



**HAL**  
open science

# Les régimes hyperprotéinés dans la perte de poids chez les patients en surpoids : bénéfiques/risques

Alban Consolino

## ► To cite this version:

Alban Consolino. Les régimes hyperprotéinés dans la perte de poids chez les patients en surpoids : bénéfiques/risques. Sciences pharmaceutiques. 2023. dumas-04103654

**HAL Id: dumas-04103654**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04103654>**

Submitted on 26 Jun 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## THÈSE

Présentée et publiquement soutenue  
Devant la faculté de pharmacie de Marseille

Le 15 mai 2023

Par

**M. CONSOLINO Alban**

Né le 29 novembre 1999 à Aix-en-Provence (13)

En vue d'obtenir

**Le diplôme d'État de Docteur en pharmacie**

**Titre :**

<p><b>LES RÉGIMES HYPERPROTÉINÉS DANS LA PERTE DE POIDS CHEZ LES PATIENTS EN SURPOIDS : BÉNÉFICES/RISQUES</b></p>
---

Jury :

Président : Dr. Alain NICOLAY

Membres : Dr. Estelle WOLFF (Directeur de thèse)

Dr. Tiffanie STURLA

Dr. Éric ADAMI

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05  
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

**ADMINISTRATION :**

<i>Doyen :</i>	M. Jean-Paul BORG
<i>Vice-Doyens :</i>	Mme Florence SABATIER-MALATERRE, M. François DEVRED, M. Pascal RATHÉLOT, Mme Alexandrine BERTAUD
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, Mme Alexandrine BERTAUD, M. David BERGÉ-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, M. Philippe GARRIGUE, M. Guillaume HACHE, M. Thierry TERME
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE, Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Patrice VANELLE, M. Pierre TIMON-DAVID,
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Philippe CHARPIOT, M. Riad ELIAS
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Sylvie BUREAU
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Manon BONIFAY
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Nathalie BESNARD

**DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE**  
Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

**PROFESSEURS**

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC M. François DEVRED
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIQUE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE	M. Philippe PICCERELLE

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE	Mme Odile RIMET-GASPARINI Mme Pascale BARBIER Mme Manon CARRE M. Gilles BREUZARD Mme Alessandra PAGANO
GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE	M. Eric SEREE-PACHA Mme Véronique REY-BOURGAREL
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE	M. Pierre REBOUILLON M. Emmanuel CAUTURE Mme Véronique ANDRIEU Mme Marie-Pierre SAVELLI
BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE ET BIOTHERAPIES PHARMACO ECONOMIE, E-SANTE	M. Jérémy MAGALON Mme Carole SIANI Mme Muriel MASI

## ENSEIGNANT CDI

ANGLAIS	Mme Angélique GOODWIN
---------	-----------------------

## A.H.U.

PHARMACOTECHNIE	Mme Mélanie VELIER
-----------------	--------------------

**DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE**  
Responsable : Professeur Françoise DIGNAT-GEORGE

## PROFESSEURS

BIOLOGIE CELLULAIRE	M. Jean-Paul BORG
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE Mme Laurence CAMOIN-JAU Mme Florence SABATIER-MALATERRE Mme Nathalie BARDIN M. Romaric LACROIX
MICROBIOLOGIE	M. Jean-Marc ROLAIN M. Philippe COLSON
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Nadine AZAS-KREDER

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	M. Edouard LAMY Mme Alexandrine BERTAUD Mme Claire CERINI Mme Edwige TELLIER M. Stéphane POITEVIN Mme Sandra GHAYAD
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Aurélie LEROYER Mme Sylvie COINTE
MICROBIOLOGIE	Mme Anne DAVIN-REGLI Mme Véronique ROUX M. Fadi BITTAR Mme Isabelle PAGNIER Mme Sophie EDOUARD M. Seydina Mouhamadou DIENE
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Carole DI GIORGIO M. Aurélien DUMETRE Mme Magali CASANOVA Mme Anita COHEN
BIOLOGIE CELLULAIRE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE	Mme Anne-Catherine LOUHMEAU Mme Alexandra WALTON

## A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Amandine BONIFAY
----------------------------	----------------------

## MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)

PRATIQUE OFFICINALE	M. Jérôme JOUVE Mme Emmanuelle TONNEAU-PFUG
---------------------	--

## DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

## PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine BADENS
CHIMIE PHYSIQUE - PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. David BERGE-LEFRANC
CHIMIE THERAPEUTIQUE - CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE	M. Pascal RATHELOT M. Maxime CROZET
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE	M. Patrice VANELLE M. Thierry TERME
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE	Mme Sok Siya BUN

## **MAITRES DE CONFERENCES**

BOTANIQUE ET CRYPTO GAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL M. Quentin ALBERT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS M. Charles DESMARCHELIER M. Mathieu CERINO
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Duje BURIC M. Pascal PRINDERRE
CHIMIE THERAPEUTIQUE - CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE	Mme Sandrine ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE Mme Fanny MATHIAS
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE	Mme Valérie MAHIOU-LEDDET Mme Béatrice BAGHDIKIAN M. Elnur GARAYEV

## **MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)**

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	Mme Haïfa LAYACHI RAHABI M. Cyril PUJOL
DROIT ET ETHIQUE	Mme Laurie PAHUS
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA
DISPOSITIFS MEDICAUX	Mme Valerie MINETTI-GUIDONI

**DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE**

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

**PROFESSEURS**

PHARMACIE CLINIQUE	M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Bruno LACARELLE M. Joseph CICCOLINI
TOXICOLOGIE GENERALE	Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU

**MAITRES DE CONFERENCES**

PHARMACIE CLINIQUE	M. Florian CORREARD Mme Marie-Anne ESTEVE
PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET
PHYSIOLOGIE / PHARMACOLOGIE	Mme Anaïs MOYON
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA Mme Anne RODALLEC M. Nicolas FABRESSE
TOXICOLOGIE GENERALE	M. Pierre-Henri VILLARD

**A.H.U.**

PHYSIOLOGIE / PHARMACOLOGIE	M. Vincent NAIL
PHARMACIE CLINIQUE	Mme Maeva MONTALEYTANG Mme Charlotte BERARD



# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Madame le Docteur WOLFF Estelle qui a accepté de diriger ma thèse. Merci pour vos conseils, votre intérêt ainsi que votre grande disponibilité tout au long de ce travail.

À Monsieur le Professeur NICOLAY Alain, merci pour l'honneur que vous me faites en acceptant de présider le jury de soutenance de ma thèse. Je vous adresse mes sincères remerciements.

À Monsieur ADAMI Éric, Docteur en pharmacie, je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury ainsi que de me faire confiance au quotidien depuis bientôt 3 ans au sein de votre pharmacie.

À Madame STURLA Tiffanie, Docteur en pharmacie, merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse ainsi que de m'avoir encouragé à vite démarrer cette thèse. Tu m'aides à m'améliorer quotidiennement dans l'exercice de mon futur métier et je t'en remercie. Je remercie aussi tous mes collègues de la pharmacie la Renardière.

À ma mère, merci d'avoir été là depuis toujours. Merci de m'avoir soutenu dans tous mes projets sans exception, de m'avoir aidé à surmonter tous les défis qui se sont présentés à moi, celui-ci ne fit pas exception.

À mon père, je te remercie également pour le soutien que tu m'apportes chaque jour ainsi que pour les nombreux bons moments passés ensemble, ma réussite est également la tienne.

À mon frère, à toutes nos chamailleries depuis maintenant plus de 18 ans. Je suis fier de te voir grandir ainsi que de l'homme que tu deviens, mais tu resteras toujours mon petit frère.

À mes grands-parents, Papé et Mamou. Merci pour tous les souvenirs d'enfance et moments présents que j'ai avec vous. De mes premières vacances à l'âge de deux ans avec Papé quand « personne ne voulait me garder parce que tout le monde travaillait » à hier encore, à table avec vous, merci pour tout.

À Guillaume, mon meilleur ami depuis le collège, qui m'apportait les cours quand j'étais absent, à tous nos souvenirs, tous nos fous rires passés ensemble ainsi qu'aux très nombreux encore à venir.

Enfin, merci à Pierre et Romain, mes fidèles compagnons de galères en tous genres. Le destin m'a fait vous rencontrer séparément avant que le trio magique ne se forme. Ces dernières années auraient été tellement plus fades sans vous.

## Table des matières

REMERCIEMENTS.....	8
INTRODUCTION .....	15
PARTIE 1 .....	17
<b>FONDAMENTAUX CONCERNANT LA NUTRITION, LE SURPOIDS ET L'OBÉSITÉ .....</b>	<b>17</b>
<b>A) Référence nutritionnelle pour la population et besoins alimentaires nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme .....</b>	<b>17</b>
1) Référence nutritionnelle pour la population (RNP).....	17
2) La balance énergétique.....	18
3) Besoins alimentaires qualitatifs .....	20
3.1 L'hydratation .....	20
3.2. Les Macronutriments .....	20
3.2.1 Les Glucides.....	20
3.2.2 Les lipides.....	23
3.2.3 Les protéines.....	25
3.3. Les micronutriments .....	28
3.1 Les vitamines.....	29
3.3.2 Les macro-éléments minéraux et micro-éléments minéraux .....	34
4) Outil d'aide à la mesure et évaluation de la qualité nutritionnelle des aliments : le Nutri-Score.....	38
<b>B) Surpoids et obésité.....</b>	<b>39</b>
1) Définitions et état des lieux .....	39
2) Méthodes d'évaluations de l'état nutritionnel .....	41
3) Causes du surpoids et de l'obésité .....	44
4) Impact sur la santé.....	45
5) Traitements .....	46
5.1 Médicamenteux.....	46
5.2. Chirurgicaux.....	47
5.3. Diététiques .....	48
PARTIE 2.....	49
<b>MISES EN PLACE DE DIVERS RÉGIMES HYPERPROTÉINÉS AINSI QUE LEURS BÉNÉFICES DANS LE CADRE DE LA PERTE DE POIDS.....</b>	<b>49</b>
<b>A) Historique des régimes hyperprotéinés.....</b>	<b>49</b>
<b>B) Le régime Dukan.....</b>	<b>51</b>
1) Mise en place et principes .....	51
1.1 Le juste poids .....	51
1.2 La liste des 100 aliments autorisés à volonté.....	53

2)	La méthode classique du régime DUKAN .....	53
2.1	La phase d'attaque.....	54
2.2	La phase de croisière.....	54
2.3	La phase de consolidation.....	55
2.4	La phase de stabilisation .....	55
3)	L'escalier nutritionnel .....	56
4)	Preuve d'efficacité ?.....	57
C)	Le régime THE ZONE .....	58
1)	Mise en place et principes .....	58
2)	Le régime alimentaire .....	60
3)	Complémentation en oméga 3.....	62
4)	Complémentation en polyphénols.....	63
5)	Preuve d'efficacité ?.....	65
D)	Le régime paléolithique .....	66
1)	Mise en place et principes .....	67
2)	Les aliments autorisés.....	68
3)	Les aliments à éviter .....	69
4)	Répartition des apports caloriques .....	70
5)	Activité physique .....	71
6)	Preuve d'efficacité ?.....	71
E)	La chrononutrition.....	73
1)	Le rythme biologique .....	73
2)	Mise en place.....	75
3)	Preuve d'efficacité .....	77
	<b>PARTIE 3.....</b>	<b>79</b>
	<b>RISQUES ET LIMITES DES RÉGIMES HYPERPROTÉINÉS.....</b>	<b>79</b>
A)	Risques et impact pour la santé en cas de régime hyperprotéiné mal équilibré .....	79
1)	Troubles Rénaux .....	79
1.1	Lithiase oxalo-calcique .....	79
1.2	Régimes hyperprotéinés et diminution de la clairance rénale, mythe ou réalité ?....	80
2)	Carences .....	81
2.1	Micronutriments.....	82
a)	Potassium.....	82
b)	Calcium.....	82
c)	Magnésium .....	82
2.2	Macronutriments.....	83
a)	Les glucides .....	83
b)	Les lipides.....	85

3) Constipation.....	86
4) Tendinites .....	86
5) Douleurs articulaires et gouttes.....	87
6) Troubles cardiovasculaires.....	88
7) L'effet yoyo.....	88
<b>B) Etats pathologiques ou physiologiques contre-indiquant la pratique d'un régime hyperprotéiné .....</b>	<b>90</b>
1) Insuffisance rénale.....	90
2) Diabète insulino-dépendant.....	92
3) Grossesse .....	92
4) Obésité .....	93
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>95</b>

## Liste des abréviations

PNNS : programme national nutrition santé

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

RNP : références nutritionnelles pour la population

ATP : adénosine-triphosphate

Na<sup>+</sup> : sodium

K<sup>+</sup> : potassium

IG : index glycémique

AG : acide gras

HTA : hypertension artérielle

AA : acide aminé

ANSES : agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

VLDL : lipoprotéine de très basse densité

EFSA : agence européenne de sécurité des aliments

NaCl : chlorure de sodium

IMC : indice de masse corporelle

OCDE : organisation de coopération et de développement économiques

DC : densité corporelle

AMM : autorisation de mise sur le marché

GLP : glucagon like peptide

TG : triglycéride

HDL : lipoprotéine de haute densité

EPA : acide éicosapentaénoïque

Hba1c : hémoglobine glyquée

DHA : acide docosahexaénoïque

CRP : C-réactive protéine

IL6 : interleukine 6

HMG Coa réductase : hydroxyméthylglutaryl-CoA réductase

DFG : débit de filtration glomérulaire

AINS : anti-inflammatoire non stéroïdien

## Liste des figures :

Figure 1 : Apports énergétiques conseillés pour la population pour un niveau moyen d'activité

Figure 2 : Liste des principaux acides gras saturés

Figure 3 : Liste des principaux acides gras monoinsaturés

Figure 4 : Liste des principaux acides gras polyinsaturés

Figure 5 : Liste des acides aminés

Figure 6 : Teneur en protéines de plusieurs aliments

Figure 7 : liste des molécules de vitamine E

Figure 8 : tableau représentant l'ensemble des oligoéléments ainsi que leurs principales sources alimentaires et leurs besoins journaliers

Figure 9 : le Nutri-Score

Figure 10 : courbe représentant l'évolution du surpoids et de l'obésité selon l'OCDE

Figure 11 : répartition des cas d'obésité en fonction de la classe socioprofessionnelle, d'après l'étude obEpi 2020

Figure 12 : répartition des taux d'obésité et de surpoids chez les enfants en fonction des classes sociales professionnelles des parents selon DREES-DGESCO

Figure 13 : classification de l'IMC selon la HAS

Figure 14 : mesure des plis cutanés

Figure 15 : le médicament Xénical

Figure 16 : le médicament Saxenda

Figure 17 : exemple de calcul de poids idéal d'après l'algorithme du site internet du régime DUKAN

Figure 18 : Les quatre phases du régime DUKAN

Figure 19 : L'escalier nutritionnel du DR. DUKAN

Figure 20 : Les trois marqueurs biologiques délimitant la « zone »

Figure 21 : les 3 parties essentielles du régime « the zone »

Figure 22 : Répartition des macronutriments sur la journée selon le régime « the zone »

Figure 23 : La pyramide alimentaire du régime « the zone »

Figure 24 : Complément alimentaire en oméga 3 proposés sur le site zone diet

Figure 25 : complément alimentaire en polyphénols MaquiRx, disponible sur le site zone diet

Figure 26 : Homme de l'époque paléolithique

Figure 27 : pyramide alimentaire du régime paléolithique

Figure 28 : exemple d'apport en macronutriments d'un Homme de l'époque paléolithique

Figure 29 : Synthèse et impact de la mélatonine sur l'organisme

Figure 30 : répartition des apports alimentaires selon le modèle de la chrononutrition

Figure 31 : Schéma de la biosynthèse endogène du cholestérol

Figure 32 : Illustration des mécanismes de formations des calculs oxalo-calciques

Figure 33 : la crise de goutte

Figure 34 : Pyramide alimentaire d'un patient atteint d'insuffisance rénale

# INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, l'alimentation est au centre de la vie de l'Homme. En effet, celle-ci a tout naturellement été perçue par l'Homme uniquement comme un moyen de ne pas mourir de faim et donc, comme un moyen de survie.

Ce n'est que des millions d'années plus tard que l'Homme commença à s'intéresser à l'aspect qualitatif de la nourriture qu'il consommait. Il s'aperçut que de nombreuses maladies pouvaient survenir en l'absence d'absorption de certains aliments et qu'à l'inverse, une consommation trop importante d'autres aliments pouvait favoriser l'apparition d'autres troubles.

C'est alors que le terme de nutrition fit son apparition au point de devenir une discipline médicale. En outre, certains préceptes firent leur apparition comme la notion de calorie, introduite au domaine de la nutrition par Wilbur OLIN ATWATER au début du XXème siècle.

C'est justement durant cette période, en 1926, avec l'isolement de la thiamine, réalisée par JANSEN et DONATH, que la notion de micronutriment apparaît.

Jusqu'en 1950, la recherche nutritionnelle s'est consacrée à la découverte et l'isolement de vitamines et de micronutriments afin d'étudier leurs rôles dans les maladies liées à des carences.

Plus tard, dans la deuxième moitié du XXème siècle, une approche nutritionnelle s'est installée afin d'essayer de comprendre l'augmentation rapide de nouvelles maladies de civilisation.

De nos jours, on retrouve des PNNS (Programme National Nutrition Santé). Lancé en janvier 2001, il a pour objectif général l'amélioration de l'état de santé de l'ensemble de la population en agissant sur l'un de ses déterminants majeurs : la nutrition. Aujourd'hui, nous sommes au 4ème PNNS dont les grands axes sont les suivants :

- Améliorer, pour tous, l'environnement alimentaire et physique afin de le rendre plus favorable à la santé et de réduire les inégalités sociales de santé.
- Encourager les comportements favorables à la santé.
- Mieux prendre en charge les personnes en surpoids, dénutries ou atteintes de maladies chroniques.
- Impulser une dynamique territoriale entre les différents professionnels pour être au plus près de la population.
- Développer la recherche, l'expertise et la surveillance en appui de la politique nutritionnelle.

Cependant, malgré toutes ces mesures, la prévalence de personnes atteintes de surpoids, d'obésité ainsi que d'autres pathologies associées, ne cessent d'augmenter.

Nous pouvons donc nous demander : comment l'Homme est-il passé d'une époque où les denrées alimentaires étaient gage de bonne santé, à notre époque actuelle où la mauvaise alimentation, aujourd'hui très répandue, est la cause principale de survenue de nombreuses pathologies chroniques ?

Cela est principalement dû à la détérioration du rapport Homme/nourriture. Cette détérioration est essentiellement causée par 3 éléments :

- Baisse importante de l'activité physique. En moyenne, les français réalisent un peu plus de 8000 pas par jour alors que l'OMS recommande au moins 10 000 pas quotidiens pour se maintenir en forme, préserver sa santé ainsi que maintenir son poids.
- Surabondance des denrées alimentaires. Contrairement à nos ancêtres, nous n'avons plus à subir les aléas de la nature. Peu importe la saison ou les températures, les rayons des magasins continuent d'offrir un large catalogue alimentaire. Catalogue dans lequel des aliments très énergétiques mais dépourvus de nutriments essentiels, ont une place de choix.
- Déstructuration des repas et mise en avant de la junkfood.

Paradoxalement, malgré ce phénomène, l'Homme continue de s'intéresser à son image ainsi qu'à son apparence physique. Le culte de l'image s'est développé. Il s'est accompagné d'une prise de conscience quant à la nocivité du surpoids sur la santé et a entraîné, dans son sillage, l'apparition de nombreux régimes alimentaires. On en retrouve de toutes sortes : régimes céto-gènes, low carb, hypocalorique, jeûne intermittent, diètes protéinées...

C'est justement sur les diètes protéinées, très populaires depuis le début des années 2000 que notre étude va se concentrer.

## PARTIE 1

# FONDAMENTAUX CONCERNANT LA NUTRITION, LE SURPOIDS ET L'OBÉSITÉ

### **A) Référence nutritionnelle pour la population et besoins alimentaires nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme**

#### **1) Référence nutritionnelle pour la population (RNP)**

Les références nutritionnelles pour la population sont établies pour chaque nutriment (glucides, zinc, protéines...) comme étant l'apport permettant de couvrir les besoins physiologiques d'une grande majorité de la population. Évaluées à partir de données scientifiques, elles sont calculées en fonction du besoin nutritionnel de groupes de population moyen incluant des critères tels que : le sexe, l'âge, l'activité physique...

Cette notion de références nutritionnelles pour la population repose sur celle de besoin nutritionnel. Le besoin nutritionnel correspond à la quantité de nutriments devant être absorbé pour couvrir l'ensemble des besoins d'une personne en bonne santé : entretien, fonctionnement métabolique et physiologique. L'absorption peut varier en fonction de l'activité, la corpulence, l'état pathologique de la personne... [1]

Pour chaque nutriment, la référence nutritionnelle correspond aux apports nutritionnels moyens permettant de couvrir les besoins de 97,5 % de la population.

Celui-ci est donc mesuré sur un groupe d'individus auquel sont ajoutés deux écarts types représentant, en général, 15 % de la moyenne. Ceci permet d'inclure les variabilités individuelles et donc de couvrir les besoins de la plus grande partie de la population. Ainsi les références nutritionnelles pour la population sont volontairement larges et ne correspondent pas à une norme à atteindre mais s'apparentent plus à un repère pour la population. De plus, ceux-ci regroupent l'ensemble des nutriments, qu'ils soient essentiels ou pas. [1]

## 2) La balance énergétique

Notre organisme a besoin d'énergie pour vivre et effectuer les tâches du quotidien. La balance énergétique est mesurée en kilocalories (kcal).

Cependant, l'Homme n'est pas capable de synthétiser cette énergie, il va donc devoir la puiser dans le milieu qui l'entoure avant de la convertir en une énergie chimique utilisable : l'Adénosine-Triphosphate (ATP). L'Homme n'est pas capable non plus de consommer à proprement parler cette énergie. Il va la restituer au milieu extérieur sous forme chimique, mécanique ou thermique. [2']

Une notion fondamentale à avoir en tête est celle de balance énergétique, elle est l'équilibre entre nos apports et notre dépense d'énergie. Les apports proviennent de ce que nous mangeons et buvons. En revanche, nos dépenses sont réparties en trois principales sorties d'énergie :

- Le métabolisme basal : il correspond à l'énergie minimale dont notre corps a besoin pour faire fonctionner nos organes vitaux ainsi que maintenir notre température corporelle. Il se mesure dans des conditions standardisées : au repos, à jeun et à température neutre. Il varie énormément d'un individu à l'autre et représente entre 60 et 70 % de notre dépense énergétique journalière. Á notre grand regret, l'emprise que nous avons sur celui-ci est tout à fait minime.
- L'activité physique : elle représente la seule dépense énergétique sur laquelle nous pouvons avoir une réelle emprise. N'importe quel effort physique réalisé au cours de la journée est à prendre en compte et permet à l'Homme de dépenser son énergie.
- La thermogénèse alimentaire : elle correspond à la digestion des aliments. Cette sortie ne représente qu'une faible proportion de la dépense énergétique totale journalière (10-12 % tout au plus). [3']

Á ces trois principales sorties d'énergie peuvent s'ajouter des dépenses circonstancielles d'énergie. Il peut s'agir d'infection ou d'inflammation contre lesquelles l'organisme utilise plus ou moins d'énergie pour lutter ou encore lors de la croissance d'un enfant.

Aussi nous ne sommes pas tous égaux et chaque homme a une dépense énergétique qui lui est propre. Cependant, des tendances bien distinctes se dessinent selon les groupes de populations :

- Pour un individu de sexe masculin, de taille et de poids moyen, exerçant une activité physique journalière moyenne, sa dépense énergétique sera comprise entre 2500 et 2700 kcal/jour.
- Pour une femme, dans les mêmes conditions, sa dépense énergétique est généralement inférieure et se situe entre 2000 et 2200 kcal.

Figure 1 : Apports énergétiques conseillés pour la population pour un niveau moyen d'activité

	Âge (ans)	Poids (kg)	Énergie (kcal)
Hommes	20-40	70	2700
	41-60	70	2500
Femmes	20-40	60	2200
	41-60	60	2000
Seniors	60-75		36/kg de poids corporel

Source : <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/medecine/besoins-nutritionnels-et-apports-conseilles.-lequilibre-alimentaire>

Pour une balance équilibrée, nos apports et dépenses doivent être égaux. Si nos dépenses viennent à dépasser nos apports énergétiques, notre poids diminue et inversement.

Il existe donc deux principaux leviers sur lesquels nous pouvons jouer : l'activité physique et l'alimentation.

Les calories absorbées via l'alimentation sont largement représentées sous trois formes, appelées macronutriments : les glucides, les lipides et enfin les protéines.

Après avoir vu l'aspect quantitatif de l'alimentation, intéressons-nous maintenant à son aspect qualitatif.

### 3) Besoins alimentaires qualitatifs

#### 3.1 L'hydratation

L'eau est le principal constituant du corps humain. En moyenne, le corps adulte est composé de 65 % d'eau. Bien que la teneur totale en eau du corps dépende de plusieurs facteurs, celle-ci reste toujours majoritaire. [4']

Nutriment constitutif de toutes les cellules, l'eau a également un rôle de solvant et est impliquée dans de nombreuses réactions chimiques.

En situation normale, les apports hydriques minimaux sont de l'ordre de 1,5L/jour en dehors des apports hydriques liés aux aliments (ceux-ci représentent entre 0,5L et 1L). Ces apports hydriques issus des boissons doivent être réalisés de préférence, sous forme d'eau. Ceux-ci doivent être majorés en cas de forte chaleur ou de canicule.

Les mouvements de l'eau sont directement liés aux concentrations et mouvements du Na<sup>+</sup> et du K<sup>+</sup>. Ils participent à l'homéostasie du milieu intérieur et sont régulés au niveau des reins et de la partie terminale du tube digestif.

La soif, qui est déclenchée par l'élévation de la pression osmotique, est un mécanisme de régulation d'apparition tardive qu'il vaut mieux éviter. [2]

#### 3.2. Les Macronutriments

Ce sont les nutriments les plus représentés dans notre alimentation. Ils fournissent toute l'énergie nécessaire à notre organisme pour que celui-ci puisse assurer le bon fonctionnement de toutes ses fonctions vitales. On retrouve : les glucides, les lipides et les protéines.

##### 3.2.1 Les Glucides

Leur intérêt énergétique est considérable, sachant qu'un gramme de glucide apporte 4 kcal, ils doivent représenter, à eux seuls, 40 à 55 % des apports énergétiques totaux de l'homme.

