



COMPRENDRE

# OPTIMISATION MUSCULAIRE, MODULATION DE LA FATIGUE ET DE LA TRANSMISSION GÉNÉTIQUE

## DR FRÉDÉRIQUE ARNDT-VANKEMMEL

Anesthésiste, Algologue, Diplômée en Micronutrition  
au CHU de Reims.

« Je remercie Daniel Tanesse et CMT-France pour leur invitation ; c'est un honneur pour moi de parler d'un sujet qui me tient à cœur, à savoir la modulation de l'inflammation infra-clinique c'est-à-dire l'impact de l'hygiène de vie dans notre santé et peut-être aussi, la possibilité d'être acteur de notre santé et acteur dans notre pathologie. »

«Que ton aliment  
soit ta première médecine»  
Hippocrate (460-356 avant J.-C.)

## NOTIONS DE MICRONUTRITION

La modulation de l'hygiène de vie repose en partie sur une nouvelle discipline qui s'appelle la micronutrition. Il s'agit de comprendre qu'en modifiant son hygiène de vie et ses habitudes alimentaires, on peut avoir un impact sur sa physiologie, voire sur l'expression de ses gènes, et ainsi peut-être mieux vieillir.

La physiologie est l'étude du mode de fonctionnement des êtres vivants existants. Plus précisément, il s'agit de comprendre comment leur corps marche, le rôle de chaque organe et ses mécanismes de fonctionnement, des différentes substances contenues dans l'organisme... mais aussi la place, la fonction qu'occupe chaque être vivant dans son environnement et, à plus grande échelle, sur la planète : position dans la chaîne alimentaire, influence sur l'environnement, interactions avec les autres êtres vivants...

## BIENVENUE !

Toute l'équipe de CMT-France est ravie d'accueillir  
le Dr Frédérique ARNDT-VANKEMMEL au sein du Conseil Médical.



## DES EXEMPLES ÉLOQUENTS...

Pour illustrer ces propos, voici deux exemples issus de la vie animale, exemples phare dans le domaine clinique :

### Mireille l'Abeille :

Mireille et sa reine ont toutes deux exactement le même patrimoine génétique.

La seule différence entre elles est la façon dont elles ont été nourries dans l'alvéole :

Mireille a été nourrie trois jours avec de la gelée royale et sept jours avec du miel.

En revanche, la reine a été nourrie pendant dix jours exclusivement avec de la gelée royale. On peut faire une reine à partir de n'importe quelle larve, à condition de la nourrir uniquement avec de la gelée royale.

Les micronutriments montrent alors une efficacité au niveau d'expression de la physiologie et des gènes. La différence des micronutriments qui ont été donnés pendant cette période cruciale de la gestation va permettre à l'abeille d'être, soit une reine, soit une ouvrière ; autrement dit : soit de vivre un mois et demi, soit de vivre plusieurs années ou encore d'avoir des ailes plus ou moins longues, d'être trois fois plus grande ou plus petite...

### Charlotte la Marmotte :

Cet autre exemple nous permet de comprendre qu'il est



possible de moduler notre physiologie. En effet, quand la marmotte mange des fruits de l'hiver, des noix, noisettes, amandes, qu'elle reçoit une alimentation riche en oméga-6... elle va prendre du poids et hiberner. A contrario, quand elle se nourrit de fruits d'été, d'herbes sauvages, d'un régime riche en oméga-3, elle est active, maigrit et n'hiberne pas. Alors, si on fait l'expérience de lui donner pendant l'hiver des oméga-3 et des fruits d'été, la marmotte ne stockera pas de graisses et n'hibertera pas. C'est un exemple concret qui met en évidence l'impact clair entre nutrition et physiologie au quotidien.

