PARTIELLE (installation, ouverture des conditionnements, couper la viande, stimulation, etc.)</p> <p>T = AIDE TOTALE (installation et faire manger)</p>
---	--

Figure 30 : Feuille de surveillance alimentaire

Conclusion

L'évaluation de l'état nutritionnel est un processus complexe et multidimensionnel qui nécessite l'intégration de plusieurs méthodes pour obtenir une vision globale de la santé nutritionnelle des individus. De l'évaluation clinique, qui permet d'observer les signes physiques et les symptômes de déficiences ou d'excès nutritionnels, aux mesures anthropométriques qui quantifient la composition corporelle, en passant par les analyses biologiques qui révèlent les carences ou déséquilibres métaboliques, chaque méthode offre des informations essentielles et complémentaires.

L'évaluation des besoins énergétiques et des apports alimentaires permet de mieux comprendre les habitudes et les déficits éventuels, constituant ainsi une base pour des interventions nutritionnelles personnalisées. En combinant ces approches, les professionnels de la santé sont en mesure d'établir des diagnostics précis, de concevoir des interventions nutritionnelles sur mesure et de suivre l'évolution de l'état nutritionnel au fil du temps, qu'il s'agisse d'améliorer, de maintenir, ou de restaurer la santé.

Cet ouvrage vise à fournir des connaissances approfondies sur ces différentes méthodes d'évaluation, pour aider les professionnels de santé et les chercheurs à appréhender les enjeux nutritionnels tant en pratique clinique qu'en contexte communautaire.

Références Bibliographiques

1. Apfelbaum M, Romon M, Dubus M. 2004. *Diététique et nutrition*. 6e Édition. Masson.
2. Bernard M, Aussel C, Cynober L. 2007. *Marqueurs de la dénutrition et de son risque ou marqueurs des complications liées à la dénutrition ?*. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 21(1) : 52-59.
3. Black AE, Coward WA, Cole TJ, Prentice AM. 1996. Human energy expenditure in affluent societies: An analysis of 574 doubly-labelled water measurements. *European Journal of Clinical Nutrition*, 50(2): 72-92.
4. Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, Coulombel I, Vincent JP, Nicolis I, Benazeth S, Cynober L, Aussel C. 2005. 1. Geriatric nutritional risk index: a new index for evaluating at risk elderly medical patients. *American Journal of Clinical Nutrition*, 82(4): 777-783.
5. Buzby GP, Mullen JL, Matthews DC, Hobbs CL, Rosato EE. 1980. Prognostic nutritional index in gastrointestinal surgery. *American Journal of Surgery*, 139 (1): 160-167.
6. Cano N, Barnoud D, Schneider S.M, Vasson M.P, Hasselmann M, Leverve X. 2007. *Traité de nutrition artificielle de l'adulte*. 3^{ème} édition, Springer-Verlag Paris, France.
7. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. 1985. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 33(2):116-20.
8. Cynober L, Aussel C. 2004. Exploration biologique du statut nutritionnel. *Nutrition clinique et métabolisme*, 18(1) : 49-56.
9. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, Jeejeebhoy KN. 1987. What is subjective global assessment of nutritional status?. *Journal of parenteral and enteral nutrition*, 11(11): 8-13.
10. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. 1991. Body mass index as a measure of body fatness: age and sex specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition*, 65: 105-114.
11. Durnin JVGA, Womersley J. 1974. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32: 77-97.
12. Fagour C, Cherifi B, Gonzalez C, Maury E, Gin H, Rigalleau V. 2013. Mesurer la dépense énergétique en pratique clinique. *Médecine des maladies Métaboliques*, 7(6) : 525-532.
13. Gavarry O. 2005. Les méthodes d'évaluation de la dépense énergétique. *Nutrition & facteurs de risque*, 3 : 17-29.
14. Harris JA, Benedict FG. 1918. A biometric study of basal metabolism. *National Academy of Sciences*, 4(12): 370-373. <http://www.jstor.org/stable/pdf/83837.pdf>
15. Heymsfield SB, Mcmanus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. 1982. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *American Journal of Clinical Nutrition*, 36(4): 680-690.

16. Hodgdon JA, Beckett MB. 1984. Prediction of percent body fat for U.S. Navy men from body circumferences and height. Report No. 84-11 and Report No. 84-29. Naval Health Research Center, San Diego, Calif.
17. 1. Ingenbleek Y, Carpentier YA. 1985. A prognostic inflammatory and nutritional index scoring critically ill patients. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 55(1): 91-101.
18. Institut national de la santé et de la recherche médicale. 1999. *Carences nutritionnelles : étiologies et dépistage*. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/064000085/index.shtml>.
19. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. 1980. Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12: 175-182.
20. Jackson AS, Pollock ML. 1978. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40: 497-504.
21. Jacotot B, Campillo B. 2007. *Nutrition humaine*. Elsevier Masson. Paris, France.
22. Melchior JC, Potel G, Angel L, Rigaud D. 1989. Évaluation et mesure des dépenses d'énergie: de la théorie à l'intérêt clinique. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 3(2): 67-76.
23. Mullen JL, Buzby GP, Waldman MT, Gertner MH, Hobbs CL, Rosato EF. 1979. Prediction of operative morbidity and mortality by preoperative nutritional assessment. *Surgical Forum*, 30: 80-82.
24. Roza AM, Shizgal HM. 1984. The Harris Benedict equation reevaluated; resting energy requirements and the body cell mass. *American Journal of Clinical Nutrition*, 40(1): 168-182.
25. Schlienger J-L. 2014. *Diététique en pratique médicale courante*. 1^{ère} édition Elsevier Masson, Paris, France.
26. Schlienger J-L. 2014. *Nutrition clinique pratique*. 2^{ème} édition Elsevier Masson, Paris, France.
27. Société de Nutrition et de Diététique de Langue Française. 2001. *Cahiers de nutrition et de diététique*, 36 :1-163.
28. Spyckerelle Y, Garillot S, Deschamps JP. 1984. Histoire du « poids idéal » de Lorentz. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 19(6):365-6.
29. Van Hoeyweghen RJ, de Leeuw ICH, Vandewoude MJF. 1992. Creatine arm index as alternative for creatinine height index. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56(4):611-5.
30. Weir JB. 1949. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *Journal of Physiology*, 109: 1-9.
31. Wemeau J-L, Schlienger J-L, Vialettes B. 2014. *Endocrinologie, diabète, métabolisme et nutrition*. Elsevier Masson. Paris, France.