Ils sont le substrat énergétique privilégié du cerveau et des muscles, assurent l'homéostasie glycémique moyennant un apport adéquat ainsi que la possibilité de stockage tissulaire sous la forme de glycogène. Ce dernier est cependant limité à 300 grammes, ce qui représente une réserve énergétique de seulement 1200 kcal. [2]

On retrouve plusieurs groupes de glucides dont la classification biochimique est fondée sur le nombre d'unités de sucres simple :

- Monosaccharides : ils regroupent les produits de l'hydrolyse de l'amidon. On retrouve le fructose, le glucose ainsi que le galactose.
- Disaccharides : représentés par le saccharose et le lactose, ils constituent avec les monosaccharides le groupe des sucres dit « simples ». Cependant, seul le glucose et le saccharose sont à considérer comme des sucres « rapides », ce qui veut dire qu'ils entraînent une hyperglycémie précoce et importante. [2]
- Oligosaccharides : composés de trois à neuf unités de sucres simples.
- Polysaccharides : composés de plus de neuf unités de sucres simples, qualifiés de sucres complexes.

Par leur pouvoir sucrant, mono- et disaccharides contribuent à l'acceptabilité des aliments en améliorant leur palatabilité. [2]

Il existe également un groupe particulier de glucides non-digestibles appelé fibres alimentaires. Ce groupe, ne pouvant pas être digéré par les enzymes digestives de l'Homme, est dépourvu d'énergie à fournir à notre organisme. Néanmoins, il présente tout de même plusieurs effets, tels que : une augmentation du bol fécal, un effet probiotique sur le microbiote, un effet trophique sur les cellules coliques grâce à la production d'acides gras volatils, un ralentissement de la vidange gastrique rendu possible par certaines fibres solubles.

Ces fibres vont être classées en deux grands groupes en fonction de leur solubilité :

- Fibres solubles : on y retrouve des gommages, des mucilages, des algues marines, des pectines, des oligosaccharides et des polysaccharides à chaîne courte. Elles sont caractérisées par une viscosité élevée.
- Fibres insolubles : constituées par la cellulose, les hémicelluloses non-solubles, les amidons résistants et la lignine. [3]

Elles sont généralement retrouvées dans des aliments pauvres en lipides tels que les céréales, les légumes et les fruits.

Bien qu'une alimentation trop riche en fibres représente des effets indésirables (ex : diarrhées), il est recommandé d'en consommer 30g par jour. En effet, une alimentation riche en fibres permet une amélioration du profil lipidique, une diminution de la prévalence des maladies cardiovasculaires, métaboliques et des cancers ainsi qu'un meilleur contrôle pondéral. Notre alimentation actuelle comporte trop peu de fibres, celles-ci sont souvent détruites par des procédés industriels, de plus, notre goût a plus tendance à nous porter vers des aliments gras ou sucrés pauvres en fibres. [3]

Au niveau nutritionnel, deux notions primordiales sont à prendre en compte : l'index glycémique et la charge glycémique.

L'index glycémique est calculé en mesurant l'effet sur la glycémie de 50 grammes de glucides contenus dans un aliment par rapport à l'ingestion de 50 grammes de glucose pur dont l'effet sur la glycémie est utilisé comme référence. Celui-ci est fixé par rapport au glucose, qui a un index glycémique fixé à 100, et permet donc d'exprimer l'effet insulino-sécréteur car plus l'IG d'un aliment est grand, plus la sécrétion d'insuline sera importante.

Ainsi nous pouvons retrouver 3 groupes d'aliments classés en fonction de leurs index glycémiques (IG) :

- Aliment à haut IG ( $\geq 70$ ) : soda type coca-cola (100), riz blanc (76), pommes de terre en purée (85) ...
- Aliments à IG moyen (compris entre 70 et 50) : banane (53), chocolat (50), ananas (65)...
- Aliments à IG bas ( $\leq 50$ ) : lentilles (30), lait (30), pâtes al dente (45) ... [2]

Concernant la charge glycémique, celle-ci est obtenue en multipliant l'IG par la quantité de glucides contenus dans une portion plus cohérente d'un aliment donné, elle apparaît donc plus pertinente que l'index glycémique. En effet, la charge glycémique va permettre de comparer directement les portions consommées habituellement contrairement à l'IG. [2]

Du fait de leur grande diversité, les glucides peuvent être retrouvés dans de nombreux groupes d'aliments tels que : les féculents (pâtes, riz...), les fruits (figue, cerise...), les produits laitiers (lait, yaourt...), les légumineuses (pois chiches, petit pois...) ... [2].

### 3.2.2 Les lipides

Avec 9 kcal pour un gramme, les lipides représentent la source la plus énergétique. Ils doivent représenter 35 à 40 % des apports énergétiques journaliers dans un régime alimentaire équilibré.

Notre organisme est capable de stocker de très grandes réserves de lipides pouvant aller jusqu'à 120 000 kcal. Cette mise en réserve va se faire sous forme de triglycérides riches en acide palmitique et oléique. Il est important de noter que peu importe la quantité de lipides ingérée, l'élimination fécale des graisses ne peut dépasser 6 g par jour. [2]

La nature des lipides va être déterminée par : le nombre de doubles liaisons, les configurations de ces doubles liaisons et la longueur de la chaîne carbonée qui conditionne la vitesse d'absorption de l'acide gras par l'organisme. On distingue aussi les acides gras polyinsaturés « cis », lorsque les deux hydrogènes sont du même côté de la double liaison, des acides gras polyinsaturés « trans » lorsque les hydrogènes sont de part et d'autre de la double liaison. [2]

Les lipides possèdent plusieurs propriétés :

- métabolique (rôle de précurseur des hormones stéroïdiennes...),
- structurel (avec notamment le cholestérol et les phospholipides, principaux constituant des membranes cellulaires...). Ils participent également à améliorer la palatabilité des aliments.

L'ensemble de ces propriétés va dépendre de la composition des lipides en Acide Gras (AG), ainsi nous pouvons retrouver 3 grands groupes d'AG :

- Les acides gras saturés : solides à température ambiante, ils sont qualifiés de « mauvais gras » et sont, pour la plupart, associés à une augmentation du risque cardiovasculaire (même si certains, une fois ingérés, sont métabolisés en acides gras insaturés au niveau hépatique et peuvent être à l'origine d'effets bénéfiques, c'est notamment le cas pour l'acide stéarique). Ils devraient constituer 12 % des apports caloriques journaliers. [2]

Figure 2 : liste des principaux acides gras saturés

ACIDES GRAS	NOMBRE D'ATOMES DE CARBONE	FORMULE CHIMIQUE	SOURCE
<b>Saturés</b>			
Acide butyrique	4	$C_3H_7COOH$	Beurre
Acide caproïque	6	$C_5H_{11}COOH$	Beurre
Acide caprylique	8	$C_7H_{15}COOH$	Noix de coco
Acide caprique	10	$C_9H_{19}COOH$	Huile de palme
Acide laurique	12	$C_{11}H_{23}COOH$	Noix de coco
Acide myristique	14	$C_{13}H_{27}COOH$	Huile de muscade
Acide palmitique	16	$C_{15}H_{31}COOH$	Graisses
Acide stéarique	18	$C_{17}H_{35}COOH$	Graisses
Acide arachidique	20	$C_{19}H_{39}COOH$	Huile d'arachide

Source : <https://monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=54290>

- Les acides gras monoinsaturés : Ils doivent représenter 15 à 20 % de nos apports énergétiques journaliers. On y retrouve par exemple l'acide oléique qui est l'acide gras le plus représenté dans notre environnement. Très présent dans le régime méditerranéen, il participe à réduire la tension artérielle, à diminuer le taux de « mauvais cholestérol » (lipoprotéines de faible densité) et à augmenter le taux du « bon cholestérol » (lipoprotéines de haute densité). [2]

Figure 3 : liste des principaux acides gras monoinsaturés

ACIDES GRAS	NOMBRE D'ATOMES DE CARBONE	FORMULE CHIMIQUE	SOURCE
<b>Monoinsaturés</b>			
Acide palmitoléique	16	$C_{15}H_{29}COOH$	Beurre
Acide oléique	18	$C_{17}H_{33}COOH$	Huile d'olive

Source : <https://monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=54290>

- Les acides gras polyinsaturés : ils doivent représenter 6 à 8 % de nos apports caloriques journaliers. Nous allons retrouver ici deux grands groupes :
  - Les omégas 3 : on y retrouve notamment l'acide alpha-linolénique. Ils sont apportés par l'alimentation et ont globalement des effets bénéfiques sur les processus athérogènes, de cancérogénèse, de vieillissement ainsi que de nombreuses propriétés anti-inflammatoires et fibrinolytiques.
  - Les omégas 6 : ils sont présents en nombre au sein des membranes. On y retrouve l'acide arachidonique. Si présent en trop grande quantité, le rapport oméga 3/6 se trouve déséquilibré, ce qui peut entraîner un effet délétère sur les processus athérogène et de cancérogénèse. [2]

Figure 4 : listes des principaux acides gras polyinsaturés

ACIDES GRAS	NOMBRE D'ATOMES DE CARBONE	FORMULE CHIMIQUE	SOURCE
Polyinsaturés			
Acide linoléique	18	$C_{17}H_{31}COOH$	Huile de lin
Acide linolénique	18	$C_{17}H_{29}COOH$	Huile de lin
Acide arachidonique	20	$C_{19}H_{31}COOH$	Huile d'arachide

Source : <https://monde.ccdmd.gc.ca/ressource/?id=54290>

Il est important de trouver le bon équilibre oméga 3/oméga 6. Les omégas 3 possédant une plus grande affinité au niveau enzymatiques que les omégas 6, il est conseillé d'avoir un rapport d'un oméga 3 pour cinq omégas 6. Dans le régime occidental actuel, ce rapport tend plus vers 1 oméga 3 pour dix omégas 6, ce qui explique, au moins en partie, la croissance exponentielle de maladie tel que l'HyperTension Artérielle (HTA) ou l'athérosclérose. [2]

### 3.2.3 Les protéines

Les protéines sont constituées d'un ensemble d'acides aminés (AA) possédant divers rôles. En effet, ils servent de substrat à la synthèse protéique endogène et peuvent également participer à la néoglucogenèse hépatique en cas d'extrême nécessité afin de maintenir un certain équilibre glucidique.

À noter que les protéines apportent 4 kcal par gramme et doivent représenter 15 % de nos apports énergétiques totaux. [2]

Selon la vitesse d'absorption des protéines, on distingue deux grands groupes :

- Les protéines dites « rapides » qui seront directement hydrolysées dans l'estomac à pH acide.
- Les protéines dites « lentes » qui vont précipiter dans l'estomac avant d'être hydrolysées au niveau de l'intestin grêle. Celles-ci seront donc utilisables sur une plus longue période pour la synthèse protéique endogène. [2]

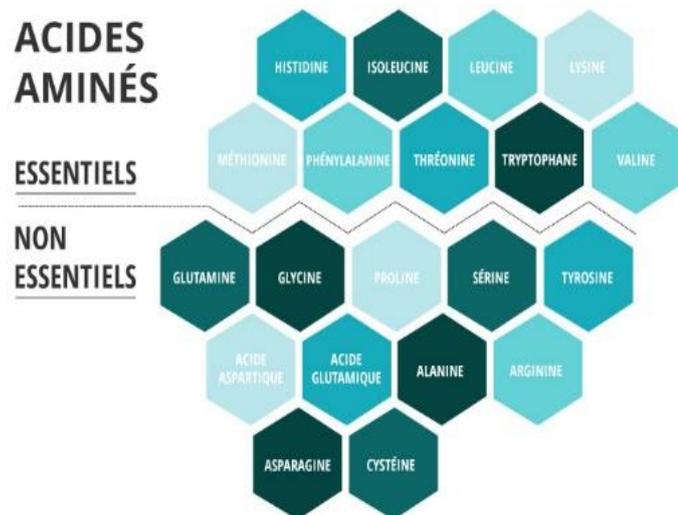
Une fois la digestion terminée, les AA parviennent au foie là où la synthèse protéique endogène va être réalisée en fonction des divers besoins de l'organisme.

Ils vont être prioritairement utilisés comme substrat en cas d'agression pour permettre la synthèse de protéines intervenant dans la phase aiguë de l'inflammation. En absence de toute situation pathologique, les AA jouent un rôle dans la synthèse des bases nucléiques puriques et pyrimidiques, ainsi que dans la synthèse de créatine, assurée par le foie et les reins principalement à partir du glycolle et de l'arginine. [2]

Nous allons maintenant voir que les protéines ne se valent pas toutes d'un point de vue qualitatif. En effet, celles-ci vont très largement dépendre de leur composition en AA. Cette qualité va pouvoir être déterminée en fonction de deux facteurs :

- L'efficacité : elle représente la capacité d'une protéine à être utilisée pour la synthèse de protéines endogènes. Elle va être déterminée en fonction de sa valeur biologique qui est elle-même déterminée par sa teneur en AA essentiels. Chaque protéine aura donc une assimilation qui lui est propre en fonction de sa teneur en AA essentiels.

Figure 5 : listes des AA



Source : <https://www.laboratoire-lescuyer.com/blog/micronutrition/les-acides-amines-essentiels>

- La digestibilité : évaluée par un coefficient d'utilisation digestive qui va directement dépendre de la présence ou non de facteurs antinutritionnels tels que les acides phytiques ou des cyanogènes, largement représentés dans le groupe des légumineuses. Ces facteurs antinutritionnels peuvent être à l'origine d'une diminution de l'absorption de certains minéraux comme le magnésium, le zinc ou le fer. [2]

Une fois les AA absorbés et utilisés, vient la question de l'élimination azotée. Elle peut se faire sous forme d'acide urique, d'ammoniaque et de créatinine par voie urinaire, mais aussi par voie fécale pour les protéines non-absorbées, ainsi que par les sécrétions muqueuses issues des épithélia, bien que cela ne représente qu'une part minime de l'élimination des protéines.

Ces pertes sont réalisées en respectant la balance azotée, qui représente la différence entre les dépenses et les apports. Sachant qu'il faut 6,25 g de protéines pour 1 g d'azote, plus l'apport en protéines est important, plus les besoins en azote seront satisfaits et donc plus les dépenses azotées seront importantes.

Au niveau des besoins en protéines, ceux-ci vont varier en fonction de l'âge, du sexe, de l'activité physique ainsi que de la situation pathologique de l'individu. Les besoins fixés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sont de 0,8 g par kilogramme de poids corporel chez l'adulte et 1,1 g/kg chez le sujet âgé qui est plus susceptible d'être atteint de dénutrition. Ceux-ci peuvent monter à 1,6 g/kg pour un adulte pratiquant une activité physique quotidienne importante et même jusqu'à 2 g/kg voir 2,5 g/kg dans des cas extrêmes de sportifs professionnels pratiquant du bodybuilding en compétition. [2]

Ainsi des carences en protéines peuvent se montrer délétères et entraîner des troubles de la croissance chez l'enfant, une altération des défenses immunitaires ce qui augmente le risque d'infections, une ostéopénie chez le sujet âgé, un retard de cicatrisation... En revanche, des apports protéiques trop importants peuvent aussi représenter un risque pour la santé, surtout au niveau de l'appareil urinaire (risque de lithiase, insuffisance rénale...).

Les protéines sont très présentes dans l'environnement qui nous entoure, leurs sources étant plutôt diverses et variées :

- Les viandes, œufs, poissons : les plus riches en protéines. En effet, 100 g de viande apportent en moyenne 20 à 22 g de protéines, un poisson comme le saumon apporte 25 g pour 100 g et un œuf en apporte en moyenne 7 g. De plus, ces aliments représentent la meilleure source d'un point de vue qualitatif également. En effet, les protéines d'origine animale possèdent une excellente valeur biologique du fait de leur teneur importante et variée en AA essentiels (la valeur biologique de l'œuf sert de référence et est noté à 1).
- Les produits laitiers : ils se rapprochent des protéines du premier groupe d'un point de vue qualitatif. En revanche, pour égaler les apports protéiques issus des viandes, les produits laitiers devraient être consommés dans des quantités très importantes (exemples : 100 g d'emmental pour 28 g de protéines ou encore 1L de lait demi-écrémé pour 33 g). Les protéines des produits laitiers sont représentées à 80 % par la caséine (qui, si elle est consommée en trop grande quantité, peut être à l'origine de ballonnements, douleurs abdominales, diarrhées...), le reste étant représenté par des protéines solubles (lactoglobulines et albumines).
- Les légumineuses : outre la présence de facteurs antinutritionnels, les protéines issues de ce groupe sont bien souvent de valeurs biologiques inférieures à celles issues des deux premiers groupes. Aucun aliment issu du milieu végétal ne peut apporter l'ensemble des AA essentiels. Une association de légumineuses y est indispensable. L'apport quantitatif est également inférieur.

- Les céréales : elles permettent l'apport de certains AA essentiels que sont l'isoleucine, la méthionine, la lysine et le tryptophane.
- Les fruits à coque : ils permettent un apport très intéressant en oméga 3 mais également en protéines. Attention cependant à leurs fortes valeurs caloriques. Ils contiennent notamment de l'isoleucine, de la phénylalanine et du tryptophane.
- Le soja : il représente la source la plus concentrée de protéines (100 g de soja apportent 81 g de protéines) et présente une bonne qualité en comportant un bon nombre d'AA essentiels. Assez peu connu et consommé par le public français, cette source de protéines est assez peu représentée.
- Les algues : certaines algues présentent une source intéressante de protéines comme par exemple la spiruline, largement utilisée dans le milieu sportif. [2]

Figure 6 : Teneur en protéines de plusieurs aliments

Aliment	Teneur en protéines pour 100g
Veau (filet)	36,2g
Agneau (filet)	35,5g
Porc (filet)	32,3g
Bœuf (filet)	31g
Poulet (filet, blanc de)	30,4g
Gruyère, comté	30g
Dinde	29,3g
Graines de citrouille	28,8g
Steak haché 5%	28,5g
Saumon	27,3g
Thon	27g
Flétan (poisson)	26,7g
Cacahuètes	26g
Canard (filet)	23,5g
Graines de tournesol	23,4g
Crevette	21,4g
Sardines	21g
Foie d'agneau	21g
Amandes	20g
Œufs	12,6g
Fromage blanc	12,5g
Lentilles cuites	9,1g

Source : <https://www.toutelanutrition.com/wikifit/guide-objectif/condition-physique/plan-alimentaire>

### 3.3. Les micronutriments

Ils sont amenés par l'alimentation en très faible quantité. Bien que leurs apports énergétiques soient négligeables, ils n'en restent pas moins essentiels au bon fonctionnement de notre organisme.

Un déficit en micronutriments est défini par une couverture inférieure à 77 % des besoins nutritionnels moyens. La survenue de troubles clinicobiologiques en cas de déficit trop important sont en général réversibles grâce à une supplémentation. On y trouve 3 principaux groupes : les vitamines, les minéraux et les oligoéléments.

### 3.1 Les vitamines

Les vitamines sont des substances organiques ne pouvant être synthétisées par l'organisme, ou alors en quantité insuffisante. Elles doivent donc être apportées par l'alimentation.

Elles sont classées en fonction de leurs solubilités :

- Vitamines liposolubles : A, D, E et K
- Vitamines hydrosolubles : C et le groupe des vitamines B

#### a) Les vitamines liposolubles

La vitamine A peut être retrouvée sous différentes formes dans l'alimentation : le rétinol (œufs, beurre, foie...) directement utilisable par le corps, le bêta-carotène et la provitamine A (pommes de terre, carottes, épinards...) qui devront être transformés dans l'organisme en vitamine A avant d'être utilisés.

La vitamine A joue un rôle dans : la différenciation cellulaire en stimulant ou en inhibant la transcription de certains gènes, la vision à faible luminosité et le système immunitaire.

Les apports nutritionnels recommandés pour un adulte sont de 700 microgrammes par jour. [5']

La vitamine D est une vitamine particulière au niveau de ses multiples sources disponibles qui ne seront pas exclusivement d'origine alimentaire. Le terme de « vitamine D » recouvre deux composés, l'ergocalciférol (vitamine D<sub>2</sub>, présent dans l'alimentation d'origine végétale) et le cholécalciférol (vitamine D<sub>3</sub> produit par la peau sous l'action des rayons UVB et également présent dans des aliments d'origine animale). Compte tenu de l'importance de la synthèse endogène et des faibles concentrations d'ergocalciférol dans l'alimentation, les principaux dérivés proviennent de la vitamine D<sub>3</sub> d'origine endogène. [6']

Au niveau de l'alimentation, la vitamine D est principalement apportée par des poissons gras, laitages et œufs.

Les rôles de la vitamine D sont également divers :

- Homéostasie phosphocalcique : elle augmente l'absorption du calcium et du phosphate au niveau intestinal tout en augmentant aussi la réabsorption tubulaire du calcium au niveau rénal. Tout cela contribue à la différenciation et à l'activation de cellules souches mésenchymateuses de l'os en ostéoclastes, ce qui, in fine, favorisera une bonne minéralisation osseuse.
- Renforcement du système immunitaire.
- Neuroprotection en participant à la synthèse de facteurs neurotrophiques et neurotransmetteurs.
- Différenciation cellulaire. [6']

Selon l'ANSES, les apports journaliers en vitamine D doivent être de 15 microgrammes par jour pour un adulte. Cependant, ces besoins sont amenés à augmenter avec l'âge. Ainsi, une concentration sanguine de 25(OH)D de 20 ng/ml pour un adulte est suffisante alors que pour une personne âgée, elle devrait plutôt se situer au-dessus de 30ng/ml. Elle peut aussi être à l'origine d'effets indésirables en cas de taux sanguins supérieurs à 60ng/ml sur une période prolongée. [7']

Le terme vitamine E regroupe 8 molécules de structures et activités biologiques variables. On y trouve :

- Les tocophérols (alpha, bêta, gamma et delta) : avec une chaîne phytyle entièrement saturée. Les chaînes se différencient au niveau de la position et du nombre de méthylations sur le noyau phénolique.
- Les tocotriénols (alpha, bêta, gamma et delta) : qui ont une chaîne phytyle avec 3 doubles liaisons et qui, là encore, se différencient par leurs positions et le nombre de méthylations sur leurs noyaux phénoliques. [4]

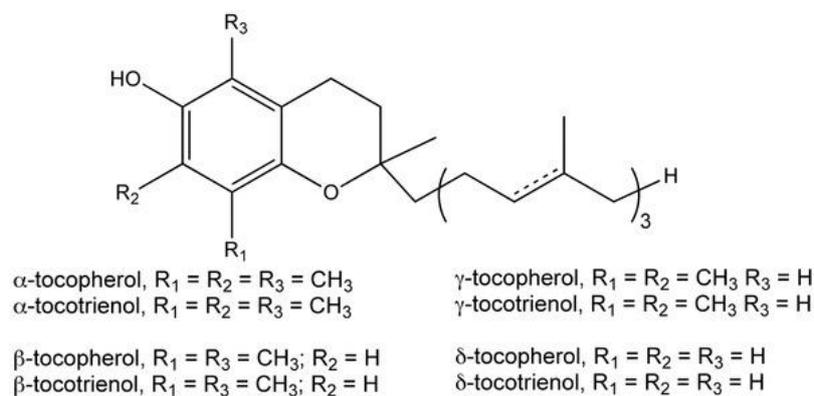


Figure 7 : liste des molécules de vitamine E

Source : <https://www.laboratoire-lescuyer.com/nos-actifs/vitamine-e>

Bien que la molécule représentant l'activité principale de la vitamine E soit l'alpha-tocophérol, celle-ci est encore plus forte lorsque son utilisation se fait sous forme de mélange de tocotriénols et tocophérols.

Là encore, les RNP de vitamines E vont varier en fonction de l'âge :

- Pour un enfant de moins de 9 ans : 6 à 9 mg
- Pour un enfant entre 9 et 14 ans : 12 mg
- Pour un adolescent ; 12 à 15 mg
- Pour un adulte : 15 mg
- Pour une personne âgée de plus de 75 ans : 20 à 50 mg

Ces besoins peuvent aussi être augmentés en cas : de situation pathologiques (athérosclérose, cholestérol élevé...), alcoolisme, tabagisme, forte exposition à la pollution. [4]

Elle est surtout retrouvée dans des huiles et graines végétales (tournesol, soja, maïs...), margarine et fruits oléagineux (noix, noisettes, amandes...).

Bien que de nombreux effets soient à l'étude (cardio, immuno et neuroprotecteurs...), le principal rôle reste celui de protecteur des membranes cellulaires par son puissant pouvoir anti-oxydant. Elle est l'anti-oxydant lipophile le plus abondant dans notre organisme, principalement retrouvée au niveau des membranes de mitochondries. Elle favorise le bon fonctionnement énergétique de nos cellules en captant et en neutralisant les radicaux libres. Elle possède une grande affinité pour les lipoperoxydes, les superoxydes et les hydroxydes, elle protège non seulement les membranes de nos cellules mais également les lipoprotéines de notre organisme. [4]

Par ailleurs, étant lipophile, elle est absorbée au niveau intestinal avec les lipides à hauteur de 30 %. Elle est ensuite transportée jusqu'au foie, là où une partie est directement utilisée pour nourrir les cellules des vaisseaux sanguins. Le reste va transiter grâce aux VLDL pour être stocké au niveau des tissus adipeux et des muscles. Les produits de sa dégradation seront ensuite éliminés par le système urinaire. [4]

Les vitamines K sont majoritairement représentées par la vitamine K1, appelée phylloquinone, les autres formes étant des ménaquinones regroupées sous le nom de vitamine K2, ces dernières se différencient en fonction de leurs chaînes latérales.

Chaque type de vitamine K possède une lipophilie différente, ce qui va directement influencer leur taux d'absorption. Par exemple, la vitamine K1 issue des légumes verts est absorbée à hauteur de 5 à 15 %. C'est pour cela que la vitamine K1 synthétique donnée sous forme de médicament est accompagnée d'un excipient huileux permettant de porter son absorption à un taux d'environ 80 %. Les ménaquinones alimentaires, produites par de nombreuses espèces bactériennes, sont quant à elles quasiment absorbées en totalité à l'exception de celles produites par la flore intestinale. [8']

Grâce à leurs lipophilies, les vitamines K vont être absorbées et transportées par les chylomicrons postprandiaux vers le foie avant d'être incorporées aux lipoprotéines qui vont les délivrer aux tissus périphériques via la circulation systémique. Une grande partie des phylloquinones est éliminée dans les fèces et les urines dans les 3 jours suivant son absorption. Cela explique la faible taille des réserves de vitamine K en comparaison aux autres vitamines liposolubles. En effet, elle est de l'ordre de 1,5 microgramme par kilo. Cette réserve constituée de ménaquinones (90 %) et de phylloquinones (10 %) est essentiellement localisée dans le foie.

La phylloquinone alimentaire est essentiellement apportée par les légumes verts (brocolis, épinards, choux vert...) tandis que les ménaquinones sont retrouvées dans les aliments tels que les fromages et la viande. [8']

Les recommandations actuelles concernant les besoins en vitamines K portent surtout sur les phylloquinones. Actuellement, aucune donnée ne permet de mettre en évidence un quelconque effet secondaire toxique dû à une consommation trop importante en vitamine K. Cependant, la prudence reste de mise chez les patients présentant des problèmes de coagulations. [9']

Les apports journaliers recommandés par l'ANSES sont les suivants :

- Pour un nourrisson : 5 microgrammes/ jour
- Pour un jeune enfant (3-10 ans) : 42- 45 microgrammes/ jour
- Pour un adulte : 79 microgrammes/ jour.