Plus proche de nous, voici un autre exemple marquant, issu de la clinique, qui, là encore, établit un lien entre régime alimentaire et comportement :

Des expériences ont été menées par le Dr. Schoenthaler, professeur de criminologie, dans des prisons américaines auprès de centaines de jeunes gens qui avaient une alimentation un peu stéréotypée induisant des carences. En normalisant ces carences, notamment au niveau du magnésium, de la vitamine B1 et surtout en stabilisant la glycémie, on a constaté une diminution des agressions physiques de 82 %, des vols de 77 %, et du refus d'obéir de 65 %. À la lumière de ces résultats, on peut en déduire qu'une meilleure alimentation, plus équilibrée, entraîne un meilleur comportement.

### LA MICRONUTRITION NE S'INTÉRESSE PAS AUX CALORIES

À la différence de la nutrition, la micronutrition ne s'intéresse pas aux calories mais à la fonctionnalité des micronutriments. Ainsi, on ne parlera pas de lipides mais d'éléments de structure ou constituants principaux de nos membranes, on ne parlera pas de sucres mais d'éléments d'énergie ou carburant, ou encore, on ne parlera pas de protéines mais de communication ou « messagers » entre nos cellules.

De plus, deux entités, sans valeur calorique mais indispensables à la vie et au bon fonctionnement de tout organe, viennent s'ajouter : les vitamines et les oligoéléments.

Enfin, le « petit dernier » qui fait beaucoup parler de lui, notamment dans les médias, et à juste titre : la flore bactérienne ou flore digestive, autrement dénommée « deuxième cerveau ».

Une métaphore peut être employée : une cellule serait un peu comme une pièce dans une maison, les murs sont alors les lipides, les portes sont les protéines, et l'énergie est ce qui permet d'ouvrir ces portes. On comprend alors l'importance de la matière lipidique dans un organisme humain : sans mur il n'y a pas de maison et donc sans graisse le corps humain ne peut pas fonctionner correctement.

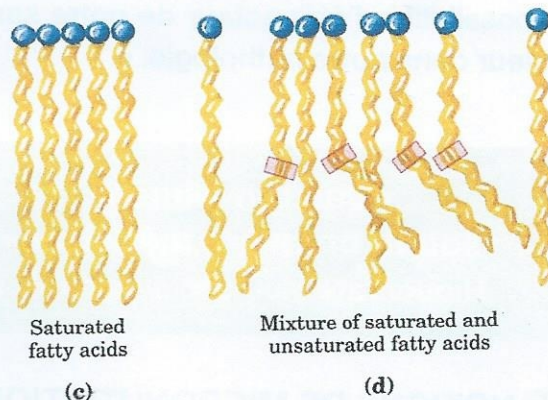
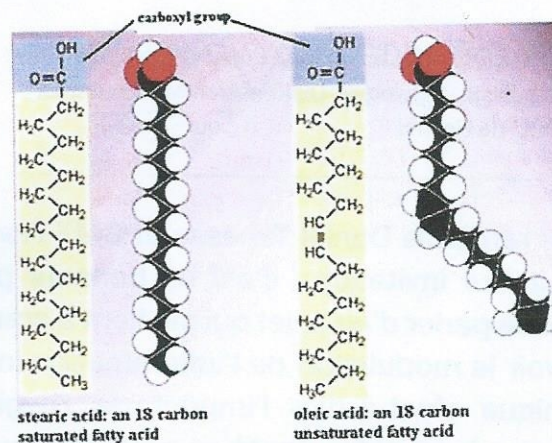
Cet exposé sera articulé sur les axes suivants :

- Les nutriments : lipides, glucides, protéides.
- La flore digestive.
- Les vitamines et oligoéléments.

## LES NUTRIMENTS

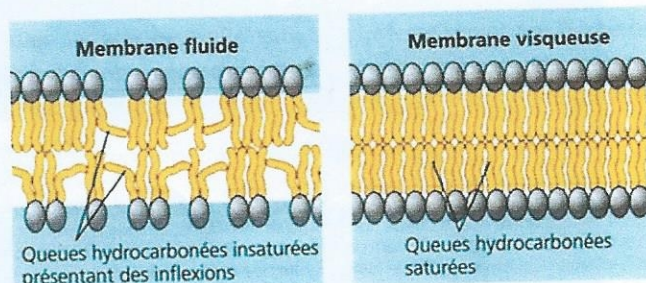
### LES LIPIDES : HARO SUR LE GRAS ?