Les vitamines K ont un mécanisme d'action similaire et vont servir de cofacteurs à la gamma glutamyl carboxylase, enzyme impliquée dans la carboxylation de plusieurs protéines contenant des résidus glutamine. La gamma-carboxylation de ces résidus glutamine va les transformer en « glu-protéines » qui, grâce à la formation de ponts calciques, vont se fixer aux phospholipides anioniques pour constituer les complexes stœchiométriques de coagulation. Les principales « glu-protéines » sont :

- Les facteurs vitamines K dépendant de la coagulation : II, VII, IX et X
- Certains facteurs inhibiteurs de la coagulation : protéine C, S et Z
- La matrice carboxy glutamic acid protéine : synthétisée dans les cartilages et parois vasculaires, elle joue un rôle inhibiteur de la calcification des tissus
- GAS 6 : qui est impliquée dans la régulation de la croissance et l'apoptose cellulaire.
- Ostéocalcine. [8']

#### ***b) Les vitamines hydrosolubles***

Commençons par le groupe des vitamines B. Ce dernier est représenté par un ensemble de huit vitamines différentes qui vont avoir plusieurs fonctions tel que : la production d'énergie, de globules rouges, la synthèse de protéines ou encore la réparation et la maintenance des tissus. Ce groupe de vitamines est constitué de :

- La vitamine B1, appelée thiamine : essentielle au bon fonctionnement de la muqueuse intestinale ainsi qu'au métabolisme des glucides, elle favorise aussi le bon fonctionnement du système nerveux. Les apports recommandés sont de 1,3 mg/jour chez l'homme et 1,2mg/jour chez les femmes. Ses principales sources alimentaires sont : les oléagineux, le porc et les levures alimentaires. [10']
- La vitamine B2, appelée riboflavine : elle participe aux processus de lutte contre l'oxydation des cellules ainsi qu'aux métabolisme des macronutriments. L'ANSES recommande un apport journalier de 1,4 mg de riboflavine. Celle-ci est principalement retrouvée dans les produits laitiers, la viande et le poisson. [10']
- La vitamine B3, appelée niacine : elle participe à la lutte contre le vieillissement cellulaire, aux métabolismes des macronutriments ainsi qu'à la bonne synthèse des globules rouges et d'hormones sexuelles. Il est recommandé de maintenir un apport journalier de 14 mg pour les hommes et 11 mg pour les femmes. On la retrouve en plus grande quantité dans les viandes et produits céréaliers. [10']
- La vitamine B5, appelée acide pantothénique : elle participe à la production de globules rouges, à la division cellulaire, la transmission de l'influx nerveux ainsi qu'au métabolisme des lipides, neurotransmetteurs, hormones stéroïdiennes et sexuelles.

L'ANSES recommande un apport de 5 mg/jour. Présent dans une grande majorité des aliments, il l'est particulièrement dans les abats, les graines ainsi que les champignons. [10']

- La vitamine B6, bien que la pyridoxine soit la plus représentée, elle désigne un groupe de six molécules également constituée de pyridoxal, pyridoxamine, phosphate de pyridoxine, phosphate de pyridoxal et phosphate de pyridoxamine. Elles participent à la synthèse de niacine, de l'ADN et de l'hémoglobine. Elles jouent aussi un rôle dans la régulation de la glycémie, le métabolisme des lipides et des AA et favorise la bonne absorption de magnésium. L'apport journalier recommandé est de 1,8 mg chez l'homme et 1,5 mg chez la femme. Ses principales sources alimentaires sont : les poissons, céréales et légumineuses. [10']
- La vitamine B8, appelée biotine : essentielle au maintien de la bonne santé des ongles, cheveux et de la peau, elle participe au bon fonctionnement du système nerveux ainsi qu'à la synthèse de vitamine B9 et B12. Un apport journalier de 50 microgrammes est recommandé. Principalement retrouvée dans les œufs, levure et foie. [10']
- La vitamine B9, appelée acide folique : fondamentale dans la production du matériel génétique et des AA nécessaires à la croissance cellulaire. Elle joue aussi un rôle crucial dans la formation de globules rouges, le fonctionnement des systèmes nerveux et immunitaires. Nécessaire à la production de nouvelles cellules, elle est donc particulièrement importante durant les périodes d'activités métaboliques intenses tel que l'enfance, l'adolescence et la grossesse (les femmes sont généralement supplémentées durant cette période pour diminuer le risque d'anomalie de fermeture du tube neural). L'ANSES recommande un apport journalier de 330 microgrammes chez l'homme et la femme et de 440 microgrammes chez la femme en période périconceptionnelle. Les principales sources alimentaires sont les : foies, jaunes d'œufs, légumes à feuilles vertes... [11']
- La vitamine B12, appelée cobalamine : elle agit sur la cognition, le bon équilibre du système nerveux, la production de globules rouges et le transport d'oxygène. Elle joue aussi un rôle dans le métabolisme des acides nucléiques. L'apport journalier recommandé est de 2,4 microgrammes. Principalement retrouvés dans les abats, poissons et produits laitiers. [10']

Enfin, la vitamine C, ou acide ascorbique, participe à de nombreuses fonctions aussi de l'organisme : protection de la paroi des vaisseaux sanguins, bonne assimilation du fer, action antioxydante, cicatrisante... Cependant, elle reste le plus souvent associée à la notion d'immunité et est facilement conseillée en cas de fatigue persistante ou d'infections à répétition. [12']

Elle exerce son action en : soutenant la fonction de barrière épithéliale contre les agents pathogènes, s'accumulant dans les globules blancs (notamment les neutrophiles) ce qui améliore leurs capacités de destruction microbienne, elle est également nécessaire au mécanisme d'apoptose cellulaire.

L'Homme est un des rares mammifères ne pouvant pas synthétiser de vitamine C. Étant également incapable de réellement la stocker, il doit satisfaire ses besoins quotidiens en la puisant dans son milieu environnant. Son niveau d'absorption est élevé au niveau de l'intestin.

Cependant, ce mécanisme est saturable et celle-ci se verra diminuer pour des valeurs supérieures à 180mg/j. Son élimination va ensuite être assurée par les voies urinaires. [12']

L'ANSES estime ses RNP à 110 mg/jour chez les hommes et les femmes adultes. Ces besoins sont augmentés chez les femmes enceintes (120 mg/jour), allaitantes (170 mg/jour) mais aussi dans certaines situations pathologiques (fracture, cancers, infections...) ou en fonction du mode de vie (tabagisme, alcoolisme, activité physique intense...).

Les études épidémiologiques (SU.VI.MAX, 1994) ont démontré que la concentration sanguine optimale de vitamine C est comprise entre 8 et 14 mg/L chez l'adulte. Cette concentration permet d'atteindre le pouvoir antioxydant maximal nécessaire à la protection vis-à-vis des risques de maladies neurodégénératives, cardiovasculaires, de cancers, cataracte... [13']

Des situations de déficience (concentration sanguine comprise entre 2,5 et 8 mg/L) ne sont pas rares et peuvent être à l'origine d'amaigrissement, fatigue ou encore de perte d'appétit. En revanche, un état de carence (concentration sanguine inférieure à 2,5 mg/L) peut conduire à une pathologie bien spécifique appelée scorbut. Elle fut un terrible fléau entre le XVIème et XXème siècle, causant une forte mortalité chez les marins notamment. Elle se manifeste par des œdèmes et des hémorragies pouvant entraîner la mort au bout de plusieurs mois. Bien que très rare dans des pays évolués comme le nôtre, cette maladie est encore bien présente dans certains pays peu développés. [13']

La vitamine C est présente dans de nombreux végétaux en quantités variables : orange (70 mg/fruit), poivron rouge (95mg pour 125 ml), brocoli (52mg pour 125ml) ...

Cependant il convient de préciser que la vitamine C est la plus fragile des vitamines. Étant sensible à l'eau, la chaleur, l'air et la lumière, le choix des modes de cuisson et de stockage est crucial afin d'en limiter les pertes au maximum. [13']

### *3.3.2 Les macro-éléments minéraux et micro-éléments minéraux*

Les composés minéraux sont à l'origine de 4 à 5% du poids de notre corps. Il n'existe pas de différence à proprement parler entre macro et micro minéraux si ce n'est leurs proportions dans notre organisme. En effet, ces composés sont appelés oligoéléments, lorsque présents en très faible quantité, et sels minéraux lorsqu'ils sont présents en plus grandes quantités dans l'organisme. Censés être apportés en quantité suffisante par une alimentation saine et variée, certains d'entre eux sont indispensables à notre santé et permettent le bon fonctionnement de notre organisme. Nous allons voir que leurs sources sont variables, ainsi que les besoins qui diffèrent en fonction de l'âge, du sexe et de notre mode de vie. [14']

### *a) Les macro-éléments minéraux*

Commençons par le calcium, qui est le sel minéral le plus présent dans notre corps, à hauteur de 1000 à 1500 g chez l'adulte. Il possède de nombreuses fonctions telles que : essentiel dans le renouvellement et donc la solidité osseuse, rôle important dans l'influx nerveux, la contraction musculaire, la coagulation sanguine et le fonctionnement du muscle cardiaque, il représente aussi un constituant essentiel des dents.

Les apports recommandés s'élèvent à 10 mg par kilo par jour chez l'adulte. Ses principales sources alimentaires sont : les laitages, fromages à pâtes dures (ex : parmesan), fruits secs (ex : amande), mollusques... Le calcium apporté par les aliments est absorbé dans l'intestin avant d'être éliminé dans les urines, selles et la sueur. [5]

Sur le long terme, un apport insuffisant en calcium peut conduire à une libération osseuse de calcium pour maintenir un taux sanguin de calcium constant ce qui provoque une décalcification avec fragilisation osseuse. Cela peut aussi entraîner des troubles au niveau des dents, de la peau et des phanères entre autres. A l'inverse, un apport trop important en calcium peut diminuer l'assimilation d'autres sels minéraux (zinc, fer, magnésium) et favoriser l'apparition de calculs rénaux chez des personnes prédisposées. [5]

Le chlore, sous forme de sel appelé chlorure, est présent dans le corps humain à hauteur de 8,5 grammes chez un adulte pesant 75 kg. Le chlorure est surtout présent dans le liquide extracellulaire et représente un facteur important pour équilibrer les quantités d'eau à l'intérieur et extérieur des cellules. Il est aussi impliqué dans la régulation du pH sanguin et sert également à fabriquer de l'acide chlorhydrique au niveau de l'estomac.

Bien que ni l'ANSES, ni l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA) n'aient déterminées de RNP, le chlorure est abondant dans l'alimentation sous forme de chlorure de sodium (1 g de sel correspond à 600 mg de chlorure et 400 mg de sodium) à tel point qu'il excède nos besoins. Les aliments contenant le plus de chlorure sont les aliments très salés : charcuterie, fromages, plats en sauces ... [15']

Un apport excessif augmente les risques de cancer de l'estomac dû à une irritation de la muqueuse gastrique ce qui facilite sa colonisation bactérienne. Un apport trop important en chlorure favorise l'augmentation de la tension artérielle (le sodium apporté sous d'autres formes tel que le bicarbonate de sodium, ne semble pas avoir d'impact sur la tension artérielle). Un déficit d'apport, bien que très rare mais possible dans certaines situations pathologiques, peut entraîner des crampes ainsi qu'une fatigue physique. [15']

Le corps humain contient en moyenne 30 g de magnésium, essentiellement fixé aux os sous forme de phosphates ou de bicarbonates. Le magnésium participe à la transmission de l'influx nerveux, la formation des os, la stabilité structurelle des enzymes et la régulation du rythme cardiaque.

L'ANSES estime les RNP à 380 mg/jour pour un homme adulte et 300 mg/j pour la femme. Ces besoins sont augmentés chez les personnes âgées. Le magnésium peut provenir de nombreuses sources alimentaires, dont les principales sont : les céréales complètes, les fruits secs, le chocolat...

Une carence en magnésium peut être à l'origine de crampes, fatigue, nervosité, faiblesse musculaire... Un apport trop important, bien que relativement rare, peut se traduire par une diminution de la tension artérielle, des nausées ou une somnolence. [16']

Le phosphore est présent à hauteur de 700 g dans l'organisme. Il intervient dans l'absorption et la transformation de bon nombre de nutriments. Il est nécessaire à la régulation de l'équilibre acido-basique. Associé au calcium, il participe également à la minéralisation du squelette et des dents.

Les RNP sont fixées par l'ANSES à 550 mg/j chez l'adulte. À noter que celles-ci sont généralement largement couvertes par l'alimentation. Le phosphore est présent dans de très nombreux aliments. Ceux qui en contiennent le plus sont : les œufs, les oléagineux, les abats et la viande.

Grâce à sa large répartition, une carence en phosphore est exceptionnelle mais peut être causée par de l'alcoolisme chronique ou des traumatismes majeurs. Celle-ci peut se révéler être à l'origine de fourmillements ou de crampes. [9']

Le potassium possède un rôle majeur dans la transmission nerveuse, la contraction musculaire, la sécrétion de l'insuline, le maintien de l'équilibre acidobasique et la fonction cardiaque.

Les RNP sont de 3500 mg/jour chez l'adulte. Elles sont principalement retrouvées dans des aliments comme : les légumes, les bananes, les produits laitiers et le chocolat.

Des apports trop importants peuvent occasionner une hyperkaliémie, souvent asymptomatique, elle peut entraîner quelques épisodes de faiblesses musculaires. Inversement, une hypokaliémie, peut provoquer des troubles du rythme cardiaque, des crampes, de la fatigue et une polyurie. [9']

Le sodium existe sous différentes formes telles que le bicarbonate de sodium, le carbonate de sodium mais la forme la plus courante est le chlorure de sodium (NaCl). Le sodium joue un rôle déterminant dans la régulation de la pression osmotique, l'absorption intestinale d'AA, de glucose et de l'eau ainsi que dans leurs réabsorptions terminales au niveau rénal. Il sera ensuite principalement éliminé par voie urinaire et par la transpiration.

Les RNP sont de 1500 mg/jour chez l'adulte. Elles sont principalement apportées dans l'alimentation sous forme de chlorure de sodium à travers le sel de table, la charcuterie, le fromage et les plats en sauce.

Des apports trop élevés vont provoquer la soif et une hypernatrémie qui peut être à l'origine de crampes voir de convulsions ou coma dans des situations extrêmes. Des apports trop élevés en NaCl peuvent être néfastes pour les reins et favoriser l'apparition d'hypertension artérielle. À contrario, des apports trop faibles peuvent être responsables d'œdèmes cérébraux, de nausées ou de pertes de connaissance. [9']

### b) Les micro-éléments minéraux

Comme dit précédemment, les oligoéléments entrent en proportion infinitésimales dans la composition de l'organisme. Un bon nombre peuvent être ingérés sous forme de compléments alimentaires. Cependant, certains d'entre eux peuvent s'avérer toxiques si ingérés en trop grande quantité (sélénium, fluor, lithium...). [14']

Figure 8 : tableau représentant l'ensemble des oligoéléments ainsi que leurs principales sources alimentaires et leurs besoins journaliers

Eléments	Besoins journaliers	Principales sources alimentaires
Silicium	25 mg	Céréales, fibres végétales, radis
Fer	15 mg	Viandes et abats, boudin, fruits de mer, soja
Zinc	15 mg	Poissons, huîtres, et crustacés, ufs, légumes secs
Cuivre	3 mg	Foie, champignons, fruits de mer, poissons
Manganèse	3 mg	Noix, riz complet, légumes secs, thé
Lithium	2 mg	Céréales, légumes verts, oeufs, poissons, viandes
Fluor	1 mg	Tomates, endives, cerises, poissons, eaux minérales
Nickel	0,30 mg	Légumes secs, céréales, riz, thé, café
Vanadium	0,3 mg	Huiles végétales
Molybdène	0,3 mg	Haricots, riz, pâtes, légumes secs, cacao
Iode	0,20 mg	Poissons et fruits de mer, haricots verts
Chrome	0,15 mg	Foie, céréales complètes, sucre non raffiné, miel, thé
Sélénium	0,15 mg max	Viandes, poissons, fruits de mer, soja
Cobalt	0,02 mg	Foie, noix, légumes, céréales, fruits de mer, bière
Arsenic	0,01 mg max	Fruits de mer, crustacés
Argent	traces	Très peu étudié
Or	traces	Très peu étudié
Etain	traces	Poissons, viandes, pois, épinards, asperges

Source : <https://www.fichier-pdf.fr/2019/09/21/tableau-oligo-elements/>?

#### 4) Outil d'aide à la mesure et évaluation de la qualité nutritionnelle des aliments : le Nutri-Score

Le Nutri-Score fût créé et mis en place en France au cours de l'année 2017. Santé Publique France a créé ce système d'étiquetage nutritionnel, qui peut être déposé à l'avant des produits par leurs producteurs, à la suite d'une demande du ministère de solidarité et de la santé.

Il a été conçu en se basant sur l'expertise de l'ANSES et du Haut Conseil de la Santé Publique ainsi que sur les travaux du Professeur Serge HERCHERG. Il a pour objectif de faciliter la compréhension des informations nutritionnelles par les consommateurs et ainsi les aider à faire un choix éclairé, toujours dans le but d'améliorer la qualité nutritionnelle alimentaire de la population française. [18']

Le logo est attribué sur le principe d'un score déterminé en prenant compte, pour 100 ml ou 100 grammes d'un aliment, des teneurs en nutriments à limiter (calories, sel, sucre, acide gras saturé) et à favoriser (protéines, fibres, acides gras poly-insaturés...). Le score ensuite obtenu permet d'attribuer à l'aliment une lettre, allant de A à E, et une couleur, du vert foncé au rouge.



Figure 9 : le Nutri-Score

Source : <https://www.pharmagence.com/le-nutri-score-concu-dans-le-cadre-du-programme-national-nutrition-sante/>

Cependant, cet outil fait parfois preuve de certaines incohérences par le passé... On pouvait par exemple retrouver des chips avec un Nutri-Score de C (alors que ceux-ci n'apportent pas grand-chose si ce n'est du sel et des acides gras saturés), le Pepsi max avec un Nutri-Score de B et serait donc plutôt bon pour la santé alors que l'huile d'olive se trainait un Nutri-Score de D... Cela a fini par entraîner une réévaluation du Nutri-Score courant 2023. Elle a pour but de valoriser les poissons gras comme le saumon ainsi que les huiles moins riches en acides gras saturés comme l'huile d'olive, de colza et de noix par exemple. Les aliments tels que les céréales et les produits laitiers bénéficieront aussi d'une meilleure différenciation entre ceux qui sont sucrés et ceux ne l'étant pas. [18']

## B) Surpoids et obésité

### 1) Définitions et état des lieux

L'OMS définit le surpoids comme « l'état d'une personne présentant un excès de masse grasseuse pour une stature donnée supérieure à la normale, caractérisé par un IMC compris entre 25 et 30 kg/m<sup>2</sup> ». Cette accumulation de graisse peut être à l'origine de risques pour la santé. L'obésité est définie par un IMC supérieur à 30 kg/m<sup>2</sup> dû à une accumulation de graisse excessive en quantité supérieure à celle du surpoids. Elle est aujourd'hui considérée comme une maladie chronique de la nutrition entraînant un mal être physique et aussi, bien souvent, psychologique et social. [19']

Auparavant épargné par l'épidémie de l'obésité observée à l'échelle mondiale grâce à leur mode de vie, les français ne sont aujourd'hui plus épargnés.

D'après l'OMS, le nombre de personnes atteintes d'obésité dans la population mondiale a triplé depuis 1975. En 2016, 26 % (soit 1,3 milliard) de la population adulte était en surpoids et 13 % (soit 650 millions) était atteinte d'obésité. Ce fléau touche également les enfants et adolescents, âgés entre 5 et 19 ans, avec 340 millions de cas de surpoids ou d'obésité. [19']

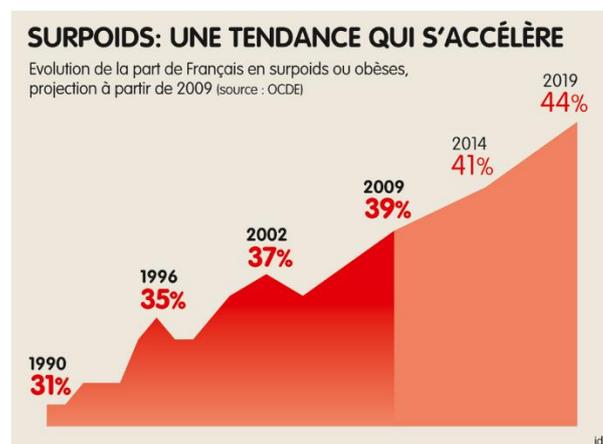


Figure 10 : courbe représentant l'évolution du surpoids et de l'obésité selon l'OCDE

Source : OCDE

En France, selon l'enquête d'obEpi-ligue contre l'obésité publiée le 30 juin 2021, l'IMC moyen était de 25,5 soit sensiblement équivalent à celui établi en 2012 (25,4) lors de leur précédente enquête, mais la différence se trouve dans les détails : en effet, la part d'adulte français en surpoids ayant diminué (30,3 % contre 32% en 2012), celle de français obèses a augmenté passant de 17% à 19%, touchant ainsi plus de 8,5 millions d'adultes. [20']

On y observe certains gradients en fonction du :

- Sexe : bien que cet écart ait tendance à se réduire, les femmes (17,4%) sont toujours plus touchées que les hommes (16,7%).
- Age : on constate 19,9 % de personnes obèses pour la tranche des plus de 65 ans contre « seulement » 9,2% pour les 18-24 ans.
- Classe socio-professionnelle (figure11): on retrouve ainsi 18 % d'obésité chez les ouvriers contre 9,9 % chez les cadres. [20']

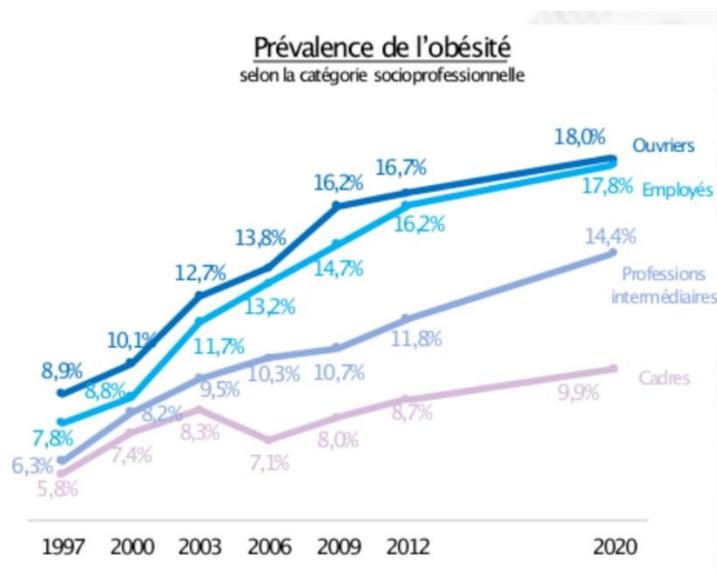


Figure 11 : répartition des cas d'obésité en fonction de la classe socioprofessionnelle, d'après l'étude obEpi 2020

Source : <http://www.senat.fr/rap/r21-744/r21-7443.html>

Les jeunes français sont également touchés, on retrouve ainsi 34 % des enfants entre 2 et 7 ans et 21 % des 8-17 ans en situation de surpoids ou d'obésité. Il est intéressant de noter que les auteurs de l'étude relèvent une surreprésentation des enfants de parents eux-mêmes en surpoids ou obésité ainsi qu'une surreprésentation des enfants issus de catégorie populaire ou avec des parents inactifs ou au chômage (comme le montre le tableau figure 12). [20']

Figure 12 : répartition des taux d'obésité et de surpoids chez les enfants en fonction des classes socio-professionnelles des parents selon DREES-DGESCO

Tableau 2 : Prévalences du surpoids et de l'obésité selon le groupe social des parents

Groupe social des parents	Classes de Grandes sections de maternelle 2012-2013		Classes de CM2 2007-2008		Classes de 3 <sup>ème</sup> 2008-2009	
	Surpoids	Obésité	Surpoids	Obésité	Surpoids	Obésité
Cadres	5,9%	1,3%	8,8%	0,8%	10,2%	2,3%
Professions intermédiaires	7,8%	2,4%	14,2%	2,2%	12,6%	2,1%
Agriculteurs, commerçants, chefs d'entreprise	9,0%	4,8%	17,5%	3,9%	15,3%	3,9%
Employés	9,5%	4,8%	16,6%	4,4%	14,9%	5,0%
Ouvriers	9,8%	5,8%	17,5%	7,0%	15,7%	6,5%
<b>Ensemble</b>	<b>8,4%</b>	<b>3,5%</b>	<b>14,8%</b>	<b>4,0%</b>	<b>14,2%</b>	<b>3,4%</b>

Champ : France

Source : DREES-DGESCO-Enquêtes nationales de santé auprès des élèves. Élèves des classes de 3<sup>ème</sup> (2008-2009) , de CM2 (2007-2008), de Grandes sections de maternelle (2012-2013)

## 2) Méthodes d'évaluations de l'état nutritionnel

### *L'Indice de Masse Corporelle (IMC)*

Cette méthode de mesure est très certainement la plus répandue et utilisée dans le monde. Elle permet d'estimer la corpulence d'une personne et se calcule en fonction du poids et de la taille ; la formule employée est la suivante : **poids (en kg) / (taille (en m))<sup>2</sup>**.

Un IMC normal est compris entre 18,5 et 24,9. On parle de maigreur pour tout IMC inférieur à 18,5. À contrario, le surpoids se situe entre un IMC de 25 et 29,9 et l'obésité pour des valeurs d'IMC supérieures à 29,9. On retrouve trois stades distincts concernant l'obésité : modéré (IMC entre 30 et 34,9), sévère (IMC entre 35 et 39,9) et très sévère ou morbide (IMC supérieur à 40). [21']

Figure 13 : classification de l'IMC selon la HAS

	IMC en kg/m <sup>2</sup>
Poids normal	18,5-24,9
Surpoids	25-29,9
Obésité classe I	30-34,9
Obésité classe II (sévère)	35-39,9
Obésité classe III (massive)	≥ 40

Source : <https://formathon.fr/Formathon/523/le-suivi-apres-chirurgie-bariatrique>

Cependant, cet outil de mesure présente certaines limites comme le fait qu'il ne puisse être utilisé que chez l'adulte entre 18 et 65 ans. De plus, il ne donne aucune indication concernant la composition corporelle. En effet, une personne très musclée aura un IMC au moins supérieur à 25 alors que sa masse grasse sera à un niveau très bas (ex : bodybuilder). On peut aussi retrouver des personnes avec un IMC compris entre 20 et 25 mais avec une masse musculaire très faible et une masse grasse bien élevée, ce qui n'est pas gage de bonne santé.