Nos membranes sont majoritairement composées de lipides, c'est donc un constituant essentiel. On parle beaucoup de graisses saturées, que l'on peut illustrer par un petit bâton rigide, et de graisses insaturées, illustrées par un petit bâton un peu anguleux :

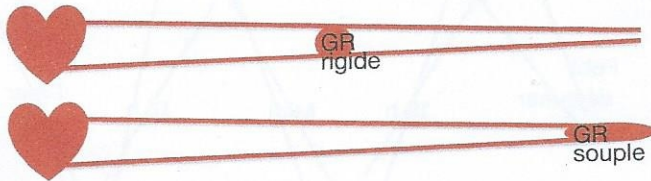


### Fluidité membranaire et oxygénation tissulaire :

On voit bien que quand la membrane est riche de graisses insaturées (petit bâton anguleux), il y a des espaces de vide. Ces espaces sont indispensables pour avoir ce que l'on appelle une fluidité membranaire. Cette souplesse de la membrane permet à la protéine d'être plus effective dans son rôle de communication.



Le schéma ci-dessous permet d'illustrer cette fonction de fluidité. Sur la gauche, les vaisseaux issus du cœur montrent un diamètre important. En revanche, sur la droite, les vaisseaux qui vont vasculariser les petits nerfs des extrémités, ceux qui alimentent les petites fibres sensibles ou motrices très fines, font aux extrémités 5 microns de diamètre...



Le globule rouge (noté GR), qui a pour mission d'apporter les nutriments et l'oxygène jusqu'aux extrémités, a un diamètre de 7 microns. C'est pourquoi, anatomiquement et mécaniquement, il semble impossible à ce dernier d'apporter nutriments et oxygène aux petits vaisseaux des extrémités pour bien irriguer les petits nerfs.

Le seul moyen pour le globule rouge d'aller dans les petits capillaires est donc d'avoir une membrane fluide et souple, d'avoir une structure un peu élastique qui lui permet de se déformer.

Si le globule rouge a une structure rigide, comme une bille de verre, il ne pourra pas aller dans l'extrémité des vaisseaux. Autrement dit, si la constitution membranaire des acides gras est riche en graisses rigides, saturées (ou trans), la perfusion des vaisseaux et neurones des extrémités ne se fera pas correctement.

En revanche, si les membranes sont fluides et souples, l'efficacité du transport de nutriments et d'oxygène sera renforcée par un bon échange membranaire dû au contact complet et intime entre la membrane du globule rouge (car un peu « écrasé ») et les tissus périphériques.

**Impact sur la cognition :**

Une carence en bonnes graisses - les omégas 3 de longue chaîne - qui sont les constituants principaux du cerveau, peut avoir un impact sur la cognition. Ainsi, un petit garçon étiqueté « d'incapable » s'est vu, après correction de son alimentation, gratifié d'un encouragement sur son bulletin scolaire...


**Les aliments de nos repas ont une « mémoire biologique » :**

Ces bonnes graisses se trouvent dans l'alimentation, à condition que les animaux ou les produits issus des animaux consommés aient eux-mêmes été nourris correctement. Par exemple, une vache qui se nourrit de maïs produira un fromage riche en oméga 6 qui favorisent l'inflammation. En revanche, si cette même vache se nourrit d'herbes folles, de pourpier, de pâturage

- qui constituent son alimentation naturelle et traditionnelle -, son lait puis son fromage seront riches en oméga 3 ayant une action favorable sur la fluidité des membranes.

**Le cholestérol : ennemi public n°1 ?**

Le cholestérol a longtemps été diabolisé. Or, récemment, les autorités sanitaires font marche arrière en avançant que le cholestérol ne serait pas si mauvais que cela, que ce serait en définitive l'oxydation ou l'inflammation du cholestérol qui générerait l'athérosclérose<sup>1</sup> et non pas le cholestérol lui-même. Il est important de noter que, sans cholestérol, le corps humain est incapable d'avoir une fluidité membranaire correcte. Même s'il s'agit d'une petite graisse compacte, elle a son utilité. C'est surtout un pilier métabolique pour la synthèse d'hormones stéroïdes notamment.



*Washington 20 février 2015 – un comité d'experts aux États-Unis ne fixe plus de limite au cholestérol que l'on peut, selon eux, absorber sans risque pour la santé (en consommant des aliments riches en cholestérol comme les œufs ou le beurre). Dans ces dernières recommandations soumises aux autorités sanitaires fédérales, en vue du nouveau guide diététique de 2015 et qui doivent encore être finalisées, ces experts font valoir que les recherches scientifiques existantes « ne montrent pas de corrélation mesurable entre la consommation de cholestérol et le taux de cette substance dans le sang ». De ce fait, ils concluent que « le taux de cholestérol n'est pas un nutriment dont on doit s'inquiéter si on en consomme ».*

L'autre rôle des graisses est une fonction anti-inflammatoire. En effet, le corps a la capacité de synthétiser ses propres anti-inflammatoires, s'ils sont présents dans notre alimentation.

**Les graisses Trans**

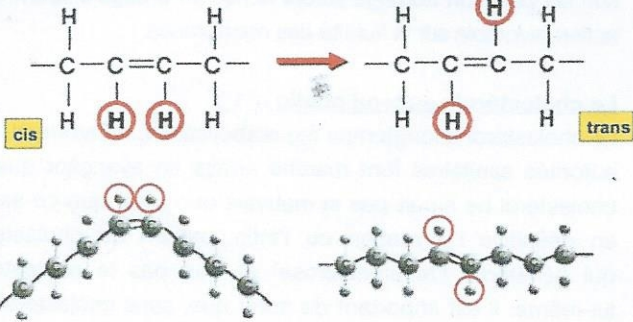
Elles sont issues de procédés de l'industrie agroalimentaire et sont omniprésentes dans les aliments transformés (plats préparés, confiseries, pâtisseries industrielles...<sup>2</sup>). À la base, on retrouve les graisses insaturées, celles qui sont bonnes et permettent une fluidité membranaire sauf qu'elles subissent un traitement de chauffe élevée qui modifie leur formule chimique, la configuration des molécules se modifie en « petits bâtons rigides ».

<sup>1</sup> L'athérosclérose est due à la formation, dans la paroi des artères, de plaques d'athérome : un dépôt de cholestérol, puis de calcaire et de cellules, qui s'entoure d'une chape fibreuse. Ces plaques grossissent dans la paroi, l'épaississant et rétrécissant la lumière de l'artère. Dans la plupart des cas elles restent stables, non symptomatiques. Mais il arrive que la chape fibreuse devienne fragile. Le risque alors est la rupture de plaque, qui, en libérant son contenu dans la circulation, provoque la formation d'un caillot et l'obstruction de l'artère (la thrombose). Ses conséquences sont particulièrement dramatiques ; selon la localisation, elle entraîne accident vasculaire cérébral, infarctus du myocarde ou encore artérite des membres inférieurs.

<sup>2</sup> Lorsque la liste des ingrédients comprend les termes « huile(s) végétale(s) hydrogénée(s) » ou « partiellement hydrogénée(s) », on sait que le produit renferme des gras trans. Plus le produit est transformé, plus il y a de gras trans dans le produit.



L'hydrogénation produit des acides gras **trans** :



Ces acides gras Trans n'ont aucun rôle - ni graisse saturée, ni acide gras insaturé - c'est une graisse transformée n'ayant aucun intérêt de structure, ni métabolique. Ces graisses encombrant nos membranes et sont irritantes, favorisant ainsi les maladies inflammatoires comme la polyarthrite, les colites, les dépressions...

Le lien avec les pathologies de société semble de plus en plus s'afficher...