### ***Rapport taille/hanches***

Cette méthode consiste à rapporter la mesure du tour de taille sur celle du tour de hanches. Ce rapport se mesure au niveau de la partie la plus large des fesses tandis que le tour de taille se mesure en prenant la circonférence de notre taille, en se positionnant au-dessus du nombril. Un surpoids sera diagnostiqué en cas de rapport supérieur à 0,85 chez une femme et 1 chez l'homme.

Bien que cette méthode ne nous donne pas un pourcentage de masse grasse, elle permet tout de même d'avoir une idée de la composition corporelle du sujet.

### ***Impédancemétrie***

Elle repose sur la capacité de conduction électrique des tissus traversés. La masse grasse étant faiblement pourvue en eau et électrolytes, celle-ci est donc peu conductible. Les résultats varient en fonction de l'âge, du sexe, de l'état d'hydratation et de l'origine ethnique. Elle fournit une mesure de la masse grasse avec une erreur de l'ordre de +/- 5%. [22']

### ***Infra-rouge***

Basée sur l'absorption et la réflexion du rayonnement lumineux infrarouge en fonction de la composition biochimique des tissus. Les variations d'absorption du rayonnement permettent d'évaluer l'épaisseur et la nature des tissus traversés. Cette méthode permet d'obtenir une mesure de la masse grasse avec une marge d'erreur également de l'ordre de +/- 5%. [22']

### ***Mesure des plis cutanés :***

Ceux-ci doivent être réalisés sur l'hémicorps droit, peu importe que le sujet soit gaucher ou droitier. Les mesures doivent être prises au niveau des plis : bicipital, tricipital, sous-scapulaire et supra iliaque (figure 14). Le sujet doit être en relaxation complète sans contraction du muscle sous-jacent et avec le membre concerné complètement détendu. Les mesures doivent être réalisées avec la pince de Harpenden qui est la seule pince ayant fait l'objet d'études de validation. [22']

Figure 14 : mesure des plis cutanés



Source : <https://www.irbms.com/methode-mesure-plis-cutanes-sportif/amp/>

Il existe ensuite plusieurs équations permettant de déterminer la densité corporelle (DC) en fonction de ces mesures. La plus utilisée est celle de DURNIN et WOMERSLEY qui correspond à :

$$DC = C - [M (\log_{10} \Sigma 4 \text{ plis})]$$

DC: densité corporelle

C et M : constantes données en fonction de l'âge et du sexe de l'individu

Ces données permettent ensuite de, calculer le pourcentage de masse grasseuse, en utilisant l'équation de SIRI selon laquelle :

$$\%MG = (495/DC) - 450$$

In fine, cette méthode permet d'obtenir une mesure de la masse grasseuse avec une marge d'erreur de l'ordre de +/- 3,5%. À noter qu'il existe certains facteurs de variations tel que l'âge, le sexe et l'origine ethnique. [23']

### ***Hydro-densitométrie***

L'hydrodensitométrie permet de déterminer la DC en se basant sur le principe d'Archimède, selon lequel la densité est égale à la masse divisée par le volume. Le poids et le volume corporel sont déterminés par immersion complète du corps dans l'eau. L'équation de SIRI permet ensuite de convertir la DC en pourcentage de masse grasse avec une marge d'erreur de +/- 2,7%.

Une méthode similaire appelée pléthysmographie consiste à mesurer les variations du volume d'air, en lieu et place de l'eau. [22']

### ***Absorptiométrie biphotonique à rayons X (DEXA)***

C'est la méthode la plus précise de mesure de la masse grasse. Elle repose sur l'analyse de la composition corporelle par un rayonnement X, permettant de déterminer la minéralisation osseuse et donc indirectement le pourcentage de masse grasse. Elle a l'avantage de permettre des analyses segmentaires, ses mesures sont peu modifiées par l'état d'hydratation et cette méthode est relativement rapide avec une bonne sensibilité et reproductibilité. En revanche peu d'appareils sont disponibles en raison de leurs coûts, de plus, il n'est pas adapté aux cas d'obésité morbide ou de patient non mobilisable. On obtient une mesure comprenant une marge d'erreur de +/- 1,8%. [22']

### ***Imagerie IRM et Tomodensitométrie – Méthodes isotopiques***

Particulièrement performante mais inutilisable en pratique pour cause de manque de disponibilités et coût trop onéreux... [22']

## **3) Causes du surpoids et de l'obésité**

Le surpoids et l'obésité sont des pathologies d'origines multifactorielles. Ils sont principalement dus à une profonde évolution de notre rythme de vie avec une réduction importante de l'activité physique et une alimentation très largement industrialisée devenue trop riche en acide gras saturés et en sucres. Cela provoque un déséquilibre de notre balance énergétique avec des apports caloriques excessifs et des dépenses insuffisantes. Cependant, nous allons voir que des facteurs génétiques ou psychologiques ainsi que des traitements ou des maladies peuvent favoriser leur survenue. [24']

On constate parfois une alimentation « pansement » chez des personnes présentant des troubles anxieux, dépressifs ou traversant des périodes de difficultés psychologiques ou sociales. Par ailleurs, l'alimentation peut aussi être considérée comme moyen de substitution de l'apport de plaisir chez des personnes en sevrage tabagique. Le problème étant que cette alimentation pansement est souvent très sucrée et mauvaise pour la santé. Cela peut parfois entraîner des troubles du comportement alimentaire allant du simple grignotage à des crises de boulimie hyperphagique.

Par ailleurs, il est important de noter qu'une diminution du temps de sommeil ou encore une consommation trop importante d'alcool peuvent favoriser la survenue de surpoids ou d'obésité. [24']

En outre, le surpoids et l'obésité peuvent aussi être dus à un dérèglement hormonal tel qu'une hypothyroïdie ou une hypercortisolémie.

De même, la prise de certains médicaments antidiabétiques, antidépresseurs ou encore antiépileptiques peuvent être associés à une prise de poids.

Des facteurs génétiques peuvent parfois intervenir dans le développement de surpoids ou d'obésité. Ainsi, les enfants ayant des parents obèses ont plus de risques de développer une obésité à l'âge adulte.

Des maladies génétiques rares telles que l'obésité monogénique peuvent en être la cause.

Enfin, certaines périodes de la vie comme une grossesse ou la ménopause favorisent la prise de poids. [24']

#### 4) Impact sur la santé

Bien que certains de détérioration de la santé puissent apparaître dès un surpoids, c'est surtout au stade de l'obésité que les répercussions sur la santé physique sont importantes.

L'obésité est aujourd'hui le cinquième facteur de décès mondial. C'est un facteur de risques majeurs dans le développement de nombreuses autres pathologies. Au début du siècle, on estimait que l'augmentation de l'IMC était responsable de 2,8 millions de décès (ce chiffre pouvant monter jusqu'à 6 millions si on y ajoute le facteur d'inactivité physique). Cela en fait le deuxième facteur de risque de décès dans le monde juste derrière l'hypertension artérielle mais devant le tabagisme entre autres facteurs. L'obésité est en effet à l'origine de plusieurs problèmes de santé parmi lesquels on retrouve :

- Le diabète de type 2 : le risque de développer ce diabète étant proportionnel à la corpulence, le congrès de l'European Cardiology Society de 2020 avait démontré que les personnes avec un IMC de 35kg/m<sup>2</sup>, avait un risque de diabète 11 fois plus élevé que les personnes avec un IMC compris entre 20 et 25.
- Les apnées du sommeil, asthme et symptômes d'essoufflement sont plus fréquents chez les sujets obèses.
- Les troubles du système cardiovasculaire : des pathologies comme l'insuffisance cardiaque, l'hypertension artérielle et les pathologies coronariennes sont d'apparition largement plus courante chez les personnes obèses.
- La stéatose-hépatique non alcoolique : grandement provoquée par une alimentation de mauvaise qualité sur le long terme.
- Les cancers : plusieurs cancers tels que ceux du côlon, de l'endomètre, de l'œsophage ou encore des reins. [25']

En plus de graves conséquences sur la santé physique, les problèmes de poids peuvent avoir des conséquences sur la santé mentale. Par ailleurs, il a récemment été démontré que ces problèmes pouvaient être la cause ou la conséquence de troubles psychiques et mentaux. Par exemple, la dépression est plus fréquente chez les patients obèses. Cette pathologie ayant directement un impact sur la façon de manger, la personne aura plus tendance à s'orienter vers la « malbouffe ». Accompagné d'une fatigue physique et morale, le patient verra aussi son niveau d'activité physique diminuer, ce qui contribuera à augmenter son poids. Dans le même temps, les problèmes de poids sont souvent associés à une mauvaise image de soi, entraînant une stigmatisation sociale pouvant être à l'origine de dépression.

De nombreux autres troubles tels que des troubles de l'anxiété, bipolaires, cognitifs sont également associés aux problèmes de poids.

L'ensemble de ces pathologies pousse le sujet obèse, voire un sujet non obèse en surpoids, dans un cercle vicieux. Ces pathologies sont souvent multifactorielles, chroniques et mêlent facteurs génétiques et environnementaux, entraînant *in fine*, une mise à l'écart de la société. [25']

## 5) Traitements

### 5.1 Médicamenteux

L'orlistat 120mg (Xenical) est le médicament le plus ancien, en France, dans le traitement des problèmes de poids, utilisé maintenant depuis plus d'une dizaine d'années. Il permet de bloquer les enzymes digestives à l'origine de l'absorption des graisses. En moyenne, l'absorption des graisses alimentaires va être diminuée de 30 %.

Ce traitement ne doit pas dépasser 12 semaines dans le cas où le patient n'a pas perdu au moins 5 % de son poids. De manière générale, ce médicament ne doit pas être pris pendant plus de 6 mois. [26']



Figure 15 : le médicament Xenical

Source : <https://lasante.net/nos-medicaments/forme-et-vitalite/surpoids/xenical-120-mg-gelules-x-120.html>

Le deuxième et dernier médicament bénéficiant actuellement d'une AMM dans cette indication en France est le liraglutide 3 mg (Saxenda). Disponible à ce dosage depuis 2021. Il était déjà disponible auparavant au dosage de 6 mg pour le traitement des patients diabétiques. En plus de son effet anti-hyperglycémiant, il exerce une action anorexigène favorisant la perte de poids pondérale. Cette action du liraglutide sur l'appétit est due à une stimulation de récepteurs GLP-1 situé dans l'hypothalamus, principalement au niveau du noyau arqué.

L'étude SCALE a permis de constater une perte de poids moyenne de 7,2 kg en 20 semaines. Il est quand même important de préciser que, dans cette étude, le traitement médicamenteux était accompagné d'une activité physique minimale de 150 minutes par semaine et d'un traitement hygiéno-diététique entraînant un déficit calorique de 500 kcal par jour. [27']



Figure 16 : le médicament Saxenda

Source : <https://compendium.ch/fr/product/index/1339731-saxenda-inj-los-6-mg-ml>

Ces médicaments ne sont pas remboursés par l'assurance maladie mais peuvent être prescrits par des médecins dans deux cas :

- Patient souffrant d'obésité
- Patient ayant un IMC d'au moins 28 kg/m<sup>2</sup> avec présence de facteurs de risque (HTA, diabète, hypercholestérolémie...)

De plus, ils doivent toujours être accompagnés de règles hygiéno-diététiques et peuvent être à l'origine d'effets indésirables tel que nausées, vomissements, diarrhées, constipation...

## 5.2. Chirurgicaux

Les interventions chirurgicales représentent les solutions de derniers recours et ne peuvent être réalisées que chez des patients de 18 à 60 ans avec un IMC supérieur à 40 kg/m<sup>2</sup> ou compris entre 35 et 40 si au moins une complication y est associée.

Différentes techniques opératoires existent. Ainsi, on retrouve : la pose d'un anneau gastrique, la gastrectomie longitudinale communément appelée « sleeve » (qui consiste à une ablation partielle de l'estomac) et le « bypass » (restriction gastrique associée à une dérivation du tube digestif qui entraîne une malabsorption des nutriments).

Elles ne peuvent être envisagées qu'en cas d'échec préalable de prise en charge médicalisée de plusieurs mois. Elles ne sont pas anodines et nécessitent une bonne préparation physique et psychologique du patient. Elles s'accompagnent de longs processus post-opératoire incluant des programmes d'éducation diététique et de l'activité physique. [28']

### *5.3. Diététiques*

Une constante est présente dans tous les traitements précédemment cités : les règles hygiéno-diététiques. Cela montre la place primordiale qu'occupe notre alimentation concernant notre santé. C'est donc tout naturellement vers les régimes que les patients se tournent en premier pour perdre du poids. Il en existe des tas, de toutes sortes, dont certains permettent une perte de poids rapide et importante. Les prochaines parties de mon travail porteront sur un groupe spécifique d'entre eux : les régimes hyperprotéinés.

## **PARTIE 2**

# **MISES EN PLACE DE DIVERS RÉGIMES HYPERPROTÉINÉS AINSI QUE LEURS BÉNÉFICES DANS LE CADRE DE LA PERTE DE POIDS**

### **A) Historique des régimes hyperprotéinés**

Durant les années 1970, de nombreuses études sont menées concernant les régimes alimentaires. La problématique à chaque fois retrouvée est : comment maigrir rapidement en perdant sa masse grasseuse, tout en maintenant son niveau de masse musculaire ?

À cette époque, les régimes dits de « très basses calories » avaient déjà prouvé leur efficacité dans le cadre de la perte de poids. Cependant, le problème se trouve dans la composition de cette perte de poids. En effet, la trop grande quantité de masse musculaire perdue ne rend pas ces régimes très intéressants sur le plan qualitatif... [7]

C'est alors que le Professeur Blackburn de l'université d'Harvard va entamer son travail. Celui-ci consiste à combiner un régime « très basses calories » à un apport massif en protéines. Le régime basses calories sera très pauvre en glucides et lipides. Il permettra ainsi de diminuer la masse grasse, alors que la grande quantité de protéines permettra de maintenir la masse musculaire du patient. Les besoins en protéines pour préserver la masse musculaire durant le régime vont être estimés à : 1,2 g/kg/j de poids idéal pour une femme et 1,5 g/kg/j de poids idéal chez l'homme. [7]

À l'origine, ce protocole médical était destiné aux personnes obèses et réservé au milieu hospitalier. Aujourd'hui les régimes hyperprotéinés s'adressent plus aux personnes en surpoids du fait des comorbidités associées.

Durant sa phase d'essais, plusieurs patients décèdent principalement à cause d'atrophie du muscle cardiaque. Cela était dû à la mauvaise qualité des protéines utilisées. En effet, les produits consommés avaient été conçus avec des protéines issues de gélatine animale, très pauvres en tryptophanes, un des acides aminés essentiels utilisés par le muscle cardiaque.

Cependant, les travaux du Professeurs Blackburn vont permettre de mettre en avant certains bénéfices des régimes hyperprotéinés tels que :

- Une satiété d'apparition plus précoce grâce à une importante palatabilité des protéines.
- Une bonne préservation de la masse musculaire
- Une utilisation rapide des graisses stockées lors de la perte de poids. [7]

Depuis, les régimes hyperprotéinés ont bien évolué. Au cours de cette partie, nous allons détailler certains d'entre eux tels que : le régime Dukan, le régime « the zone », et la chrononutrition. Nous aborderons aussi le régime de nos ancêtres de l'époque paléolithique qui, bien que très ancien, se rapprochait déjà d'un régime hyperprotéiné.

## **B) Le régime Dukan**

Ce régime est l'œuvre de Pierre DUKAN, médecin nutritionniste spécialiste du comportement alimentaire et de la rééducation nutritionnelle.

Il mit en place la première méthode de son régime au cours des années 1970 après avoir constaté certaines lacunes dans les régimes basés sur le système des calories. En effet, ses patients maigrissaient trop lentement, se décourageaient, et pour bon nombre, abandonnaient. Cependant, malgré tout le succès rencontré par sa première méthode, celle-ci fut l'objet de certaines critiques, qui jugeait son régime trop dur. En effet, la grande popularité de son régime a entraîné des utilisations abusives. Ainsi, de nombreuses personnes qui n'étaient pas réellement en surpoids ont commencé à l'utiliser. Or, ce régime avait à l'origine été conçu pour la patientèle du Dr. DUKAN qui était, en général, des patients en fort surpoids, en souffrance, avec des problèmes de santé. Ces pathologies et problèmes associés nécessitaient un amaigrissement rapide. Les patients devaient aussi être capables d'accepter la rigueur d'un régime sur la distance. C'est donc pour cela qu'une deuxième méthode, plus adaptée à ce type de profil, fut mise en place : le programme d'escalier nutritionnel. [29']

### **1) Mise en place et principes**

#### *1.1 Le juste poids*

Il s'agit d'un concept créé par Pierre DUKAN, correspondant à l'objectif pondéral qui convient à chacun en fonction de son équation, sa personnalité et son histoire personnelle. Il permet de déterminer un poids pouvant être décentement atteint et conservé. [30']

Le calcul du juste poids intègre des spécificités individuelles permettant de perdre du poids durablement. Il détermine un objectif de poids en fonction de 9 critères personnalisés, plus complexe que l'IMC ou le classique binôme taille/poids. Il tient compte de l'historique personnelle du patient et de paramètres spécifiques tel que : le sexe, l'âge, le poids souhaité, le poids minimum, le poids maximum, le poids de croisière, l'ossature, l'hérédité et le nombre de grossesses pour les femmes.

Le calcul du juste poids est décrit comme utilisant un algorithme complexe et est uniquement disponible sur le site officiel du régime DUKAN (<https://www.regimedukan.com/>). Cependant, il n'y est pas détaillé précisément. [30']

Vous êtes :  Une femme  Un homme

Avez-vous déjà suivi des régimes? :  Oui par le passé  
 Oui en ce moment même  
 Non

Quel est votre poids actuel? :  kg

Par quel moyen? :

Votre taille :  cm

Votre date de naissance :

---

Quel poids souhaitez-vous peser ? :  kg

Quel poids maximum avez-vous pesé ? :  kg 

Quel poids minimum avez-vous pesé ? :  kg 

Quel est votre poids de croisière ? :  kg 

Y a t-il une tendance à grossir dans votre famille ? :  Oui  Non

Combien de régimes avez-vous suivi ? :

Nombre de grossesses ? :  

Ceinturez votre poignet gauche entre le pouce et l'index, vos doigts :

se chevauchent  se touchent  sont éloignés

En rentrant ces valeurs, nous obtenons un juste poids de 73,3kg.

Figure 17 : exemple de calcul de poids idéal pour un homme mesurant 1,83 m et pesant 85 kg d'après l'algorithme du site internet du régime DUKAN

Source : <https://www.regimedukan.com/>

Selon Pierre DUKAN, le calcul de ce juste poids est essentiel au bon déroulement du régime. Il permet de déterminer l'objectif de minceur du patient ainsi que d'établir un programme personnalisé soit en suivant la méthode DUKAN classique, soit en suivant le programme d'escalier nutritionnel, comme nous allons le développer ci-après. [30']

## 1.2 La liste des 100 aliments autorisés à volonté

Le régime DUKAN repose sur le principe d'une liste de 100 aliments pouvant être consommés à volonté durant les différentes phases du régime. Cela doit permettre aux pratiquants de manger jusqu'à satiété tout en perdant du poids. [31']

On retrouve dans cette liste 72 aliments, majoritairement d'origine animale, ayant tous un profil nutritionnel proche, à savoir : riches en protéines mais faibles en glucides et lipides. Ils peuvent être consommés à volonté durant l'entièreté des 4 phases du régime. Nous y retrouvons :

- Viandes maigres : côtes et escalopes de veau, filet de bœuf...
- Volailles : dinde, pigeon, caille...
- Poissons : dorade, espadon, flétan, colin...
- Fruits de mer : calamar, crabe, crevette, gambas...
- Œufs de poules
- Laitages à 0 % de matières grasses : fromage blanc et yaourts maigres nature ou aromatisés, carrés frais 0 %... [31']

Vient ensuite un groupe de 28 aliments d'origine végétale pouvant être consommés à volonté dès la phase de croisière du régime, dans lequel on trouve : artichauts, asperges, betteraves, brocolis, carottes, céleri, choux de Bruxelles, aubergines...

Récemment, certains aliments ont été ajoutés à la liste comme le konjac, à volonté dès la phase d'attaque, et l'huile d'olive et de colza, dès la phase de croisière. [31']

## 2) La méthode classique du régime DUKAN

Elle propose une méthode d'amaigrissement structurée en 4 phases : attaque, croisière, consolidation et stabilisation. Les deux premières phases auront pour objectif la perte de poids tandis que les suivantes permettront au patient de maintenir et stabiliser le juste poids qu'il aura atteint. [8]



Figure 18 : Les quatre phases du régime DUKAN

## *2.1 La phase d'attaque*

Elle est la phase cruciale du régime qui va permettre une perte de plusieurs kilos en seulement quelques jours. Elle est aussi la plus dure, et doit donc être entamée dans une phase de grande disponibilité mentale et physique du patient. Elle peut durer plus ou moins longtemps selon la quantité de poids à perdre mais ne doit jamais dépasser 10 jours. Ainsi, elle devra être maintenue pendant :

- Un jour pour les pertes de moins de 5 kilos
- Trois jours pour les pertes comprises entre 5 et 10 kilos
- Cinq jours pour les pertes entre 10 et 20 kilos
- Sept à dix jours grand maximum pour les pertes de plus de 20 kilos

Durant cette phase, seuls les 72 aliments riches en protéines naturelles précédemment vus sont autorisés. Aucune matière grasse ne peut être ajoutée pour les cuisiner. Une perte de poids comprise entre 1 et 7 kilos peut être espérée durant cette phase. [8]

## *2.2 La phase de croisière*

Cette phase va être composée de deux sous phases : une phase uniquement composée de protéines pures et une deuxième composée de protéines pures ainsi que de légumes issus de la liste des 28 aliments d'origine végétale précédemment abordée.

Bien que le rythme d'alternance soit laissé au choix du patient, le Dr. DUKAN recommande d'alterner ces sous phases tous les jours afin d'éviter l'apparition d'effets indésirables sur le long terme. [8]

Cette phase dure jusqu'à l'atteinte du juste poids ou lorsque le patient est satisfait du poids qu'il a atteint.

Elle marque l'apparition d'un nouveau groupe d'aliments dit « tolérés », dans lequel on retrouve :

- Lait de coco allégé à moins de 15 % de matière grasse (10 cl)
- Crème fraîche allégée à 4 % maximum (30 g)
- Farine de soja (20 g)
- Gaspacho (15 cl)
- Lait de soja (30 cl)
- Maïzena (20 g)
- Saucisse de volaille 10 % (100 g)
- Sirop 0 % (20 cl)
- Yaourt 0 % aux fruits
- Yaourt de soja nature
- ... [8]

### *2.3 La phase de consolidation*

Cette phase a pour but de réintroduire progressivement tous les aliments jusqu'à présent interdits. Sa durée n'est pas fixe et varie en fonction de la perte de poids du patient, elle doit être maintenue 10 jours pour chaque kilo perdu. [8]

Au niveau des aliments pouvant être consommés, on retrouve tous ceux des phases précédentes (liste des 72 protéines pures, liste des 28 légumes, liste des aliments tolérés), avec les aliments tolérés pouvant maintenant être mangés à hauteur de trois par jour, ainsi qu'une liste de nouveaux aliments :

- Pain complet : limité à deux tranches par jour.
- Fromage à pâtes cuites : gouda, mimolette, comté... Limité à une portion par jour. Pour l'instant la consommation de fromages fermentés reste à éviter.
- Fruits : à l'exception des bananes, raisins, cerises et fruits secs. Tous les autres sont autorisés à la dose d'une portion par jour. Une portion correspond à un fruit entier pour ceux de la taille d'une pomme, pour ceux de plus grandes tailles (melon, pastèque...) cela sera une tranche, et pour ceux de plus petite taille cela sera une coupe (fraises, framboises...) ou deux unités (kiwi, abricots...).
- Féculents : limités à deux portions par semaine, il est recommandé de les consommer sous forme complète.
- Les repas de « gala » : au nombre de deux par semaine. Les repas de gala sont en réalité des repas assez mesurés mais pouvant contenir une entrée, un plat, une portion de fromage ou un dessert ainsi qu'un verre de vin. Les aliments jusqu'à présent interdits comme le sucre et les produits riches en matières grasses peuvent y être consommés à condition de ne prendre qu'une assiette de chaque plat.
- Un jour de protéines pures par semaine de préférence le jeudi. Ce jour-là, uniquement les aliments de la phase d'attaque doivent être consommés. Le faire en milieu de semaine, et toujours le même jour, permet de séparer les deux repas de « gala » et de maintenir un écart d'une semaine entre chaque journée de protéines pures. [8]

### *2.4 La phase de stabilisation*

Elle doit être maintenue pendant le reste de la vie du pratiquant. Théoriquement, tous les aliments peuvent y être consommés. Cependant, le Dr. DUKAN propose de respecter quatre mesures permettant de ne pas reprendre tout le poids durement perdu :

- Maintenir son régime alimentaire de la phase de consolidation avec donc les 72 protéines animales, les 28 légumes, les aliments tolérés ainsi que les nouveaux aliments autorisés.
  - Garder un jour de protéines pures par semaine
  - Consommer trois cuillères à café par jour de son d'avoine.
- Marcher au moins 20 minutes par jour. [8]

### 3) L'escalier nutritionnel

L'escalier nutritionnel est une méthode qui a été mise au point pour proposer une alternative plus douce à la méthode DUKAN initiale. Plus progressive, elle a pour unité de mesure la semaine, dans laquelle chaque jour représente une marche. Les semaines sont ensuite reconduites jusqu'à atteindre le juste poids qui aura été préalablement déterminé.

Cette méthode assure pouvoir permettre une perte de poids constante et progressive (700 à 800 grammes/semaine, selon le Dr. DUKAN), tout en intégrant l'apprentissage des bons réflexes alimentaires à adopter pour le reste de la vie. [32']

Chaque jour marque l'entrée dans le régime d'une famille d'aliments supplémentaires, comme le montre la figure 19. Cette méthode est axée sur le principe de « récompense du lendemain » et fournit aux pratiquants une motivation de fer, leurs permettant de tenir sur la durée.

Le régime s'articule de la façon suivante :

- **Lundi** : journée uniquement constituée de protéines naturelles (viandes maigres, volailles, poissons, fruits de mer, œufs de poules et laitages à 0 %) comprises dans la liste des 100 aliments autorisés. Ils sont disponibles à volonté, sans limitation de quantité.
- **Mardi** : introduction des légumes (asperges, brocolis, carottes...) à consommer jusqu'à satiété. Là encore, on retrouve les légumes de la liste des 100 précédemment évoquée.
- **Mercredi** : Ajout des fruits. À hauteur d'une portion, à l'exception des bananes, raisins et fruits secs qu'il vaut mieux éviter.
- **Jeudi** : apparition du pain complet, limité à deux tranches par jour.
- **Vendredi** : jour du fromage, toujours privilégier les fromages à pâtes dures (gouda, mimolette, comté...)
- **Samedi** : Ajout des féculents (pâtes, riz...) en plus du pain. Toujours préférer les formes complètes.
- **Dimanche** : Autorisation d'un repas de gala, afin de pouvoir maintenir des moments de convivialité avec ses proches. [32']

Le Dr. DUKAN vante les bienfaits de sa méthode et surtout, de son apprentissage permettant d'intégrer les automatismes du « plus jamais regrossir ». [32']

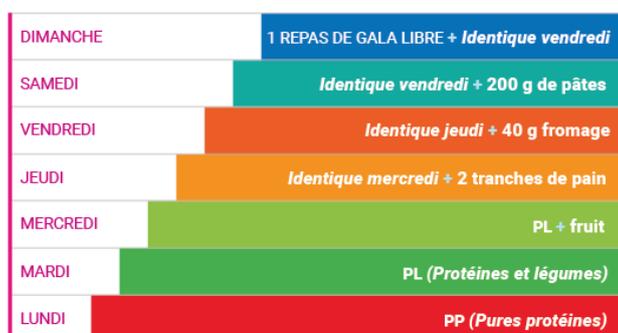


Figure 19 : L'escalier nutritionnel du DR. DUKAN

Source : <https://www.regimedukan.com/>

#### 4) Preuve d'efficacité ?

Tout d'abord, aucune étude scientifique n'est directement accessible sur le site internet officiel du régime DUKAN. Certes, des estimations de pertes de poids sont données (700 à 800 grammes/semaine pour l'escalier nutritionnel, par exemple), mais aucune réelle preuve d'efficacité ne nous est présentée.

Cependant, une étude polonaise « assessment of food intakes for women adopting the high protein DUKAN diet » datant de 2015, permet d'apporter certains éléments de réponse.

Elle fût réalisée en raison de la très grande popularité du régime DUKAN auprès des femmes polonaises durant le début des années 2010. [9]

L'objectif était d'évaluer les apports en protéines, lipides, glucides, vitamines et minéraux chez des femmes ayant adopté le régime DUKAN.

Cette étude a été menée sur un groupe de 51 femmes âgées de 19 à 64 ans étant actuellement en train de suivre le régime DUKAN. Chacune d'elles a été interviewée individuellement puis on leur a ensuite demandé de fournir des menus typiques de chaque phase de leurs régimes alimentaires. L'évaluation quantitative de l'apport alimentaire a été réalisée par un « album photographique de denrées alimentaires et de plats » ayant officiellement été conçus et utilisés par l'institut national de l'alimentation et de la nutrition à Varsovie.

Sans surprise, les résultats ont démontré des apports excessifs en protéines mais aussi en vitamines A, D, B2 et en potassium ainsi que des déficits en glucides, vitamines C et folates. Cependant, il est intéressant de noter que la perte de poids après 8 à 10 semaines, sur ce groupe de 51 femmes, était en moyenne de 15 kg.

Ainsi, s'il est utilisé sur une courte période de quelques mois, ce régime permettrait bien de perdre une quantité de poids importante. En revanche, il ne doit pas être utilisé sur une trop longue période sous peine de s'exposer à des maladies rénales, hépatiques, cardiovasculaire ou encore de l'ostéoporose. [9]

## C) Le régime THE ZONE

Également appelé « régime du juste milieu », ce programme minceur rencontra un franc succès au début des années 2000. Il fût adopté et popularisé par de nombreuses stars (Brad PITT, Tiger WOODS, Demi MOORE...) en Amérique du Nord notamment.

L'auteur de ce programme est un biochimiste américain, le Docteur Barry SEARS. Le régime The zone est né de sa volonté d'éviter une mort prématurée par crise cardiaque, destin tragique auquel bon nombre d'hommes de sa lignée familiale ont été victimes. [33']

Il nomma son régime ainsi afin de donner un nom plus parlant et facile à retenir pour le grand public plutôt que « l'équilibre hormonal », qu'il considère comme la base de son régime. Il résume son programme minceur par le principe suivant : « le juste milieu est un état métabolique, créé par un ratio idéal de glucides/protéines/lipides, de l'organisme qui fonctionne à plein rendement ».

Tout au long de ses travaux, Dr. SEARS a popularisé l'utilisation d'acides gras oméga 3 et de polyphénols à forte dose pour réduire l'inflammation. Il publia ce programme alimentaire sous forme de livre en 1995, intitulé « The zone : a dietary road map ». Devant le succès rencontré par celui-ci (vendu à plus de 2 millions d'exemplaires, à l'époque en tête des best sellers du New-York Times), Dr. SEARS publia d'autres ouvrages sur le même thème : « Mastering the zone », « The anti-aging zone », « The oméga Rx zone », « The anti-inflammation zone », « Toxic fat ». [33']

### 1) Mise en place et principes

L'objectif de ce régime va être de se situer dans ce qui est appelé la « zone » qui correspond à un équilibre physiologique qui permettrait un contrôle optimal de l'inflammation qui serait elle-même induite par l'alimentation. Selon le Dr SEARS, si elle n'est pas contrôlée, cette inflammation pourrait être à l'origine de prise de poids, d'une diminution des défenses immunitaires et d'un vieillissement accéléré de l'organisme. [34']

Le Dr SEARS définit la « zone » en utilisant les trois marqueurs suivants (voir figure 20):

- Le rapport TG/HDL : la valeur de ce rapport doit être inférieure à 1. Il indique notamment le niveau d'insulinorésistance dans les divers tissus de l'organisme et notamment le foie.
- Le rapport Acide arachidonique/EPA : révélateur du niveau d'inflammation corporel induit par l'alimentation. Il doit être compris entre 1,5 et 3.
- L'hémoglobine glycosylée (HbA1c) : témoin du niveau de glycémie moyen sur les 3 derniers mois. La valeur idéale est de 5%. [34']

Figure 20 : Les trois marqueurs biologiques délimitant la « zone »

Marqueur clinique	Valeur idéale	Ce qu'il indique
Rapport TG/HDL <i>De votre alimentation.</i>	< 1	Votre niveau de résistance à l'insuline dans le foie. <b>* Généralement inclus avec les analyses sanguines normales dans votre panel de cholestérol. Demandez à votre médecin.</b>
Rapport AA / EPA <i>De votre alimentation et de l'huile de poisson.</i>	1.5-3	Votre niveau d'inflammation induite par l'alimentation dans le corps. <b>*Passez le test d'inflammation cellulaire Zone Labs</b>
HbA1c <i>De votre alimentation et des polyphénols.</i>	5%	Votre niveau de produits finaux glycologiques avancés (AGE) lié à votre glycémie. <b>* Pour mesurer votre taux de sucre dans le sang sur une période de trois mois, demandez à votre médecin.</b>

Source : <https://zonediet.com/the-zone-diet/>

Les bons équilibres de ces trois marqueurs seraient à l'origine de nombreux avantages tel que :

- Optimisation de la perte de graisse corporelle
- Amélioration du bien-être quotidien
- Accroissements des performances intellectuelles et physiques...

Atteindre et maintenir ces équilibres demanderont un effort alimentaire quotidien mais nécessaire afin de diminuer l'inflammation à l'origine des perturbations des communications hormonales cellulaires.

Dans ce programme, et contrairement au précédent, le régime alimentaire ne constitue qu'une des 3 parties nécessaires au bon contrôle de l'inflammation alimentaire. Selon S. BEARS, aussi importante soit elle, l'alimentation à elle seule ne peut suffire et doit être accompagnée de différents compléments alimentaires à base d'acide oméga 3 et de polyphénols, qui constituent les 2<sup>èmes</sup> et 3<sup>èmes</sup> parties essentielles de ce régime. [34']

### 3 Parts of the Zone Anti-Inflammatory Nutrition Program



Figure 21 : les 3 parties essentielles du régime « the zone »

Source : <https://zonediet.com/the-zone-diet/>

## 2) Le régime alimentaire

Le régime « the zone » se base sur des prises alimentaires modestes mais nombreuses, à intervalles réguliers. Il ne doit pas s'écouler plus de 5 h maximum entre chaque prise alimentaire, de manière à pouvoir réguler de façon continue le taux de sucre dans le sang et donc le niveau d'insuline. [10]

Ainsi, une journée typique est constituée de la sorte :

- Petit déjeuner : il doit être pris dès le réveil de manière à ne pas rester à jeun trop longtemps. Exemple de petit déjeuner : 50 à 70 grammes de fromage blanc 0%, un fruit (éviter les fruits trop sucrés comme les bananes, figes, raisins...), 30 à 50 grammes de céréales complètes et une tranche de pain (toujours privilégier les formes complètes). Une tasse de café ou de thé peut y être ajoutée à condition de ne pas y ajouter de sucre
- 1<sup>ère</sup> collation : à prendre aux alentours de 10 h (environ 3 h après le petit déjeuner). Cela peut être un fruit ou une poignée d'oléagineux.
- Déjeuner : à 12 h. L'idéal est un repas avec une grande quantité de légumes (200-300g) tel que : salade, poivrons, concombre... Accompagné d'importantes sources de protéines : 100 grammes de poulet, de jambon de dinde ou bien 75 grammes de poulet et un œuf... y ajouter une poignée d'oléagineux ou 5 ml d'huile d'olive ou de noix, enfin prendre un fruit en dessert.
- 2<sup>ème</sup> collation : vers 16 h, celle-ci doit être plus consistante que celle du matin. Elle peut être composée d'un yaourt blanc à 0 %, avec un ou 2 fruits et 10 grammes d'oléagineux.
- Dîner : il est le dernier repas de la journée et ne doit pas être négligé. Idéalement composé de manière suivante : 150 grammes de poissons (ex : saumon, riche en protéines ainsi qu'en oméga 3), 200 grammes de glucides complexes (ex : riz, pâtes...). La présence d'un dessert n'est pas forcément nécessaire mais un yaourt 0 % peut être ajouté si le pratiquant a du mal à s'en passer. [10]



Figure 22 : Répartition des macronutriments sur la journée selon le régime « the zone »

Source : <https://zonediet.com/the-zone-diet/>

Ce régime repose également sur le principe de restriction calorique. Un repas ne doit pas dépasser 500 kcal, le déjeuner 300 kcal et les collations 100 kcal ce qui amène à un total calorique de 1500 kcal/j (1200 kcal/j chez la femme). L'apport énergétique total doit être réparti de la sorte :

- 30 % de protéines, avec des aliments riches en protéines mais faibles en matière grasse (ex : jambon de dinde, veau, blanc de poulet, dorade...)
- 40 % de glucides, avec des aliments possédant un index glycémique bas (ex : riz et pâtes complètes, tomates, lentilles, cassis...)
- 30 % de lipides, avec en grande majorité des aliments riches en graisses insaturées (ex : saumon, thon, avocat, huile d'olive, oléagineux...). [10]

Ce régime a donc pour socle une importante quantité de fruits et légumes. En revanche, certains aliments y sont très limités voire proscrits tels que :

- Les aliments riches en sucres simples (ex : confiseries, sodas...)
- Les farines blanches (ex : pâtes raffinées, beaucoup moins intéressantes que les complètes)
- Les aliments riches en graisses saturées (viennoiseries, charcuteries, viandes grasses...)
- L'alcool, uniquement source de calories vides. [10]

En limitant les aliments à fort index glycémique et en maximisant les apports en fruits, légumes et protéines, les personnes suivant ce régime sont censées observer des avantages hormonaux et anti-inflammatoires conséquents. En respectant, le programme alimentaire précédemment énoncé, la pyramide alimentaire doit se rapprocher de celle-ci (figure 23) :



sont composés de 0,5 gramme d'EPA et de 0,25 gramme de DHA avec une dose journalière recommandée de 4 gélules/jour. De plus, le site internet fait preuve d'une grande transparence auprès de ses patients en publiant les études de pureté concernant chacun de leurs lots. [36']



Supplement Facts		
Serving Size: 4 Capsules		
Servings Per Container: 30		
	Amount Per Serving	Daily Value*
Calories	40	
Total Fat	4g	5%†
Protein	<1 g	2%†
Fish Oil Concentrate	4g	*
EPA (Eicosapentaenoic Acid)	2g	*
DHA (Docosahexaenoic Acid)	1g	*

\* Daily Values based on a 2,000 calorie diet.  
\* Daily Value not established.

**OTHER INGREDIENTS:** Gelatin, glycerin, purified water, proprietary antioxidant blend (rosemary extract, sunflower oil, mixed tocopherols, distilled monoglycerides).

**CONTAINS: FISH (Anchovy, Mackerel and/or Sardine)**

Manufactured Exclusively for:  
Zone Labs, Inc.  
(R1064) 200 Corporate Place, Peabody, MA 01960

Figure 24 : Complément alimentaire en oméga 3 proposés sur le site zone diet

Source : <https://zonediet.com/product/omega-3-fish-oil/dr-sears-omegarx-2-fish-oil-120-capsules/>

#### 4) Complémentation en polyphénols

Les polyphénols sont des nutriments naturellement présents dans les plantes et certains de leurs produits. Ils offrent à ces dernières une protection contre les radiations du soleil et les aident à se protéger de certaines maladies.

La grande majorité des Hommes ne parvient pas à consommer la quantité de fruits et légumes journalière recommandée. Celle-ci s'élève à 5 portions, quantité atteinte par, à peine, environ 25 % de la population française. Les compléments alimentaires en polyphénols « the zone » ont donc été développés afin de combler ces déficits. [34']

Les polyphénols sont réputés pour avoir des propriétés anti-inflammatoires et immunoprotectrices intéressantes. Cependant, les recherches sont insuffisantes et doivent être approfondies afin de confirmer leurs bienfaits. En effet, les mécanismes impliqués ne sont, très souvent, que partiellement connus et les études donnent parfois des résultats contradictoires. Toutefois, la consommation de polyphénols et d'aliments riches en polyphénols semble avoir des effets bénéfiques tels qu'une baisse des marqueurs de l'inflammation comme la CRP et

l'IL6 ainsi qu'une diminution de l'expression de gènes inhibant l'apoptose de cellules cancéreuses. De très nombreuses pathologies comme le diabète de type 2, certains cancers ou l'arthrite pourraient être concernés. [37']

Les polyphénols sont présents dans de nombreux aliments d'origine végétale tel que les :

- Fruits : baies (d'aronia, de maqui...), les fruits rouges, la pomme...
- Légumes : artichauts, salade, oignons...
- Oléagineux : noisettes, cacahuètes...
- Curcuma
- Graine de lin... [38']

Bien que la consommation de fruits et légumes présente des avantages évidents pour la santé, il faut cependant se montrer prudent au moment de leurs sélections. Ceux-ci peuvent en effet contenir des impuretés telles que des pesticides et métaux lourds. [34']

Les compléments en polyphénols proposés par le site « the zone » sont issus d'algues et de fèves de cacao mais leur produit phare est constitué d'extrait de baies de maqui. Ces baies seraient une des sources les plus riches de polyphénols, notamment en delphinidine, une sous-classe de polyphénols particulièrement bio-assimilable.

Chaque capsule de complément MaquiRx contient 120 mg de polyphénols. Les recommandations du Dr. SEARS sont une capsule par jour, de préférence pendant les repas pour une meilleure absorption. [39']



<b>Supplement Facts</b>	
Servings Per Container: 30	
Serving Size: 1 Capsule	
Amount Per Serving	
Delphinol® ( <i>Aristotelia chilensis</i> ) (Fruit Extract)	300mg*
Total Polyphenols	120mg*
* Daily Value Not Established.	
<b>Other Ingredients:</b> Hypromellose, maltodextrin, magnesium stearate, silicon dioxide (micro).	
Manufactured in USA Exclusively for: Zone Labs, Inc. 200 Corporate Place Peabody, MA 01960	
(R8)	

Figure 25 : complément alimentaire en polyphénols MaquiRx, disponible sur le site zone diet

Source : <https://zonediet.com/product/polyphenols/maquirx-30-capsules/>

## 5) Preuve d'efficacité ?

Tout d'abord, aucune donnée ni étude clinique au sujet de l'efficience de ce régime ne sont fournies sur le « site zone diet » (<https://zonediet.com/the-zone-diet/>). De plus, les études concernant le régime « the zone » se font très rares dans la littérature. Elles concernent le plus souvent un groupe de régimes alimentaires et ont pour but de comparer leurs efficacités respectives.

Nous allons donc nous pencher sur une étude de ce type, datant de 2005 : Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and zone diet for weight loss and heart disease risk reduction : a randomized trial. [11]

L'objectif de cette étude est d'évaluer le niveau d'observance ainsi que le taux d'efficacité de 4 régimes (Zone, Atkins, Ornish and weight watchers) pour la perte de poids et la réduction de facteurs de risques cardiaques. [11]

Ces études ont été menées sous la forme d'essais randomisés monocentriques dans un centre médical universitaire de Boston, au Massachusetts, d'adultes en surpoids ou obèses (IMC min=27, max= 42 et moyen= 35) âgés de 22 à 72 ans et souffrant d'hypertension, de dyslipidémie ou d'hyperglycémie à jeun.

L'ensemble des 160 participants a été réparti de manière aléatoire par groupes de 40 personnes. Chaque groupe a été associé à un des quatre régimes. Après 2 mois d'efforts intenses, les participants ont ensuite pu choisir leur propre niveau d'observance alimentaire.

Les résultats ont été mesurés sur la différence de poids ainsi que des facteurs de risque cardiaque 1 an après le début de l'étude. Ils ont aussi permis d'évaluer le taux d'observance alimentaire auto sélectionné par chaque participant.

On a pu observer une perte de poids moyenne de l'ordre de 2,9 kg en moyenne au bout d'un an (3,2 kg pour the zone) sans grandes différences selon les régimes. Chaque régime a significativement diminué le rapport LDL/ HDL d'environ 10 %. En revanche, aucun effet significatif sur la pression artérielle et la glycémie n'ont été recensés. Cette étude ne démontre donc pas une supériorité du régime « the zone » comparativement aux autres régimes mais, il est important de noter que les taux globaux d'observance alimentaire au cours de cette étude étaient relativement faibles et que, pour chaque régime, la perte de poids était étroitement liée au niveau d'observance alimentaire auto déclaré. [11]

## D) Le régime paléolithique

Le paléolithique représente la première période de la préhistoire. Il commence avec l'apparition des premiers outils lithiques en Afrique, il y a plus de 3,3 millions d'années. Il s'achève ensuite vers -10 000 avant J-C lors de la fin de la dernière période glaciaire qui va marquer le début de la période Mésolithique en Europe et dans le reste du monde. Le paléolithique est la plus longue période préhistorique et couvre plus de 98 % de la préhistoire.

Durant cette époque, les humains sont tous, sans exception, des chasseurs cueilleurs. C'est-à-dire que l'ensemble des calories de leur régime alimentaire provient exclusivement des butins ramenés de la chasse, la pêche et la cueillette. À cette époque, ni élevage ni agriculture ne sont maîtrisés. [40']

Le régime paléolithique n'a donc pas d'auteur à proprement parlé puisqu'il n'a pas été créé, par quelqu'un, contrairement aux deux précédemment vus. Cependant, des travaux menés par différents spécialistes ont contribué à le remettre au goût du jour.

En 1985, Stanley Boyd EATON, médecin radiologiste, fut le premier à faire le lien entre l'alimentation de nos ancêtres et l'absence de maladies dégénératives. Dans son article « paleolithic nutrition » publié dans le New England journal of medicine en 1985, il développe une théorie sur nos gènes et besoins alimentaires. En effet, il s'appuie sur le fait que notre génome n'a que très peu évolué en 40 000 ans et que l'homme moderne, au même titre que ses ancêtres, est fait pour manger ce que la nature lui offre. Le régime paléolithique s'avèrerait donc être l'alimentation la plus adaptée à l'Homme. [41']

En 1996, sur la base des recherches précédemment menées par Dr. EATON, le Dr. SEIGNALET publie un livre intitulé : l'alimentation ou la troisième médecine. Il explique dans celui-ci comment l'alimentation impacte notre santé. Il présente le régime paléolithique comme pouvant être une solution afin de lutter contre certaines maladies auto-immunes comme la sclérose en plaque, l'arthrite rhumatoïde ainsi que d'autres maladies auxquelles la médecine traditionnelle n'apporte pas de réponse thérapeutique suffisante.

En 2001, Dr. CORDAIN publie un livre décrivant la diète telle qu'elle devrait être suivie à notre époque. [12]

De nos jours, l'alimentation paléolithique fait beaucoup parler et trouve de nombreux adeptes. Certains s'y intéressent pour perdre du poids, d'autres pour trouver des réponses sur certains maux du quotidien (cholestérol, transit...) et d'autres enfin pour améliorer leurs performances sportives. [41']



Figure 26 : Homme de l'époque paléolithique

Source : <https://www.matierevolution.fr/spip.php?article3219>

## 1) Mise en place et principes

Il consiste à adopter une alimentation proche de celle de nos ancêtres pour satisfaire les besoins physiologiques de notre organisme et permettre à celui-ci de fonctionner de manière optimale.

Au cours de cette partie, nous allons nous appuyer sur les travaux du Dr. CORDAIN, scientifique américain et Professeur à la Colorado States University, auteur du livre « The Paleo Diet », paru en 2001.[12]

Le régime paléolithique n'impose pas de restriction calorique. Il n'est donc pas nécessaire de peser chacun de ses aliments, ce qui en fait un des régimes les moins contraignants à suivre au quotidien. Son efficacité repose principalement dans la composition qualitative de l'alimentation. En effet, celle-ci étant principalement constituée d'aliments peu caloriques et riches en fibres et protéines, possédant un puissant pouvoir satiétogène.

## 2) Les aliments autorisés

De facto, nous retrouvons dans ce régime des listes d'aliments interdits et d'autres autorisés. Par ordre décroissant en termes de quantité, il est autorisé, et fortement recommandé, de consommer :

- **Légumes** : riches en fibres qui permettent un bon contrôle du transit, un rassasiement rapide ainsi qu'une diminution du LDL cholestérol. Les légumes sont pauvres en sucre et riches en eau, par conséquent, ils contribuent à une bonne hydratation. Ils constituent la base de ce régime et doivent être consommés à chaque repas. L'idéal est de les manger crus, afin d'éviter la dégradation de certaines vitamines. En cas d'intestin sensible, il faut opter pour une cuisson vapeur.
- **Viandes maigres** : elles permettent de substituer le gibier de l'époque paléolithique, dont la chair ne dépassait pas 4 % de lipides. On y retrouve volaille (mais sans la peau), morceaux de porc, bœuf, veau, de première catégorie, c'est-à-dire steaks, rôtis, escalopes ou filets. En plus d'être riches en protéines, elles contiennent également une bonne quantité de vitamines B, fer et zinc fortement bio assimilables. [12]
- **Poissons et fruits de mer** : riche en protéines, vitamine B, sélénium, fer, zinc et iode. Les poissons gras sont également d'excellentes sources de vitamine D et oméga 3, en particulier d'EPA et DHA connus pour leurs propriétés anti-inflammatoires.
- **Œufs** : principalement de poules, ils permettent de remplacer les œufs d'oiseaux sauvages consommés par nos ancêtres. En plus de contenir des protéines avec la meilleure valeur biologique qu'il soit, ils contiennent aussi du fer, sélénium, zinc et vitamines A, B et D. Leur teneur en lipides, là aussi de bonne qualité, n'a que peu d'impact sur le cholestérol sanguin.  
Œufs, poissons, fruits de mer et viandes maigres doivent être consommés en alternance lors des petits déjeuners, déjeuner et dîner.
- **Fruits** : de composition proche des légumes, à l'exception qu'ils contiennent des sucres. Ils étaient plus rares au paléolithique, nos ancêtres avaient surtout accès à des petites baies peu sucrées et riches en anthocyanes. Ils doivent être consommés modérément mais peuvent servir de dessert ou de collation.
- **Graines et fruits à coque** : certes riches en graisse, mais principalement en acides gras monoinsaturés, permettant de diminuer le LDL cholestérol. Certaines sont également riches en oméga 3 (lin, chia, noix...). Ils contiennent également une importante quantité de protéines, vitamines B, E magnésium, cuivre et fibre. Ils peuvent être consommés à tous les repas.
- **Les herbes** : sources de polyphénols, minéraux et vitamines, elles permettent de relever les plats et limiter les apports en sel.
- **Les huiles de colza, d'olive et de noix** : Bien qu'à l'origine non incluses dans le régime paléo, puisque nos ancêtres ne cuisinaient pas, elles sont maintenant recommandées pour l'assaisonnement et la cuisson par les spécialistes ayant adapté le régime paléo à notre époque. Cependant, elles ne peuvent pas être toutes utilisées de la même façon. Les huiles de colza et d'olive peuvent être utilisées pour la cuisson, contrairement à l'huile de noix devant être réservée à un usage cru. L'huile d'olive est riche en acides gras monoinsaturés, en polyphénols et vitamine E alors que les huiles de colza et de noix sont surtout riches en oméga 3 essentiels. [12]

### 3) Les aliments à éviter

Le régime paléolithique favorise donc l'adoption de bonnes habitudes alimentaires. Il encourage notamment à manger davantage de fruits et légumes ainsi que de fruits à coques, sous représentés dans l'alimentation occidentale. Inversement, il tend à réduire la consommation de nombreux autres aliments, non-consommés par nos ancêtres paléo, parmi lesquels on retrouve :

- Les produits laitiers : ils n'étaient pas encore consommés à l'époque paléolithique. Ils sont source de lactose, un sucre qui, pour être correctement digéré, nécessite la présence de lactase dans l'intestin. Cette enzyme est moins produite une fois la petite enfance révolue et qu'une consommation trop importante de produits laitiers pourrait occasionner des troubles chez certains adultes. De plus, la consommation de laitage pourrait être à l'origine de stimulation de la production d'insuline, ce qui pourrait renforcer la prise de poids chez certaines personnes.
- Les céréales : selon le Dr.CORDAIN, du fait de leur teneur élevée en glucides, ces aliments induisent une forte augmentation de la glycémie et donc de l'insuline. Cette augmentation de l'insuline est directement liée à la prise de poids puisqu'elle favorise le stockage des glucides en excès sous forme de graisse. [12]
- Les aliments industriels : dans la grande majorité, ces aliments sont pauvres en micronutriments protecteurs, ainsi qu'en fibres, mais riches en sucres, en acides gras saturés et en sel, à l'origine d'effets néfastes sur la santé bien documentés. Depuis une dizaine d'années maintenant, les aliments dits « ultra-transformés » riches en additif ou dont les procédés de fabrication altèrent la qualité nutritionnelle des aliments sont mis en cause dans le développement de problèmes cardiovasculaires, de certains cancers ainsi que dans l'incidence de l'obésité. (ex : Food processing and cancer risk in Europe: results from the prospective EPIC cohort study, paru en 2023)
- Les légumes secs : Selon Dr.CORDAIN, à l'instar des céréales, ceux-ci contiennent bon nombre de glucides et pourrait être associés à une élévation importante de la glycémie. [12]

Enfin, certains aliments sont à modérer comme les pommes de terre (qui peut avoir un IG très élevé sous forme de purée notamment) ou encore le sel. Outre le fait que ce dernier n'était pas utilisé à l'époque paléo, son apport en trop grande quantité peut être responsable d'une augmentation de la tension artérielle. Un apport trop important en sodium, combiné à un apport trop faible en potassium peut également être néfaste pour la santé osseuse, dû à une acidification de l'organisme. Il est donc conseillé de limiter le plus possible les apports en sel et de les remplacer par des aromates, épices et fines herbes afin d'assaisonner les plats. [12]

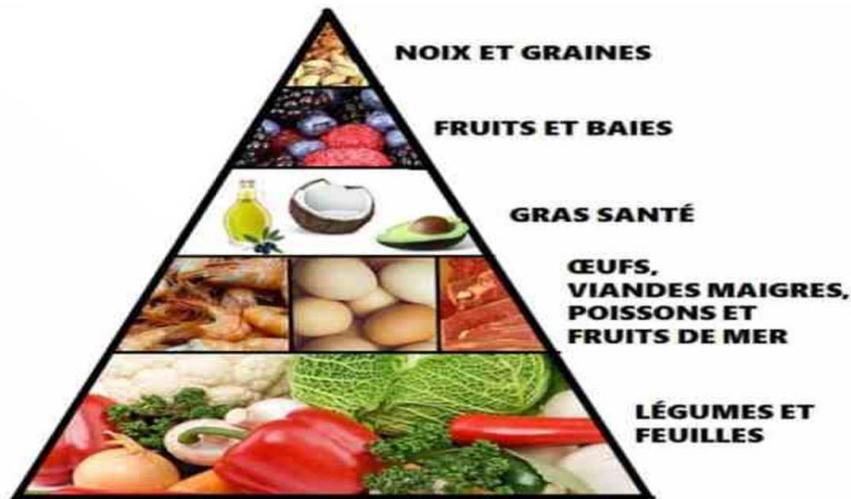


Figure 27 : pyramide alimentaire du régime paléolithique

Source : <https://laconfessioniondugourmet.com/diete-paleo/>

#### 4) Répartition des apports caloriques

Le Dr. CORDAIN, avec l'aide de plusieurs autres chercheurs, a donné un exemple d'apports en macronutriments des humains vivant à l'époque du paléolithique (figure 28). En effet, ces apports pouvaient très largement varier en fonction de la localisation, des saisons et donc des différentes ressources disponibles.