### LE SUCRE : ENNEMI PUBLIC N°1

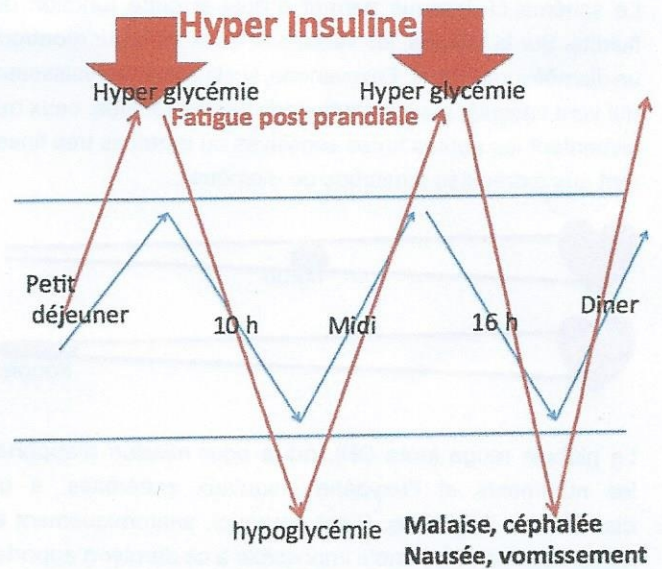
Le taux de sucre dans le sang ne doit jamais dépasser un certain seuil : le seuil de l'hyperglycémie. La glycémie doit ainsi toujours rester entre deux valeurs. Le corps humain produit une hormone pancréatique, l'insuline, qui a un rôle de stockage. De petites quantités d'insuline sont normalement libérées dans le sang après chaque repas afin de transférer le glucose dans les cellules du corps où il est nécessaire pour la production d'énergie.

#### Stopper le yoyo de la glycémie

Quand on ingère trop de sucre, pour ramener la glycémie à un taux normal, l'insuline va stocker le sucre sous la forme de triglycérides, de graisses, comme réserves pour les périodes de « famine » (qui n'ont plus cours).

Malheureusement, on « tire parfois un peu trop sur la corde » et on utilise à outrance cette fonction de réserve ; le pancréas risque alors de s'épuiser et de ne plus répondre de manière très cohérente. Un pancréas fatigué tarde à répondre ; on appelle cela la résistance à l'insuline, sans forcément parler de diabète. En présence d'hyperglycémie, le pancréas va ainsi décharger une dose d'insuline plus forte pour répondre à l'urgence de cet excès de sucre, ce sucre va être stocké rapidement induisant alors une hypoglycémie.

Or, l'insuline en excès a un effet inflammatoire. L'inflammation induit de la fatigue après le repas (post-prandiale) et l'hypoglycémie induit des malaises (« coup de barre » de fin de matinée ou milieu d'après-midi) qui indique le besoin en sucre, et ainsi de suite, ces cascades peuvent se répéter dans la journée :



#### Une caramélisation à l'échelle des cellules

Voici une petite expérience : quand on met son doigt dans un verre d'eau sucrée, il devient un peu collant. Quand on met son doigt dans un verre d'eau salée, il n'est pas collant. La différence est que le sucre a la propriété de se coller aux protéines.

Ce phénomène est gênant, notamment chez les diabétiques, chez qui on dose l'hémoglobine glyquée. En se collant aux protéines, le sucre va modifier leur configuration. La protéine, qui est alors glyquée, devient trop volumineuse et collante pour passer au travers des petits vaisseaux sanguins et capillaires et y remplir correctement sa mission. Cette protéine devient toxique ; comme elle n'est pas « reconnue », elle peut générer des anticorps et donc de l'inflammation. Elle n'a pas d'utilité et « embourbe » l'organisme qui va devoir l'éliminer, activer des systèmes d'inflammation, de macrophage, sans compter le fait que l'organisme est alors privé de ce nutriment qu'est la protéine.

La glycation est la « caramélisation » de nos protéines en raison d'un niveau trop élevé de glucose sanguin.

Avec la glycation, le sucre ne peut pas entrer dans la mitochondrie<sup>3</sup> (la mitochondrie sera abordée plus loin dans l'exposé).