Figure 28 : exemple d'apport en macronutriments d'un Homme de l'époque paléolithique d'après CORDAIN Loren, The Paleo Diet .

	<b>Régime paléo (11) (25)</b>	<b>Références nutritionnelles pour la population française (26)</b>
<b>Contribution des protéines à l'apport énergétique</b>	19 à 35%	10 à 20%
<b>Contribution des glucides à l'apport énergétique</b>	22 à 40%	45 à 50%
<b>Contribution des lipides à l'apport énergétique</b>	30 à 39%	35 à 40%
<b>Contribution des oméga 6 essentiels à l'apport énergétique</b>	2,3 à 3,6%	4%
<b>Contribution des oméga 3 essentiels à l'apport énergétique</b>	3,7 à 4,7%	1%

On peut y constater de grandes différences avec les apports du régime occidental actuel. Le régime paléolithique apporte plus de protéines, fibres, oméga 3 mais aussi plus de sels minéraux, vitamines et antioxydant. Il apporte également moins de glucides, graisses saturées et sodium.

## 5) Activité physique

À cette alimentation, le régime paléo associe une activité physique certaine. En effet, nos ancêtres chasseurs cueilleurs étaient amenés à marcher souvent et longtemps, porter des charges lourdes ou à courir vite pour échapper à un danger ou attraper un gibier. Or, on sait maintenant que l'activité physique participe à la prévention de l'obésité, de pathologie cardiovasculaire et de certains cancers. Elle permet également de limiter la fonte musculaire lors de la perte de poids et est indispensable pour stabiliser le poids de forme. [12]

Adaptée à notre époque, l'alimentation paléo doit donc être accompagnée d'exercices d'endurance (marche, jogging, natation...) durant une période de 30 minutes. Des exercices de résistance, à minima d'une heure par semaine. Ils doivent s'inscrire dans la vie courante en privilégiant les déplacements à pieds plutôt qu'en voiture, prendre les escaliers au lieu de l'ascenseur, etc... [12]

## 6) Preuve d'efficacité ?

Comme dit précédemment, le régime paléolithique n'a pas pour unique but une perte de poids. Il permet également d'agir sur d'autres composantes telles que : une amélioration de la sensibilité à l'insuline et, du profil lipidique notamment, ainsi que le maintien de la masse maigre lors de la perte de poids.

Dans cette partie, nous allons nous pencher sur une étude suédoise datant de 2017 intitulée : « Decreased lipogenesis-promoting factors in adipose tissues in postmenopausal women with overweight on a paleolithic diet ».

Cette étude a pour but d'analyser les effets d'une perte de poids post-ménopausique induite par l'alimentation, sur l'expression des gènes ainsi que sur l'activité des protéines impliquées dans les processus de lipogenèse et lipolyse. [13]

Pour cela, les chercheurs ont procédé en sélectionnant 58 femmes ménopausées et en surpoids (IMC= 32,5 +/- 5,5) qu'ils ont ensuite réparties aléatoirement en deux groupes. Le premier groupe devait suivre un régime paléolithique ad libitum, avec un apport élevé en protéines et acides gras saturés. Le deuxième s'est vu attribuer un régime de contrôle alimentaire classique. Cette étude a été menée sur une période de 24 mois consécutifs.

Les résultats des deux régimes ont été comparés en mesurant des paramètres anthropométriques, les concentrations plasmatiques d'adipokine, l'expression génique des protéines impliquées dans le métabolisme des graisses, ainsi que la masse des lipoprotéines et l'activité de la lipoprotéine lipase, au départ puis après 6 mois de régime. Ces deux derniers éléments furent de nouveau mesurés après 24 mois. [13]

On a pu observer des résultats significativement différents pour l'ensemble des paramètres mesurés dans le groupe de femmes ayant suivi le régime paléolithique. En effet, à une perte de poids non négligeable, étaient associées une amélioration de la sensibilité à l'insuline, une diminution des triglycérides circulant ainsi que des facteurs liés à la lipogenèse tels que l'ARNm LPL, l'expression génique CD36 et la DGAT2. Ces diminutions étaient plus importantes chez les femmes ayant suivi le régime paléolithique, et ce dès la première mesure réalisée au 6<sup>ème</sup> mois. Les résultats sont restés significatifs meilleurs lors de la deuxième mesure réalisée au 24<sup>ème</sup> mois après le début du régime.

Cette étude tend donc à confirmer que, à minima chez la femme ménopausée en surpoids, le régime paléolithique permet d'associer à une perte de poids, une réduction plus prononcée des facteurs favorisant la lipogenèse qu'un régime alimentaire de contrôle classique, aussi bien mené soit-il. Cependant, ces résultats doivent encore être confirmés sur d'autres groupes [13]

## **E) La chrononutrition**

La chrononutrition est un régime alimentaire élaboré en 1986 par le médecin nutritionniste français Alain DELABOS. Appliqué dans un premier temps aux patients de son service de gériatrie, il fût d'abord utilisé pour remettre en forme des personnes âgées en état de dénutrition.

La chrononutrition consiste en un rééquilibrage alimentaire, respectant les besoins biologiques de notre corps en s'appuyant sur les impératifs de l'horloge biologique humaine. Elle va permettre de consommer bon nombre d'aliments interdits par les régimes amaigrissants, mais pas à n'importe quel moment de la journée. Il ne s'agit donc pas ici d'un régime restrictif mais d'une adaptation du rééquilibrage alimentaire. La chrononutrition a pour but d'adapter l'apport alimentaire en fonction des variations métaboliques de notre corps au cours de la journée. Elle permet de traiter aussi bien le surpoids et l'obésité que l'amaigrissement et l'anorexie. De plus, elle va contribuer à améliorer d'autres paramètres tels que le stress, l'humeur, la qualité du sommeil, la vitalité... [42']

La chrononutrition suit donc un principe simple selon lequel : en fonction du moment où celui-ci est consommé, un même aliment peut être soit bien assimilé par l'organisme, soit être directement stocké dans l'organisme et provoquer une accumulation de graisse dans le corps.

### **1) Le rythme biologique**

La chrononutrition étant un régime alimentaire fondé sur nos rythmes biologiques il est important de comprendre avant tout comment fonctionne notre horloge biologique.

Au sein de notre organisme, la production de molécules actives, en particulier d'hormones, n'est pas constante au cours de la journée. Certains vont débiter le matin comme pour la synthèse du cholestérol, d'autres vont avoir une sécrétion rythmique comme pour l'insuline par exemple. Chaque hormone n'est pas active en continu et il y a une importante variabilité d'action des métabolites produits au cours de la journée.

En l'absence de stimulation lumineuse, la périodicité journalière s'effectue toutes les 23 à 28 heures. Au niveau moléculaire, des gènes spécifiques, appelés « clock », assurent la rythmicité et les variations circadiennes en émettant des signaux. Ces gènes vont agir sur l'horloge interne biologique, située dans le noyau supra chiasmatic de l'hypothalamus qui va permettre de synchroniser les différents métabolites. Il peut également être influencé par des signaux externes tels que la lumière mais les saisons et les stimulants sociaux (effet d'entraînement, réflexe Pavlovien...) y jouent également un rôle important. [42']

Notre rétine renferme une multitude de cellules sensibles aux influx lumineux qui vont transmettre à notre cerveau l'information concernant le degré d'éclairement. C'est au sein de notre cerveau que se trouve un petit groupe de neurones jouant le rôle d'horloge interne et constituant le noyau suprachiasmatique. La baisse d'intensité de la luminosité provoque la sécrétion de mélatonine par la glande pinéale. Cette hormone va être à l'origine de la stimulation de différents systèmes :

- Le système monoaminergique, essentiel dans la régulation des états de vigilance et de l'humeur.
- L'axe neuroendocrinien,
- Le système immunitaire...

La mélatonine est sécrétée suivant un modèle cyclique, variable dans le nycthémère, avec un minimum vers 3 h du matin, un plateau jusqu'à 7 h, puis une décroissance dans la matinée. La sécrétion de mélatonine diminue progressivement avec l'âge. Celle-ci est donc indirectement à l'origine de la synthèse de la plupart des hormones endogènes, comme décrit figure 29. Par exemple, le cortisol, hormone sécrétée par les glandes surrénales, a une sécrétion 100 fois plus importante le matin que l'après-midi. [42']

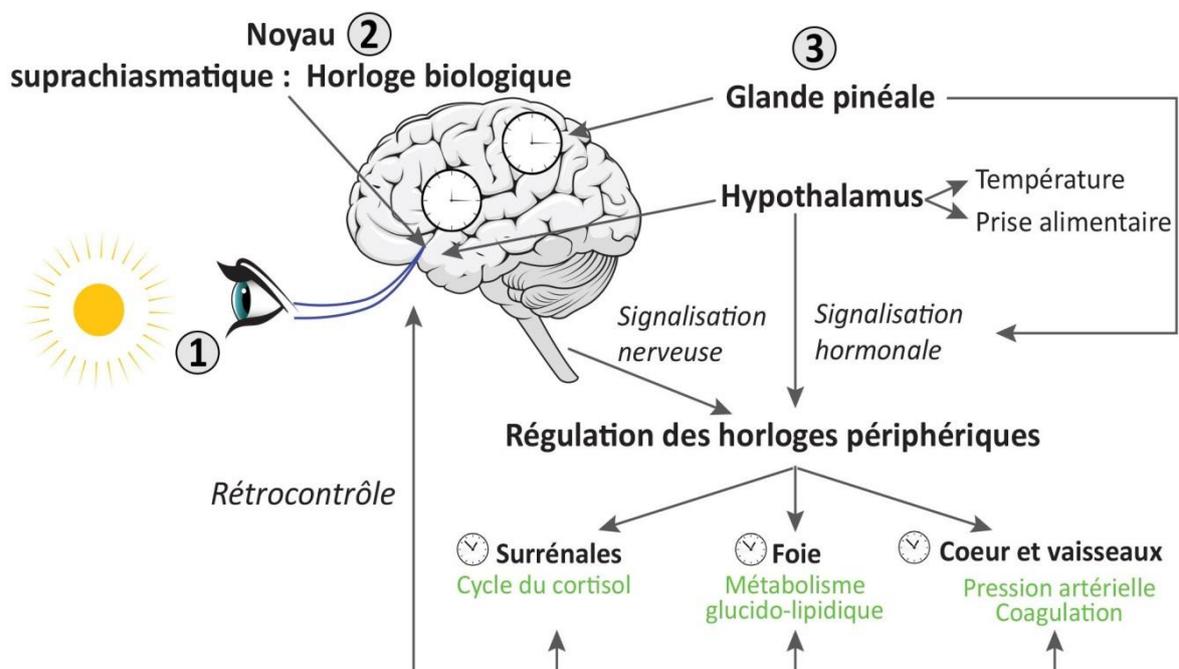


Figure 29 : Synthèse et impact de la mélatonine sur l'organisme

Source : <https://www.resistex-sa.com/fr/p-lumiere-et-sante.html>

## 2) Mise en place

Tout comme le régime paléolithique, la chrononutrition n'impose pas de quantité stricte d'aliments à consommer ni de restriction calorique. Cependant, nous allons retrouver une liste d'aliments interdits, constituée de :

- Produits laitiers : seul le fromage, crème et beurre y sont autorisés. Tous les yaourts, fromage blanc, petits suisses (même 0 %) ainsi que le lait sont interdits
- Plats industriels : trop salés, trop gras et trop sucrés
- Sandwichs
- Sauces trop sucrées : ketchup, barbecue, sauce soja...
- Soupe, potage bouillon : bien souvent trop riches en sel. [43']

Ensuite, il s'agit donc de consommer les bons aliments, au bon moment. Le Dr. DELABOS, préconise d'articuler ses prises alimentaires de la sorte :

- Au petit déjeuner : Corps gras saturés accompagnés de sucres lents, le tout assaisonné d'huiles végétales. Nous ne sommes donc pas là sur un petit déjeuner « classique occidental », lequel est bien souvent riche en sucres rapides.  
Exemple de petit déjeuner : œufs au plat, cuits à l'aide d'huile végétale adaptée à la cuisson (ex : huile de colza) accompagnés d'une tranche de pain.
- Le repas du midi : protéines d'origine animale et végétale, riches en énergie avec une portion de sucres lents. Une sauce, à condition que celle-ci ne soit pas trop sucrée peut y être ajoutée, ainsi que des épices et autres condiments. Il est donc recommandé de consommer une viande non-maigre, ce qui est particulièrement rare dans le milieu des régimes.  
Exemple de déjeuner : côtes de porc, accompagnées de riz et de petits pois.
- Goûter, en fin de journée, lorsque l'appétit se fait ressentir : protéines accompagnées de gras végétaux, sucres ou dérivés sucrés.  
Exemple de goûter : Salade de fruits avec sources de protéines (algues, barre protéinés...) ou alors simplement un mélange d'oléagineux.
- Dîner : protéines peu caloriques avec végétaux riches en sels minéraux et de faibles calories pouvant être accompagnées de sauce, vinaigrette, condiments ou épices. Ce type de repas convient aussi dans le cas où le pratiquant serait victime de grosse fringale, peu importe le moment de la journée.  
Exemple : poulet (sans la peau) à l'orange et poireaux. [43']

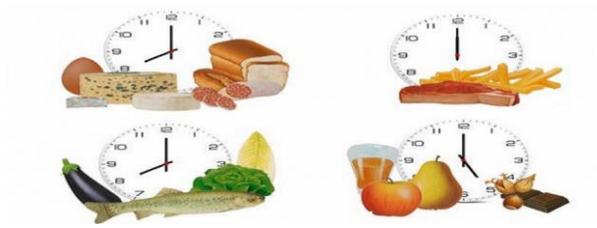


Figure 30 : répartition des apports alimentaires selon le modèle de la chrononutrition

Nous allons maintenant voir sur quoi la chrononutrition s'appuie pour prétendre exploiter les particularités métaboliques de l'organisme.

La pierre angulaire de cette méthode est le métabolisme du cholestérol. Sa synthèse aura lieu principalement le matin, dans les deux heures suivant le lever. Dans le cholestérol total présent dans l'organisme, 85 % est d'origine endogène, il est produit par une cascade de réaction ayant comme facteur limitant, l'enzyme HMG CoA réductase (figure 31). Par ailleurs, seulement 15 % du cholestérol total provient de l'alimentation, cependant, celui-ci peut exercer un biofeedback au niveau de l'HMG CoA réductase permettant de diminuer son action. Une prise d'acides gras saturés en bonne quantité et au bon moment de la journée permettrait donc, toutes proportions gardées, d'exercer un effet hypocholestérolémiant, au même titre que les statines. [42']

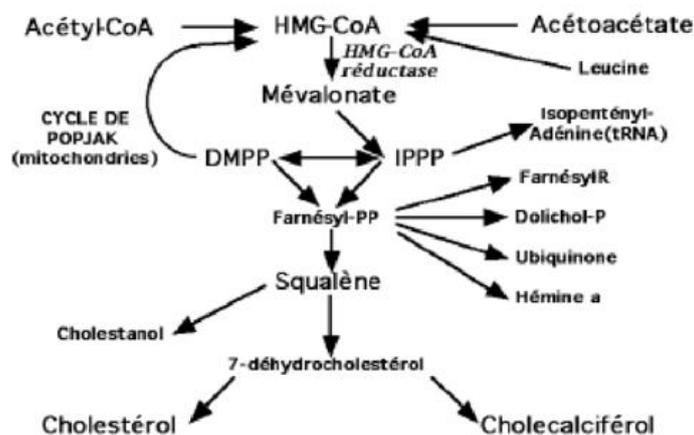


Figure 31 : Schéma de la biosynthèse endogène du cholestérol

Source : [https://www.researchgate.net/figure/Metabolisme-du-Cholesterol-Dapres-A-Raisonnier-Lipides-et-lipoproteines-2006\\_fig3\\_280699690](https://www.researchgate.net/figure/Metabolisme-du-Cholesterol-Dapres-A-Raisonnier-Lipides-et-lipoproteines-2006_fig3_280699690)

La chrononutrition préconise donc un apport en acides gras saturés au petit déjeuner (sous forme de fromage préférentiellement) permettant de bloquer l'action de l'HMG CoA réductase. De

plus, son association avec des glucides lents, peu utilisés dans la lipogenèse, permet d'éviter le déclenchement de la production d'insuline.

Ensuite, les apports en protéines, répartis dans chaque repas, vont garantir au pratiquant une satiété satisfaisante sur l'ensemble de la journée. Par ailleurs, la prise de protéines d'origine animale aux repas du midi et du soir va permettre de fournir à l'organisme l'ensemble des acides aminés essentiels et indispensables. Parmi ceux-ci, on retrouve notamment, la tyrosine et le tryptophane, qui permettront la synthèse des neurotransmetteurs que sont la sérotonine, l'adrénaline, la noradrénaline et la dopamine. L'association viande/ légumineuse lors du repas du midi permet aussi d'assurer le bon équilibre acido-basique de l'organisme. [42']

Au milieu d'après-midi, lorsque l'appétit recommence à se faire sentir, vers 16h généralement, il est possible d'accompagner la prise de protéines de sucres (sous formes de fruits de préférence) ou d'oléagineux.

Le repas du soir, relativement léger, permettra une digestion rapide et facile de manière à ne pas perturber la qualité du sommeil, primordiale, comme vu précédemment.

In fine, sur l'ensemble de la journée seront respectés les besoins en acides aminés essentiels, en acides gras essentiels, fibres et protéines permettant d'assurer une bonne digestion ainsi qu'une satiété satisfaisante. [42']

### 3) Preuve d'efficacité

Il n'existe à cette heure aucun essai clinique sans conflit d'intérêts ayant permis de réellement prouver l'efficacité de la méthode chrononutrition du Dr. DELABOS. Cependant, il existe de très nombreuses études au sujet de prises alimentaires contrôlées dans le temps.

Une étude datant de 2020 intitulée : « Time-Restricted Eating Effects on Body Composition and Metabolic Measures in Humans who are Overweight: A Feasibility Study » montre les probables effets d'une perte de poids lors de restrictions horaires.

Cette étude a été menée sur un ensemble de 20 participants (3 hommes et 17 femmes) répartis aléatoirement en deux groupes : un avec une prise alimentaire concentrée sur une période de 8h et un autre sans aucune restriction d'horaire. Cette étude fût menée sur une période de 12 semaines. Des mesures sur la composition corporelle (évaluée par absorptiométrie à double rayons X), les lipides, la tension artérielle, la tolérance orale au glucose sur 2 heures et la glycémie ont été mesurés avant et après ces 12 semaines.

Enfin, on a constaté une diminution du poids (-3,7 %), de la masse grasse (-4 %) et de la graisse viscérale pour le groupe ayant suivis les restrictions horaires. En revanche, les mesures métaboliques sont restées identiques.

Concernant le groupe sans restriction horaire, aucune tendance significative de groupe, concernant la perte de poids, ne s'est dégagée.

Cette étude tend donc à confirmer que la restriction horaire pour la prise alimentaire facilite la perte de poids en permettant une diminution de la masse grasse. [14]

Bien que relativement différent du régime chrononutrition mis en place par le Dr. DELABOS, cette étude permet tout de même de souligner l'importance et les bienfaits d'une prise alimentaire répartie sur un délai restreint (8H). De plus, on peut également remarquer que la grande majorité des calories consommées sur le programme du Dr. DELABOS le sont sur l'intervalle 8h-16h, avec une prise alimentaire au dîner relativement faible par rapport aux autres repas de la journée.

Nous venons donc de voir quatre des principaux régimes hyperprotéinés existants, à visée amincissante. Bien que la consommation en protéines dans chacun d'entre eux soit largement supérieure aux recommandations de l'ANSES, nous avons quand même pu constater de grandes divergences entre eux. En effet, certains prônent une restriction alimentaire drastique, avec un déficit calorique important (ex : DUKAN). Pendant que d'autres visent plus un rééquilibrage alimentaire, là encore, parfois bien loin des RNP précédemment vues.

Par ailleurs, en plus de leurs composantes amincissantes et de maintien de la masse musculaire grâce aux grandes quantités de protéines apportées, ces régimes prétendent également être à l'origine de nombreux autres effets positifs pour notre organisme. On retrouve parmi ceux-ci : régulation de la glycémie, diminution du cholestérol, effet positif sur la tension artérielle...

Une question nous vient donc tout naturellement à l'esprit : au vu de leurs nombreux bienfaits pour notre santé, pourquoi ces régimes hyperprotéinés ne constituent-ils pas la norme ? Pourquoi les apports en protéines qu'ils prônent sont-ils si éloignés des RNP recommandées par l'ANSES ?

Nous allons voir dans la 3<sup>ème</sup> et dernière partie que ces régimes ne sont pas sans risques et n'entraînent pas uniquement des effets positifs sur notre organisme. Selon les profils des patients, ceux-ci peuvent même s'avérer particulièrement dangereux.

## PARTIE 3

# RISQUES ET LIMITES DES RÉGIMES HYPERPROTÉINÉS

Au cours de cette partie, nous allons voir quels sont les dangers des régimes hyperprotéinés. Nous verrons aussi que différentes pathologies ou états physiologiques peuvent constituer des contre-indications formelles à la pratique de ces régimes.

Le but de cette partie n'est donc pas de diaboliser ces régimes mais plutôt de souligner l'importance de bien se renseigner et/ou s'entourer avant de suivre l'un d'entre eux.

### A) Risques et impact pour la santé en cas de régime hyperprotéiné mal équilibré

#### 1) Troubles Rénaux

##### 1.1 Lithiase oxalo-calcique

Depuis maintenant 100 ans, la nature des calculs urinaires s'est complètement modifiée avec une prévalence aujourd'hui largement plus importante des lithiases oxalo-calciques [44']. Ces changements de nature des calculs sont en grande partie dus aux modifications des habitudes alimentaires. Notre alimentation est aujourd'hui bien plus fournie en viandes qu'elle ne l'était au siècle dernier. La formation de calcul oxalo-calciques est fortement favorisée par certains phénomènes dans lesquels la consommation de protéines n'est pas anodine. On retrouve :

- Hypercalciurie : Un excès de calcium dans les urines de 24 heures est retrouvé chez 25 à 60 % des malades lithiasiques calciques. Il existe une relation entre apports protidiques et calciurie. Ainsi, plus l'apport protidique est élevé, plus la calciurie l'est également, ce qui, de facto, est associé à une augmentation de l'incidence des lithiases oxalo-calciques.
- Hyperuricurie : L'acide urique favorisant la formation de lithiase urinaire oxalo-calcique, un état d'hyperuricurie est donc un facteur de risque métabolique de lithiase. De plus, on sait que l'un des principaux apports en acides uriques dans l'alimentation se fait via la consommation d'aliments riches en protéines d'origine animale.  
L'hypocitraturie : le citrate présent dans les urines a pour propriétés d'inhiber la formation et l'agrégation des cristaux d'oxalates de calcium. Une hypocitraturie a donc pour effet d'augmenter les risques de lithiase oxalo-calciques. Or, une alimentation riche en protéines carnée entraîne une diminution la citraturie de l'organisme. [44']

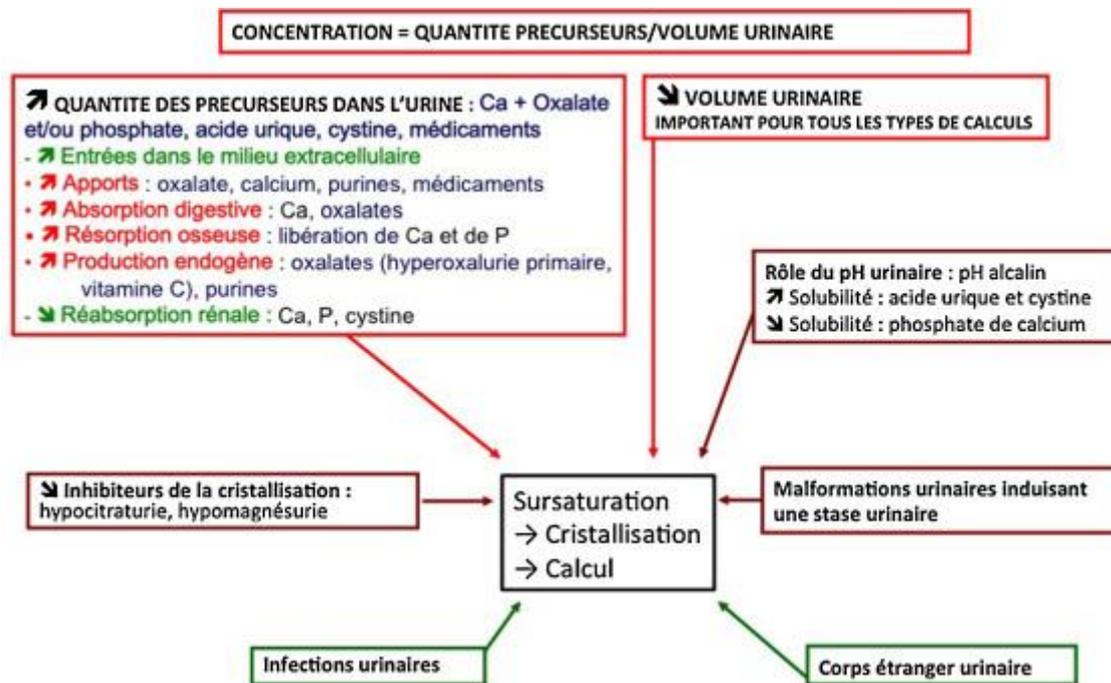


Figure 32 : Illustration des mécanismes de formations des calculs calciques

Source : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0248866316304027>

Cependant, il est important de noter que de nombreux autres facteurs entrent en jeu au moment de la formation de calculs. Ainsi, certains facteurs indépendants de l'alimentation tels que des infections urinaires ou la présence de malformations urinaires peuvent favoriser l'apparition de calculs. De plus, outre les apports en protéines carnées, la formation de calculs dépend aussi des quantités de fruits et légumes consommés. En effet, ces aliments étant riches en potassium et magnésium, ce qui permet de compenser l'acidité des régimes hyperprotéinés, leur consommation permettrait de diminuer les risques de formation de calculs. [44']

### *1.2 Régimes hyperprotéinés et diminution de la clairance rénale, mythe ou réalité ?*

Depuis de nombreuses années, ce mythe persiste. Il repose notamment sur le fait que certains patients atteints d'insuffisance rénale se voient prescrire des régimes hypoprotéinés afin de ne pas surcharger leurs reins. Cependant, nous allons voir que, chez des patients en bonne santé, la consommation de régimes hyperprotéinés, même prolongée sur une longue période, n'est pas forcément néfaste pour les reins. Pour cela, nous allons nous appuyer sur une étude publiée en

2012, intitulée : « Comparative effects of low-carbohydrate high-protein versus low-fat diets on the kidney. » [15]

Au cours de cette étude, 307 adultes obèses sans maladie grave furent assignés au hasard à un régime hypoglycémique riche en protéines ou à un régime amaigrissant faible en gras pendant 24 mois. Les principaux critères d'évaluation comprenaient les indices de filtration rénale (Débit de Filtration Glomérulaire) (créatinine sérique, cystatine C, clairance de la créatinine), le volume urinaire sur 24 heures, le taux d'albumine, l'excrétion urinaire de calcium et des prélèvements de solutés sériques à 3, 12 et 24 mois.

Après deux années d'études, le régime riche en protéines et faible en glucides était associé :

- à des réductions mineures de la créatinine sérique (différence relative, -4,2 %)
- de la cystatine C (-8,4 %) à 3 mois
- des augmentations relatives de la clairance de la créatinine à 3 mois (15,8 ml/min) et à 12 mois (20,8 mL/min),
- de l'urée sérique à 3 mois (14,4 %), à 12 mois (9,0 %) et à 24 mois (8,2 %)
- un volume urinaire sur 24 heures à 12 mois (438 ml) et à 24 mois (268 mL).
- L'excrétion urinaire de calcium a augmenté à 3 mois (36,1 %) et à 12 mois (35,7 %) sans modification de la densité osseuse. [15]

Cette étude tend donc à démontrer que chez les personnes obèses en bonne santé, un régime amaigrissant pauvre en glucides et riche en protéines maintenu sur 2 ans n'a pas été associé à des effets notoires sur le DFG, l'albuminurie ou l'équilibre hydrique et électrolytique par rapport à un régime pauvre en graisses. [15]

De nombreuses autres études similaires tendent à confirmer ce résultat tel que : Renal function following three distinct weight loss dietary strategies during 2 years of a randomized controlled trial, paru en 2013.

Cependant, l'ensemble de ces études n'étant réalisé que sur des périodes relativement courtes (5 ans tout au plus), en l'état actuel des connaissances, il est compliqué de se prononcer sur les conséquences à long terme, d'un tel régime sur les fonctions rénales.

## 2) Carences

Nous avons vu dans la partie précédente que certains régimes hyperprotéinés mènent à des restrictions particulièrement drastiques. Des carences peuvent apparaître notamment pour certains micronutriments, mais aussi, dans de plus rares cas, des carences en macronutriments.

## 2.1 Micronutriments

### a) Potassium

Il est essentiel au bon fonctionnement du système nerveux, des muscles et joue également un rôle important dans la régulation du rythme cardiaque et de la tension

Du fait de ses diverses sources (bananes, légumineuses, produits laitiers, chocolats...), les hypokaliémies alimentaires sont extrêmement rares. Cependant, les régimes excluant un bon nombre d'aliments en contenant, peuvent occasionner une subcarence. Généralement bien supportée chez des patients en bonne santé, elle peut tout de même occasionner des crampes, une faiblesse musculaire, de la fatigue, voire des troubles cardiaques chez certaines personnes. [9']

### b) Calcium

Bien qu'également retrouvé dans des fruits de mer, céréales ou légumineuses, sa source principale reste les produits laitiers. Ceux-ci étant fortement déconseillés voire interdits dans bon nombre de régimes hyperprotéinés, il n'est donc pas impossible de constater une carence en calcium chez des personnes suivant ces régimes.

Un taux de calcium trop bas peut être responsable d'atteinte squelettique telle que l'ostéoporose, qui augmente le risque de fracture. Il peut aussi, dans de plus brefs délais, rendre la peau sèche et squameuse, les ongles et cheveux cassants et être à l'origine de crampes musculaires.

Un taux de calcium extrêmement bas peut également être à l'origine de fourmillements, raideur, troubles du rythme cardiaque et spasmes musculaires. [45']

### c) Magnésium

Le magnésium est impliqué dans de nombreuses voies métaboliques :

- Maintien du potentiel des membranes des cellules, transport ionique, régulation du flux de potassium...
- Métabolisme du calcium
- Production d'énergie et rôle important dans les métabolismes intermédiaires des glucides, lipides et protéines. [9']

Les principales sources sont : les oléagineux, les poissons gras, les fruits de mer, les céréales... Ces aliments étant autorisés voir même recommandés dans bon nombre de régimes

hyperprotéinés, il est relativement rare de se retrouver en carence de magnésium dans ce cas. Cependant, un régime drastique, comme celui de DUKAN, avec une phase d'attaque et de croisière relativement longue, où les principaux aliments vecteurs de magnésium ne sont pas autorisés, peut conduire à une carence en magnésium.

Un déficit en magnésium peut entraîner des troubles gastro-intestinaux et rénaux, ainsi que des crampes, une faiblesse musculaire, de la fatigue et une augmentation de la nervosité. En cas de carence majeure, celle-ci peut causer une hypocalcémie et une hypokaliémie avec des symptômes cardiaques et neurologiques. [9']

## *2.2 Macronutriments*

À notre époque, et dans un pays développé comme le nôtre, où la tendance est plus à la surconsommation alimentaire, les carences en glucides et lipides se font particulièrement rares. Cependant là encore, l'obsession de la perte de poids, encouragée par certains régimes hyperprotéinés particulièrement restrictifs peut en être à l'origine.

Nous allons voir que les carences en glucides et lipides peuvent entraver le bon fonctionnement de notre organisme.

### **a) Les glucides**

Les glucides représentent la principale source d'énergie de notre alimentation, avec 40 à 55 % de nos apports caloriques totaux. Sous le terme de glucides sont regroupés les glucides simples et complexes. [2]

Cependant, comme vu précédemment, bon nombre de régimes hyperprotéinés contiennent une composante « low carb » prônant des quantités de glucides bien inférieures aux recommandations de l'ANSES. Or, une alimentation trop faible en glucides peut être à l'origine de bon nombre de troubles.

Elle peut entraîner une perte de densité minérale osseuse. Une alimentation trop hypoglycémiante va avoir pour effet une acidification de l'organisme, que ce dernier va compenser en puisant directement dans le capital osseux. Cela aura notamment pour conséquence directe une diminution de la calcémie ainsi que de la phosphatémie.

Par ailleurs, de par son effet acidifiant, une alimentation trop pauvre en glucides va avoir tendance à favoriser l'apparition de lithiase urinaire. [2]

Une alimentation trop faible en glucides peut être la cause de fatigue, confusion, maux de tête, problèmes de concentration... Le cerveau étant un grand consommateur de glucides, un déficit entraînera inévitablement une altération de son fonctionnement. Le sujet éprouvera donc de grandes difficultés pour réfléchir et se concentrer au cours de sa vie quotidienne. Ce déficit en glucides peut aussi être à l'origine de maux de tête plus ou moins virulents en fonction des personnes. [2]

Une mauvaise humeur peut être due à un apport en glucides insuffisant. En effet, ceux-ci facilitent l'absorption du tryptophane, acide aminé impliqué dans la synthèse de la sérotonine. Un déficit en glucides pourrait donc être à l'origine d'une diminution de la synthèse de cette hormone. La sérotonine, également appelée « hormone du bonheur », favorise le bien-être et possède un effet calmant. Un défaut de synthèse de celle-ci peut être la cause de mauvaise humeur, anxiété ou encore d'agressivité. [2]

Par ailleurs, il peut être fait état d'une mauvaise haleine. Celle-ci est due au processus de cétose, utilisé par l'organisme afin de puiser de l'énergie en consommant les réserves de graisse.

Lors des premiers jours de cétose, la personne peut également être touchée par des nausées ou migraines plus ou moins fortes. Celles-ci ne durent généralement que quelques jours le temps que le processus de cétose se mette en place. Certains régimes recommandent d'augmenter la dose de sel quotidienne durant cette période afin de contrer ces maux de tête. Évidemment, le fait d'encourager la prise de sel n'est pas une bonne chose, principalement en raison de ses effets sur la tension artérielle.

Enfin, une des principales préoccupations dans notre cas, est la fonte musculaire. Le corps humain a obligatoirement besoin de glucides afin d'alimenter son système nerveux central, et ainsi fonctionner correctement. En cas d'apports en glucides trop faibles, l'organisme puise d'abord dans ses réserves en glycogènes. Cependant, lorsque celles-ci sont trop basses, l'organisme va devoir métaboliser les tissus adipeux puis les muscles afin d'avoir suffisamment de glucides pour fonctionner correctement, c'est ce qu'on appelle la néoglucogénèse. Poussé à l'extrême, un régime hyperprotéiné avec une composante « low carb » trop importante peut donc aboutir à une diminution de la masse musculaire par métabolisation de la masse musculaire. [2]

## b) Les lipides

La part recommandée des lipides dans l'apport énergétique total est de 35 à 40 %. Bien que les effets négatifs d'un apport en lipides trop élevé aient été largement rapportés depuis de nombreuses années, nous allons voir que des apports insuffisants en lipides peuvent s'avérer également problématiques.

Commençons par l'infertilité : une récente étude américaine de 2016 [16] suggère qu'un apport suffisant en lipides, et plus particulièrement en acides gras polyinsaturés, agirait favorablement sur la fécondité des femmes. Bien que d'autres recherches complémentaires doivent être menées, ces résultats ne sont pas forcément surprenants lorsque l'on sait que certaines pathologies comme l'anorexie sont susceptibles d'avoir un impact négatif sur la fertilité. De plus, nous savons maintenant que certains acides gras sont susceptibles de moduler la synthèse des prostaglandines ainsi que la stéroïdogénèse.

Comme pour les glucides, un apport insuffisant en lipides tend à favoriser l'apparition de la constipation. Cela est en grande partie dû à un manque de lubrification des intestins.

Les lipides sont des éléments indispensables au bon fonctionnement de notre système nerveux et leur équilibre doit être préservé au sein de notre cerveau. Des troubles de l'humeur peuvent faire leur apparition en cas d'apport trop faible en oméga 3. En effet, cela aura un impact sur la transmission nerveuse, notamment au niveau des récepteurs cannabinoïdes, ce qui va tendre à favoriser un comportement dépressif. [46']

En outre les lipides, et notamment le rapport oméga 3/ oméga 6, sont essentiels dans le processus d'inflammation chronique. Les omégas 3 vont permettre la synthèse de molécules anti-inflammatoires appelées résolvines et protectines tandis que les omégas 6 permettront la synthèse de composés pro-inflammatoires tels que les eicosanoïdes. Il est donc essentiel de maintenir un bon équilibre oméga 3/ oméga 6, mais bien souvent, ce rapport, ainsi que les lipides dans leur globalité, sont parfois négligés dans les régimes hyperprotéinés.

Enfin, les lipides permettent de constituer des réserves énergétiques que sont les triglycérides. En cas d'apport insuffisant en lipides combinés à un déficit énergétique, ces réserves vont être épuisées. Même si cela constitue le but de la plupart des régimes alimentaires, il faut veiller à ne pas les brûler trop rapidement. Une diminution trop importante et trop rapide des lipides peut conduire à une forte fatigue combinée à une baisse des défenses immunitaires. Un régime trop strict au départ peut affaiblir le pratiquant et le rendre plus vulnérable aux infections et entraver ses capacités de récupérations. [46']

### 3) Constipation

Il arrive que certains pratiquants négligent la consommation de fibres lors du suivi de leur régime, leurs efforts se concentrant souvent sur le fait de maintenir un déficit calorique et de consommer assez de protéines afin de maintenir leur masse musculaire tout en étant suffisamment rassasiés. Or, en l'absence de fibres alimentaires, une constipation peut vite s'installer, surtout si la part de lipides consommés est également insuffisante.

Rappelons que l'ANSES recommande un apport journalier de 30 grammes par jours en fibres, même si, en pratique, ceux-ci se trouvent plus aux alentours de 20 grammes par jours dans notre alimentation quotidienne en France. Afin d'éviter l'apparition de ce genre d'effet indésirable, il est aussi recommandé de boire au minimum 2 litres d'eau par jour, de préférence fraîche, afin de favoriser le déclenchement du transit. [47']

### 4) Tendinites

L'apparition de tendinites est favorisée par une consommation importante d'aliments riches en protéines. Le métabolisme de ces protéines conduit à la formation d'acides comme l'urée et l'acide urique ou encore d'ammoniaque. Si consommées en excès, les protéines vont saturer leurs voies d'éliminations. Cela va avoir pour conséquence une hyperuricémie, hyperammoniémie ainsi qu'une augmentation globale de l'acidité corporelle, reconnue pour favoriser l'apparition de blessures telles que les tendinopathies. [48']

Il est important de préciser que le terme « aliment acide » ne veut pas forcément dire « aliment acidifiant » et vice versa. Ainsi, le citron, malgré un goût très acide, est plutôt alcalinisant grâce à une forte teneur en minéraux et en citrates. A l'inverse, la viande qui n'a pas un goût acide aura par contre un effet très acidifiant, notamment à cause d'une présence importante d'acides aminés soufrés.

L'apparition de tendinopathies peut être favorisée par la pratique de sport en parallèle du régime hyperprotéiné, mais aussi par un manque d'hydratation. En effet, tout déficit en eau, notamment en cours d'effort, va impacter directement certains tissus de notre organisme. Le tendon étant un tissu très hydrophile mais mal irrigué, il souffrira donc rapidement en cas d'hydratation insuffisante. Ce manque d'eau se traduit par une rigidité accrue qui, combinée à une accumulation de certains déchets au niveau des tendons, peut aboutir à la survenue de tendinopathie. [48']

## 5) Douleurs articulaires et gouttes

Dans la même logique que la partie précédente, l'acidification de notre organisme et notamment l'accumulation d'acide urique favorise l'apparition de douleurs articulaires ainsi que la survenue de crise de goutte.

Ces troubles vont être favorisés par la consommation d'aliments purinophores, c'est-à-dire d'aliments contenant beaucoup de purines et/ ou d'acides uriques. Bien que certains d'entre eux tels que la charcuterie ou les abats ne soient pas franchement conseillés dans les régimes hyperprotéinés, d'autres tel que le hareng, la sardine ou les viandes rouges le sont beaucoup plus.

Certains régimes hyperprotéinés peuvent donc, dans certains cas, être à l'origine de la formation de cristaux d'urates, notamment au niveau des pieds ou des mains. Cette cristallisation va avoir pour conséquence des douleurs articulaires pouvant aller jusqu'à la crise d'arthrite aiguë, appelée crise de goutte. [49']

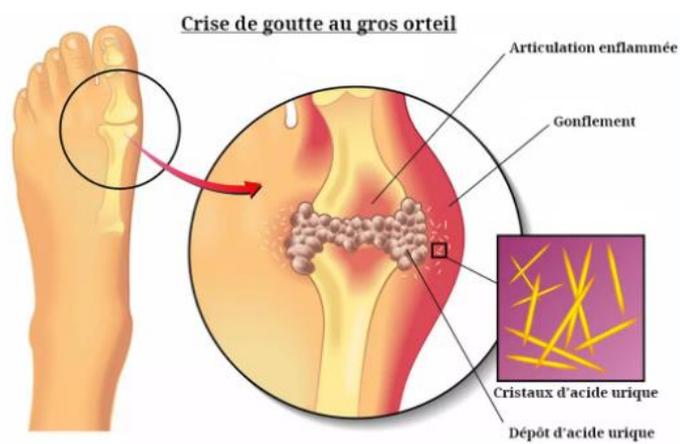


Figure 33 : la crise de goutte

Source : <https://view.publitas.com/p222-16505/regime-goutte-pdf/page/2-3>

Il s'agit donc d'un trouble dégénératif, né d'une surcharge en acide urique. L'apparition ou non de crise de goutte va être conditionnée par la concentration sanguine en acide urique. Généralement, en dessous de 70 mg/L, l'acide urique est majoritairement évacué par les urines. Au-delà, de cette concentration, l'acide urique va précipiter, formant des petits cristaux pouvant être à l'origine de poussées inflammatoires très douloureuses.

La crise de goutte est aussi conditionnée par la prise de certains médicaments pouvant favoriser son apparition (ex : diurétiques, antihypertenseurs, AINS...), un niveau d'hydratation quotidien trop faible, un indice de masse corporelle élevé ainsi qu'une quantité journalière de fruits et légumes consommés trop faible. [49']

## 6) Troubles cardiovasculaires

Nous avons vu que, en plus d'une perte de poids, certains régimes hyperprotéinés vantaient d'autres bienfaits tels qu'une diminution de la tension artérielle ou encore une régulation de la glycémie. Cependant, nous allons voir qu'une consommation importante de protéines pourrait également être à l'origine de troubles cardiovasculaires.

Une récente étude publiée en 2018 s'est penchée sur une possible corrélation entre apports importants en protéines et insuffisance cardiaque chez l'homme. Cette étude s'intitule : «Intake of different dietary protein and risk of heart failure in men : the kuopio ischaemic heart disease risk factor study».

Cette étude fût menée sur 2441 patients, tous de sexe masculin, âgés de 42 à 60 ans, pendant une durée de 22 ans. Parmi ces patients, 334 cas d'insuffisance cardiaque ont été diagnostiqués. Ces résultats ont ensuite été comparés avec les risques d'insuffisance cardiaque chez des patients consommant peu de protéines. Les résultats sont les suivants :

- Le risque est augmenté de 43 % chez les patients consommant des protéines issues de viandes rouges en fortes quantité
- 49 % pour les protéines issues de produits laitiers
- 17 % pour les protéines d'origines végétales
- 33 % pour toutes sources de protéines confondues
- Aucune augmentation de l'incidence d'insuffisance cardiaque pour les consommations importantes de protéines d'œufs et de poissons.

Il s'agit de la première étude à mettre en évidence un lien entre une insuffisance cardiaque et une forte consommation de protéines. Les auteurs de l'étude reconnaissent que des études complémentaires sur des patients plus jeunes et de sexe féminin doivent être menées pour confirmer leurs résultats.

Cependant, ces résultats suggèrent qu'une consommation importante de protéines sur une longue période ne comporterait pas que des effets positifs concernant la sphère cardiovasculaire. [17]

## 7) L'effet yoyo

L'effet yoyo correspond à une prise de poids faisant suite à un régime amincissant. Ce phénomène touche une très grande majorité des personnes ayant réussi à perdre du poids. En effet, selon l'ANSES, plus de 80% des personnes ayant perdu du poids au cours d'un régime amincissant sont touchées par une prise de poids dans l'année suivante.

Lorsque l'on décide de réduire les apports alimentaires et donc de diminuer les calories, l'organisme agit en augmentant intensément la sensation de faim. En parallèle, l'organisme va chercher à faire des économies d'énergie en diminuant la dépense énergétique liée au fonctionnement du corps. Cet écart entre augmentation de la demande d'énergie et diminution de la consommation d'énergie est appelé « energy gap ». Ce phénomène va être à l'origine de bon nombre de difficultés rencontrées lorsque l'on cherche à perdre du poids. De plus, cet écart se creuse pendant le régime, ce qui a des répercussions psychologiques pendant, mais aussi après un régime, favorisant une reprise de poids rapide et brutale, principalement sous la forme de graisse. [50']

Après une perte de poids importante et rapide dans le cadre d'un régime aminçissant, pas spécifiquement hyperprotéinés, le corps n'est plus habitué à une alimentation classique et s'expose au risque de reprendre du poids avec la réintroduction en quantité adéquate des différents groupes alimentaires.

En résumé, si une perte de poids importante, obtenue à l'aide de régime plus ou moins drastique, n'est pas suivie d'une phase de rééquilibrage alimentaire rondement menée, la personne s'expose à un rebond glucidique et donc une prise de graisse importante découlant de l'effet yoyo.

Les personnes ayant décidé de perdre du poids à l'aide d'un régime aminçissant doivent bien comprendre que le maintien de leurs objectifs de poids ne peut se faire qu'avec une alimentation bien équilibrée. Le problème étant que, une fois leurs objectifs atteints, après avoir perdus 5, 10, 15 kg ou plus, certaines personnes reprennent leur alimentation « normale », la même qui est à l'origine de leur prise de poids initiale...

Afin d'éviter cet effet yoyo, il va falloir augmenter progressivement les quantités de glucides et de lipides. Cette augmentation va devoir se faire par palliers pour, petit à petit, atteindre les parts de macronutriments recommandés par l'ANSES.

Il est également primordial d'augmenter les calories journalières par pallier. En effet, il n'est pas recommandé de passer d'un apport calorique restreint à normal d'un jour à l'autre. Cela constituerait une différence de plusieurs centaines de kcal tendant à favoriser une prise de poids ainsi que plusieurs autres effets indésirables, digestifs notamment.

Il est donc recommandé d'augmenter les kcales progressivement, par pallier de 100 à 200 kcal par jour maximum. De plus, il est conseillé de se peser régulièrement en période de rééquilibrage alimentaire afin de mieux cibler le point d'équilibre de notre balance énergétique.

Enfin, la pratique sportive est particulièrement importante au cours de cette période. Elle va permettre d'augmenter les dépenses énergétiques, permettant ainsi de limiter les effets de certains excès alimentaires, tout en favorisant une prise de masse musculaire également permise par l'augmentation des apports caloriques journaliers.

## **B) Etats pathologiques ou physiologiques contre-indiquant la pratique d'un régime hyperprotéiné**

Nous allons voir dans cette partie que les régimes hyperprotéinés ne peuvent être utilisés par tout le monde. En effet, même s'ils sont bien équilibrés, certaines pathologies rendent sa pratique tout simplement impossible car trop risquée. De plus, nous verrons également que certaines situations nécessitent un accompagnement régulier afin de pouvoir mener à bien un régime hyperprotéiné à visée amincissante.

### **1) Insuffisance rénale**

Une des contre-indications les plus évidentes est l'insuffisance rénale. Bien que nous ayons précédemment vu que les effets indésirables des régimes hyperprotéinés sur le fonctionnement des reins en bonne santé ne sont pas été réellement prouvés, il a été largement démontré que la consommation de protéines chez des insuffisants rénaux doit être minutieusement encadrée.

Les reins ont plusieurs rôles au sein de notre corps, parmi ceux-ci on retrouve l'élimination des déchets présents dans le sang et apportés par l'alimentation. Ils permettent également de s'adapter à des situations d'apports très variables selon les populations (excès ou insuffisance d'apport) et les conditions climatiques.

En occident, les apports en protéines alimentaires sont supérieurs aux besoins réels de notre organisme. Une fois absorbées, les protéines sont transformées en urée et, en cas d'insuffisance rénale, les reins ne parviennent plus à éliminer correctement l'urée qui s'accumule dans le sang. Cela va progressivement conduire à un empoisonnement de l'organisme s'accompagnant de divers symptômes tels que : hypertension artérielle, anémie, nausées... [51']

En France, nous comptons un peu moins de 100 000 personnes atteintes d'insuffisance rénale, mais les courbes ne cessent d'augmenter depuis maintenant de nombreuses années.

Le surpoids, l'obésité et le diabète sont les premières causes d'insuffisance rénale. Il est donc possible d'améliorer la fonction rénale et de réduire le risque cardiovasculaire en perdant du poids. Une perte de poids importante et rapide comme promise par les régimes hyperprotéinés peut donc s'avérer tentante mais nous allons voir que cela serait beaucoup plus néfaste qu'autre chose.

Les reins étant impliqués dans l'équilibre acido-basique de l'organisme, il est recommandé d'adopter une alimentation alcalinisante. En cas d'insuffisance rénale, les acides provenant de l'alimentation sont moins bien éliminés, ce qui peut conduire à une acidose chronique. Il est donc recommandé de limiter la charge acide de son alimentation, afin de ralentir le déclin de la fonction rénale. Généralement, des aliments tels que la viande, les œufs, les céréales et le fromage sont acidifiants alors que les fruits et légumes seront plutôt alcalinisants.

Concernant les apports protéiques, il est conseillé de limiter ceux-ci à hauteur de 0,8g/kg/jour. En effet, plus l'apport protéique est bas, moins les reins vont travailler et donc plus la maladie progressera lentement. Certains médecins préconisent même de descendre encore plus bas, jusqu'à un apport de 0,6 g/kg/jour afin d'épargner toujours plus les reins. À noter que ces recommandations-là ne s'appliquent pas aux personnes atteintes d'insuffisance rénale très avancée et étant sous dialyse. [51']

Concernant la qualité des protéines, il est plutôt recommandé de satisfaire ses apports en puisant dans des sources de protéines végétales alcalinisant plutôt que dans des protéines animales. Le soja et les légumineux constituent donc des sources intéressantes de protéines, malgré leurs moins bonnes valeurs biologiques, pour des patients en situation d'insuffisance rénale.

En cas d'insuffisance rénale, le phosphore est mal éliminé et donc présent en trop grande quantité dans notre organisme. Or, des taux de phosphore trop élevés tendent à favoriser le dépôt de calcium dans les vaisseaux, poumons, yeux et cœur pouvant favoriser l'apparition d'autres pathologies telles que l'athérosclérose. Là encore, les phosphores sont retrouvés dans certains aliments riches en protéines tels que les abats, sardines ou encore certains légumes secs.

En résumé, le régime alimentaire préconisé pour les patients atteints d'insuffisance rénale rend la pratique d'un régime hyperprotéiné impossible malgré, parfois, la nécessité pour ces patients de perdre du poids. [51']

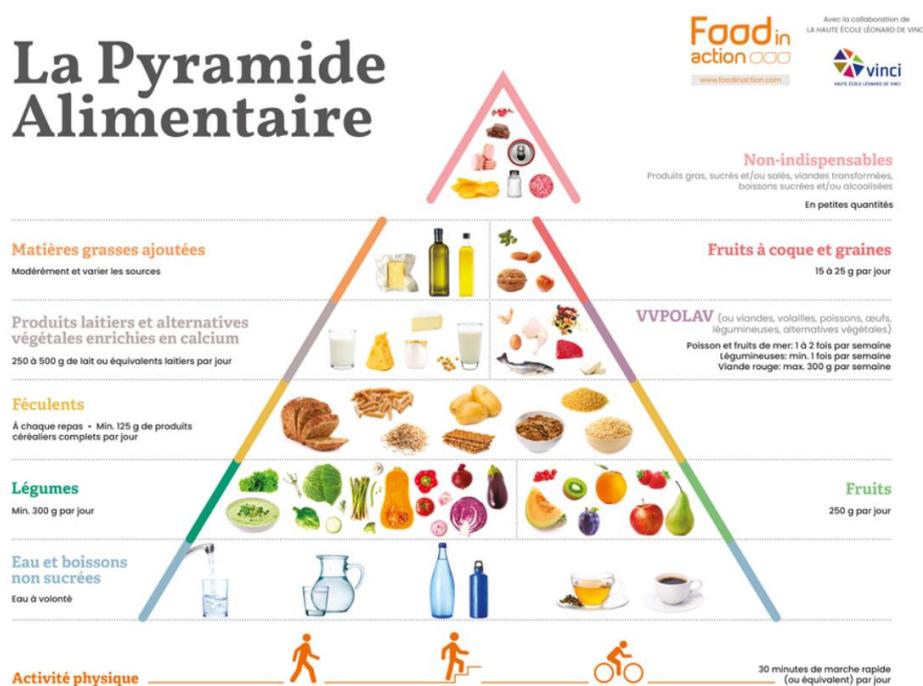


Figure 34 : Pyramide alimentaire d'un patient atteint d'insuffisance rénale

Source : <https://acteurdemasante.lu/fr/maladies-renaales/insuffisance-renale-choisir-une-alimentation-adaptee/>

## 2) Diabète insulino-dépendant

Loin d'être déconseillé en cas de diabète non-insulino-dépendant, nous allons voir que le suivi d'un régime hyperprotéiné peut s'avérer particulièrement compliqué en cas de diabète insulino-dépendant.

Bien que certains diabètes de type 2 peuvent devenir insulino-dépendants, la majorité des diabètes insulino-dépendants concernent des patients atteints de diabète de type 1. Le diabète de type 1 est une maladie auto-immune durant laquelle le système immunitaire détruit certaines cellules du pancréas, les cellules bêta-pancréatiques. Ces cellules ont pour rôle de produire de l'insuline permettant de réguler la glycémie.

Le diabète de type 1 représente environ 10% des cas de diabète, soit environ 300 000 personnes. Cependant la pathologie est de plus en plus fréquente, avec une prévalence qui se voit augmenter de 3-4 % chaque année.

Le régime hyperprotéiné est basé sur un apport en glucide bas permettant de restreindre la quantité d'insuline sécrétée par le pancréas.

Ici ce n'est donc pas tant la présence de protéine en grande quantité qui pose problème, bien que se pose toujours le problème de l'équilibre acido-basique de l'organisme, mais plus la composante hypoglycémiante du régime. En effet, le patient diabétique est habitué à s'injecter certaines doses d'insuline et l'adoption d'un régime hyperprotéiné avec une composante hypoglycémiante trop drastique modifierait totalement le planning thérapeutique insulinique. L'adoption de régime hyperprotéiné n'est donc pas totalement interdite en cas de diabète insulino-dépendant mais elle doit formellement être réalisée avec l'accord du diabétologue et avec un plan de prise alimentaire adapté. [52']

## 3) Grossesse

Il est normal que la future mère connaisse une prise de poids avoisinant les 12 kilos au cours de la grossesse. Cette prise de poids est normale et est même essentielle au bon développement du bébé.

Au cours de la grossesse, les femmes voient leurs besoins caloriques journaliers augmenter. Ainsi, une femme consommant en moyenne 1800 kcal/ jour verra ses besoins augmenter à hauteur de 2000 kcal/ jour lors du 1<sup>er</sup> trimestre, 2100 kcal/ jour lors du second puis enfin jusqu'à 2250-2500 kcal/ jour lors du troisième trimestre.

Cependant, cette prise de poids doit rester contrôlée, plus ou moins rigoureusement selon le profil de la future mère. En effet, pour une patiente avec un IMC de plus de 25 avant la grossesse, il est important que la prise de poids ne soit pas trop importante afin d'éviter de s'exposer à de nombreuses complications telles que diabète gestationnel, prééclampsie, macrosomie fœtale pouvant entraîner une césarienne. [53']

De plus, les besoins en protéines vont être augmentés au cours de la grossesse avec un apport journalier compris entre 60 et 80 grammes de protéines par jour. [54']

Donc le fait de voir ses besoins en protéines augmenter, combiné à l'importance de maîtriser sa prise de poids, pourrait encourager certaines femmes à suivre un régime hyperprotéiné au cours de leur grossesse. Cependant, nous allons voir que la pratique d'un régime amincissant, quel qu'il soit, n'est pas recommandé au cours de la grossesse.

Là encore, le problème avec les régimes hyperprotéinés ne sera pas tant la présence importante de protéines mais plutôt les déficits en glucides, lipides ainsi que l'ensemble des carences qu'ils peuvent entraîner.

En effet, un régime hyperprotéiné à visée amincissante au cours de la grossesse aura pour conséquence :

- Un déficit calorique : il peut être à l'origine de petit poids de naissance du nouveau-né et risque même d'être à l'origine de fausse couche dans certains cas. De plus, de nombreuses études tendent à démontrer que l'environnement intra-utérin exerce une influence non-négligeable sur le poids et la santé de l'enfant à la naissance mais également durant toute son enfance ainsi qu'à l'âge adulte.
- Insuffisance d'apports glucidiques : principale source d'énergie, le glucose est essentiel pour le bon développement des tissus fœtaux. Les apports glucidiques recommandés pour une femme enceinte sont de l'ordre de 250g/ jour, de préférence en maximisant les glucides complexes et en limitant toutes les sources de glucides simples tels que les sucreries, soda...
- Insuffisance d'apport lipidique : ils vont être essentiels à la constitution des membranes séreuses du fœtus ainsi qu'au bon transport des vitamines liposolubles.
- Certaines carences : elles vont dépendre du type de régime suivi ainsi que de l'intensité de ce dernier. Bien évidemment, il n'est jamais bon de présenter des carences et cela est d'autant plus vrai en cours de grossesse. En effet, en cas de carence d'apports survenant au cours de la grossesse, le fœtus peut être amené à puiser dans les réserves maternelles ce qui peut amplifier les troubles déjà présents chez la mère : fatigue, anémie, hypocalcémie... [53']

#### 4) Obésité

L'obésité est reconnue par l'assurance maladie comme une pathologie chronique de la nutrition. Elle n'a pas tendance à guérir spontanément et affecte le bien être psychologique, social et physique des individus touchés.

Comme pour un grand nombre de pathologies, l'obésité nécessite une prise en charge par un professionnel de santé. Ce dernier devra établir un diagnostic des causes responsables de la prise de poids. Enfin, le professionnel de santé devra déterminer s'il est nécessaire pour le patient de perdre du poids et, si oui, il devra définir des objectifs et moyens adéquats à mettre en œuvre pour y parvenir.

Cette démarche doit être menée dans le but de viser une réduction adaptée et prudente du poids, puis une stabilisation avec des moyens appropriés, tout en veillant à préserver l'état de santé physique et psychologique du patient.

La pratique de régime hyperprotéiné à visée amincissante n'est donc pas formellement contre indiquée en cas d'obésité, mais celle-ci doit absolument être accompagnée et encadrée par un professionnel de santé.

Le problème étant que de plus en plus de personnes entreprennent des régimes amincissants, d'un jour à l'autre, sans aucun avis médical. De plus, les régimes hyperprotéinés à visée amincissante peuvent être très durs, lassants, répétitifs et à l'origine de carences. Dans le cas de patients obèses, qui auraient peut-être 30-40 kg ou plus à perdre, le régime va devoir être mené pendant plusieurs années. Il est donc crucial qu'un professionnel de santé soit sollicité dans ce cas, ne serait-ce que pour s'assurer de l'absence de fragilités rénales ou afin de pallier les carences inévitables suite à la pratique d'un tel régime sur une aussi longue période.

## CONCLUSION

Comme vu en début de travail, les protéines ne sont pas quelque chose de « magique » mais elles font partie d'un ensemble nutritionnel. Elles constituent, au même titre que les glucides et les lipides, un groupe de macronutriments, c'est-à-dire de composés sources de calories pour notre organisme. Les protéines faisant partie de nos apports caloriques totaux, leur seule consommation ne permettra pas, en elle-même, une perte de poids.

L'ensemble des apports caloriques est ensuite mis en compétition avec la somme de nos dépenses caloriques journalières pour former ce que l'on appelle la balance énergétique. Le problème étant qu'à l'époque dans laquelle nous vivons, une grande partie de la population voit sa balance énergétique déséquilibrée en faveur des apports. Cela se traduit ensuite par une forte augmentation de la prévalence des problèmes de poids incluant le surpoids et l'obésité. En France, malgré les nombreuses tentatives gouvernementales avec la mise en place de divers PNNS, cette tendance ne tend malheureusement pas à s'améliorer avec près d'un adulte sur 2 en situation de surpoids ou d'obésité en 2021. Encore plus inquiétant, cette pandémie touche également les plus jeunes avec près de 15 % de mineurs français présentant un IMC supérieur à 30...

Devant ce constat, un florilège toujours plus important de régimes alimentaires en tout genre a éclos. Parmi ceux-ci on retrouve notamment les régimes hyperprotéinés à visée amincissante. Là encore, relativement nombreux, nous constatons tout de même certaines redondances dans chacun d'entre eux. D'abord, une consommation de protéines très largement supérieure aux recommandations de l'ANSES. Cette constante hyperprotéinée trouve son intérêt dans le fait qu'elle va permettre un maintien de la masse musculaire lors de la perte de poids tout en diminuant l'appétence de la personne, de par son puissant pouvoir satiétogène, ce qui entraînera, à terme, une perte de poids. A cette composante hyperprotéinée viennent s'ajouter des composantes hypoglucidiques et hypolipidiques afin d'aboutir in fine à une alimentation hypocalorique. Sur le papier, ces régimes semblent donc idéals. L'ensemble d'entre eux permet une perte de poids conséquente et particulièrement rapide, jusqu'à plusieurs kilos dès la première semaine. Ces régimes garantissent également une absence de sensation de faim, principal obstacle à surmonter lors d'une perte de poids. Par ailleurs, ils permettent un maintien de la masse musculaire et donc une perte de poids se traduisant uniquement par une perte de masse grasse. Le problème étant que ces régimes ne sont pas anodins et, malheureusement, bon nombre des personnes souhaitant perdre du poids le font de manière isolée, suite à un trop plein de motivation, sans réellement se renseigner sur les bases de la diététique en amont...

De plus, les médecins recommandent de ne pas dépasser 2g/kg/j de protéines, avoir au moins 2/3 des apports protéiques apportés par l'alimentation courante, assurer des apports glucidiques suffisants de 120 kcal de glucides pour 5 grammes de protéine (ce qui équivaut donc à 30 grammes de glucides pour 5 grammes de protéines) et enfin ne pas maintenir une alimentation de la sorte pendant plus de 3 mois. Au vu des régimes étudiés pendant mon travail, j'ai pu

constater que toutes ces recommandations sont, au meilleur des cas, partiellement suivies, mais plus généralement ignorées...

Les patients vont alors être exposés à certains effets indésirables tels que : carences, constipation, tendinites... De plus, les régimes hyperprotéinés à visée amincissante, ont la tenace réputation d'être inutiles sur le long terme, car souvent les pratiquants de ce genre de régime reprennent une grande partie du poids perdu, si ce n'est la totalité, dans l'année qui suit. Cet effet yoyo n'est en réalité pas uniquement imputable aux régimes hyperprotéinés mais à l'ensemble des régimes présentant un déficit calorique notable. Cependant, comme vu au cours de la dernière partie de mon travail, cet effet rebond est surtout dû à un relâchement trop important une fois l'objectif atteint. Bien souvent, la personne perd du poids en suivant un régime à la lettre sans vraiment comprendre son mécanisme, ce qui entraîne inévitablement une reprise de poids une fois celui-ci terminé, lorsque la personne reprend son alimentation « normale », la même l'ayant poussé à suivre un régime amincissant...

Finalement, les régimes hyperprotéinés à visée amincissante ne sont pas un outil « magique » pour perdre du poids. En revanche, bien menés, par des personnes médicalement aptes à le suivre, les régimes riches en protéines peuvent être un formidable outil pour réduire la charge pondérale. Cependant, leur efficacité et surtout le maintien des résultats obtenus grâce à ces régimes seront conditionnés par la bonne compréhension du patient ainsi que par la qualité d'encadrement dont il aura bénéficié.

## Bibliographie :

1. Ambroise MARTIN – AFSSA. Apports nutritionnels conseillés pour la population française ; Lavoisier tec et doc, 2001
2. Jean-Louis SCHLIENGER. Nutrition clinique pratique : Chez l'adulte, l'enfant et la personne âgée ; Elsevier Masson, 2018.
3. Olivier GOULET, Michel VIDAILHET, Dominique TURCK et Pierre COCHAT. Alimentation de l'enfant en situations normale et pathologique ; Doin, 2012.
4. Claude LERAY. Les lipides, Nutrition et santé ; Lavoisier Tec & Doc 2013.
5. Xavier BIGARD et Charles-Yannick GUEZENNEC. Nutrition du sportif ; Elsevier Masson 2017.
6. Pierre FEILLET. Tout savoir sur notre alimentation, démêler le vrai du faux ! ; EDP Sciences, 2018.
7. Thomas Dylan D.; Istfan, Nawfal W.; Bistrrian, Bruce R.; Apovian, Caroline M. "Protein sparing therapies in acute illness and obesity: a review of George Blackburn's contributions to nutrition science" ; Metabolism clinical and experimental, 2017; 79:83-96.
8. Pierre DUKAN. Je ne sais pas maigrir ; J'ai lu, 2011.
9. Joanna Wyka, Ewa Malczyk, Marta Misiarz, Marzena Zołoteńka-Synowiec, Beata Całyniuk, Sandra Baczyńska. « Assessment of food intakes for women adopting the high protein DUKAN diet »; Rocznik Państw Zakł Higieny, 2015; 66(2):137-42.
10. Barry SEARS, The zone: a dietary road map; hardcover, 1995.
11. Michael L. Dansinger, Joi Augustin Gleason, John L. Griffith, Harry P. Selker, Ernst J. Schaefer. Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial; JAMA network, 2005; 293(1):43-53.
12. Loren CORDAIN, The Paleo Diet; Houghton Mifflin Harcourt, 2001.
13. Caroline Blomquist, Elin Chorell, Mats Ryberg, Caroline Melberg, Evelina Worrso, Elena Makoveichuk, Christel Larsson, Bernt Lindahl, Gunilla Olivecrona, Tommy Olsson. Decreased lipogenesis-promoting factors in adipose tissue in postmenopausal women with overweight on a Paleolithic-type diet; European journal of nutrition, 2017; 57(8): 2877–2886.
14. Lisa S Chow, Emily N C Manoogian, Alison Alvear, Jason G Fleischer, Honoree Thor, Katrina Dietsche, Qi Wang, James S Hodges, Nicholas Esch, Samar Malaeb, Tasma Harindhanavudhi, K Sreekumaran Nair, Satchidananda Panda, Douglas G Mashek. Time-Restricted Eating Effects on Body Composition and Metabolic

Measures in Humans who are Overweight: A Feasibility Study; obesity silver spring journal, 2020; 28(5) : 860–869.

15. Allon N Friedman, Lorraine G Ogden, Gary D Foster, Samuel Klein, Richard Stein, Bernard Miller, James O Hill, Carrie Brill, Brooke Bailer, Diane R Rosenbaum, Holly R Wyatt. Comparative effects of low-carbohydrate high-protein versus low-fat diets on the kidney; Clinical revue of American society of nephrology: CJASN 2012; 7(7): 1103–1111.
16. Sunni L Mumford, Jorge E Chavarro, Cuilin Zhang, Neil J Perkins, Lindsey A Sjaarda, Anna Z Pollack, Karen C Schliep, Kara A Michels, Shvetha M Zarek, Torie C Plowden. Dietary fat intake and reproductive hormone concentrations and ovulation in regularly menstruating women; Clinical revue of American society 2016; 103(3):868-77.
17. Heli E K Virtanen, Sari Voutilainen, Timo T Koskinen, Jaakko Mursu, Tomi-Pekka Tuomainen, Jyrki K Virtanen. Intake of Different Dietary Proteins and Risk of Heart Failure in Men: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study; Circulation: heart failure, 2016; 11(6):e004531.

## RÉFÉRENCES SITOGRAPHIQUES :

- 1'. <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/medecine/besoins-nutritionnels-et-apports-conseilles.-lequilibre-alimentaire> consulté le 02/08/2022
- 2'. <https://drgauthier-nutrition-obesite.fr/comment-fonctionne-notre-balance-energetique/> consulté le 04/08/2022
- 3'. <https://www.chuv.ch/fr/dedop/dedop-home/patients-et-famille/obesite/alimentation/balance-energetique> consulté le 07/08/2022
- 4'. <https://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/usages/eauOrga.html> consulté le 12/08/2022
- 5'. <https://www.anses.fr/fr/content/vitamine-carot%C3%A9no%C3%AFdes-provitaminiques?adlt=strict&toWww=1&redig=5DC2F0B2259C41A4B08D83512699ABAD> consulté le 15/08/2022
- 6'. [https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full\\_html/2006/11/medsci20062212p1095/medsci20062212p1095.html](https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2006/11/medsci20062212p1095/medsci20062212p1095.html) consulté le 18/08/2022
- 7'. <https://www.vidal.fr/actualites/26529-vitamine-d-et-covid-19-la-supplementation-presente-t-elle-un-interet.html?adlt=strict&toWww=1&redig=42F0055CD93844F9B0664752E9686793> consulté le 21/08/2022
- 8'. [https://www.ocljournal.org/fr/index.php?option=com\\_article&url=/articles/ocl/full\\_html/2011/02/ocl2011182p94/ocl2011182p94.html&Itemid=129&lang=en#R5](https://www.ocljournal.org/fr/index.php?option=com_article&url=/articles/ocl/full_html/2011/02/ocl2011182p94/ocl2011182p94.html&Itemid=129&lang=en#R5) consulté le 25/08/2022
- 9'. <https://www.anses.fr/fr/content/les-r%C3%A9f%C3%A9rences-nutritionnelles-en-vitamines-et-min%C3%A9raux> consulté le 02/09/2022
- 10'. <https://www.nicolas-aubineau.com/vitamines-b-et-sport/> consulté le 05/09/2022
- 11'. <https://www.anses.fr/fr/content/vitamine-b9-ou-acide-folique#:~:text=L'acide%20folique%20ou%20la,diff%C3%A9rentes%20phases%20de%20la%20vie.> Consulté le 09/09/2022
- 12'. <https://www.sfmpl.fr/vitamine-c-et-immunit%C3%A9> consulté le 12/09/2022

- 13'. <https://www.anses.fr/fr/content/vitamine-c-ou-acide-ascorbique> consulté le 16/09/2022
- 14'. <https://www.vidal.fr/sante/nutrition/corps-aliments/sels-mineraux-oligoelements.html> consulté le 20/09/2022
- 15'. <https://www.anses.fr/fr/content/le-sel> consulté le 23/09/2022
- 16'. <https://www.abundanceandhealth.es/upload/ultimate-guides/FR-Ultimate-guide-Magnesium.pdf> consulté le 28/09/2022
- 17'. <https://www.vidal.fr/actualites/27760-regime-mediterraneen-un-modele-d-alimentation-sante.html> consulté le 02/10/2022
- 18'. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/articles/nutri-score> consulté le 05/10/2022
- 19'. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> consulté le 08/10/2022
- 20'. <https://www.sraenutrition.fr/wp-content/uploads/2021/08/Enquete-epidemiologique-sur-le-suproids-et-lobesite-Odoxa-x-Obepi.pdf> Prevalence of Overweight and Obesity in France: The 2020 Obepi-Roche Study by the "Ligue Contre l'Obésité". Fontbonne A, Currie A, Tounian P, Picot MC, Foulatier O, Nedelcu M, NoCCA D. J Clin Med. 2023 Jan 25;12(3):925. doi: 10.3390/jcm12030925. PMID: 36769573 Free PMC article .consulté le 08/10/2022
- 21'. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-10/annexe\\_1\\_table\\_dindice\\_de\\_masse\\_corporelle.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-10/annexe_1_table_dindice_de_masse_corporelle.pdf) consulté le 08/10/2022
- 22'. <https://www.irbms.com/methode-devaluation-de-la-composition-corporelle/> consulté le 08/10/2022
- 23'. <https://www.irbms.com/methode-mesure-plis-cutanes-sportif/> consulté le 11/10/2022
- 24'. <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/surpoids-obesite-adulte/definition-causes-risques?adlt=strict&toWww=1&redig=39F5D6E72E604360AD94C4375DC506FE> consulté le 11/10/2022
- 25'. <https://centre-obesite-surpoids-grenoble.com/actualites/quelles-sont-consequences-lobesite-sur-sante-physique-et-mentale?adlt=strict&toWww=1&redig=091C91E240674CEEA08A1F0D8DCDEEF7> consulté le 11/10/2022
- 26'. <https://www.obesite.com/que-faire/medicaments/> consulté le 14/10/2022
- 27'. <https://www.louvainmedical.be/fr/article/le-liraglutide-3-mg-saxendar-un-nouveau-medicament-de-lobesite> consulté le 17/10/2022

- 28'. <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/surpoids-obesite-adulte/traitement-medicamenteux-chirurgical> consulté le 17/10/2022
- 29'. <https://www.regimedukan.com/maigrir-avec-la-methode-dukan/1-methode-2-solutions/le-Docteur-pierre-dukan> consulté le 02/11/2022
- 30'. <https://www.regimedukan.com/maigrir-avec-la-methode-dukan/1-methode-2-solutions/le-juste-poids> consulté le 02/11/2022
- 31'. <https://www.regimedukan.com/maigrir-avec-la-methode-dukan/les-principes-de-base/les-cent-aliments-a-volonte> consulté le 09/11/2022
- 32'. <https://www.regimedukan.com/maigrir-avec-la-methode-dukan/1-methode-2-solutions/escalier-nutritionnel> consulté le 12/12/2022
- 33'. <https://drsears.com/> consulté le 14/12/2022
- 34'. <https://zonediet.com/the-zone-diet/> consulté le 16/12/2022
- 35'. <https://www.anses.fr/fr/content/les-acides-gras-om%C3%A9ga-3#:~:text=Les%20acides%20gras%20om%C3%A9gas%203,ainsi%20que%20chez%20l%27enfant.> Consulté le 20/12/2022
- 36'. <https://zonediet.com/product/omega-3-fish-oil/dr-sears-omegarx-2-fish-oil-120-capsules/> consulté le 20/12/2022
- 37'. <https://www.cerin.org/breves-scientifiques/les-polyphenols-seraient-anti-inflammatoires-et-influeraient-sur-certains-mecanismes-immunitaires/> consulté le 24/12/2022
- 38'. <https://www.laboratoire-lescuyer.com/blog/micronutrition/les-polyphenols#:~:text=Ramen%C3%A9%20la%20consommation%20r%C3%A9elle,la%20salade%20et%20les%20oignons.&text=Autres%20sources%20de%20polyph%C3%A9nols%203A%20Th%C3%A9,de%20lin%2C%20curcuma%2C%20gingembre%E2%80%A6> consulté le 24/12/2022
- 39'. <https://zonediet.com/product/polyphenols/maquirx-30-capsules/> consulté le 24/12/2022
- 40'. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A9olithique> consulté le 27/12/2022
- 41'. <https://paleo-regime.fr/decouvrir-le-paleo/> consulté le 27/12/2022
- 42'. <https://la-chrononutrition.com/les-bases-scientifiques/> consulté le 07/01/2023
- 43'. <https://la-chrononutrition.com/la-chrononutrition/> consulté le 08/01/2020

- 44'. <https://www.urofrance.org/wp-content/uploads/2005/08/Fiche-dietetique-et-lithiase.pdf> consulté le 18/01/2023
- 45'. <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-hormonaux-et-m%C3%A9taboliques/%C3%A9quilibre-%C3%A9lectrolytique/pr%C3%A9sentation-du-r%C3%B4le-du-calcium-dans-l-organisme> consulté le 22/01/22
- 46'. <https://www.cerin.org/wp-content/uploads/2017/01/symposium-dernieres-recommandations-lipides-theorie-assiette.pdf> consulté le 29/01/2023
- 47'. <https://www.cerin.org/articles/references-nutritionnelles-pour-les-adultes/#:~:text=L'apport%20satisfaisant%20en%20fibres,par%20jour%20pour%20les%20femmes> consulté le 03/02/2023
- 48'. <https://www.irbms.com/complications-des-regimes-hyperproteines/> consulté le 04/02/2023
- 49'. <https://www.Docteur-lequere.fr/actualites/item/29-hyperuricemie-et-goutte> consulté le 04/02/2023
- 50'. <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00808.2007> Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol . 2008 Apr;294(4):R1117-29.doi: 10.1152/ajpregu.00808.2007. Epub 2008 Feb 20. Weight regain after sustained weight reduction is accompanied by suppressed oxidation of dietary fat and adipocyte hyperplasiaMatthew R Jackman 1 , Amy Steig, Janine A Higgins, Ginger C Johnson, Brooke K Fleming-Elder, Daniel H Bessesen, Paul S MacLean consulté le 11/02/2023
- 51'. <https://fondation-du-rein.org/dietetique-et-insuffisance-renale/#:~:text=En%20cas%20d'insuffisance%20r%C3%A9nale%2C%20il%20est%20conseil%20de%20limiter,du%20mal%20%C3%A0%20l'%C3%A9liminer> consulté le 12/02/2023
- 52'. <https://www.frdj.ca/vivre-avec-le-dt1/nutrition-et-le-diabete-de-type-1/> consulté le 13/02/2023
- 53'. <https://www.gynefam.fr/ma-grossesse/quelques-precautions-pendant-9-mois/grossesse-poids-calories-et-consequences-sur-la> consulté le 17/02/2023
- 54'. <https://www.cerin.org/articles/references-nutritionnelles-pendant-la-grossesse-et-lallaitement/> consulté le 17/02/2023



## SERMENT DE GALIEN

*Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples :*

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- ❖ D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- ❖ En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.*