De surcroît, si la personne a une carence en vitamine B1, en acide alpha lipoïque, en vitamine B3, le sucre ne parviendra pas à entrer dans cette pompe énergétique qui nous permet de nous mouvoir. Le sucre ne remplit plus sa fonction d'énergie et va être dévié de son métabolisme du fait de cette carence. En séjournant, il va créer cette « caramélisation » avec les protéines au niveau de nos membranes vasculaires et former des complexes appelés méthylglyoxale qui sont des toxiques mitochondriaux.

<sup>3</sup> La mitochondrie est le lieu de la respiration cellulaire, ou usine énergétique de la cellule. Elle convertit grâce aux enzymes ATP synthases, le glucose en molécule

Le sucre, avec ce phénomène de glycation, participe activement au mécanisme de vieillissement des tissus.



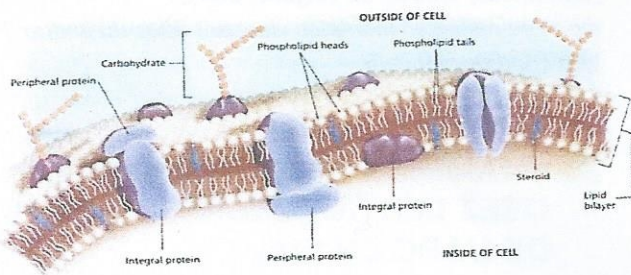
« Le sucre tue plus que le tabac, or on interdit le tabac avant 16 ans, mais on en donne dès 6 mois. »

Le 21.02.15 Conférence du Professeur V. Castronovo

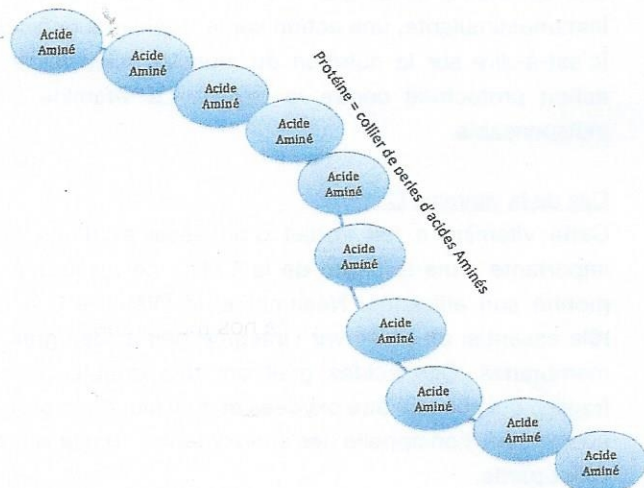
Néanmoins le sucre reste un aliment important dans certaines situations. Il est évident que la pratique sportive doit s'accompagner de la consommation d'eau sucrée et d'autres nutriments.

LES PROTÉINES : DES COLLIERS DE PERLES

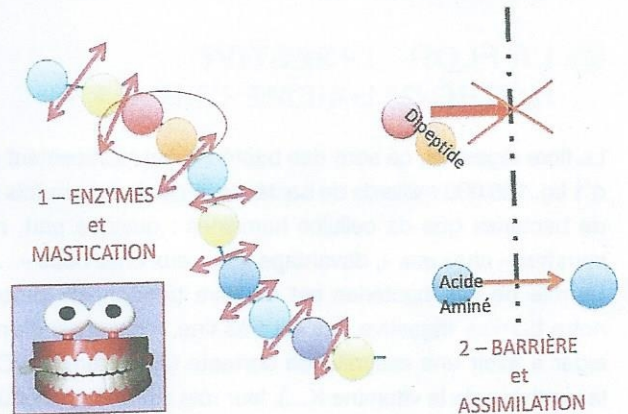
Les protéines sont les petites structures violettes illustrées sur le schéma ci-dessous, qui sont transmembranaires au niveau des lipides. Les protéines ont une fonction de communication ; pour reprendre l'image évoquée précédemment, elles sont les portes entre les différentes pièces de la maison. La communication dépendra de la qualité de la membrane, sa fluidité et de la qualité de structure de cette protéine.



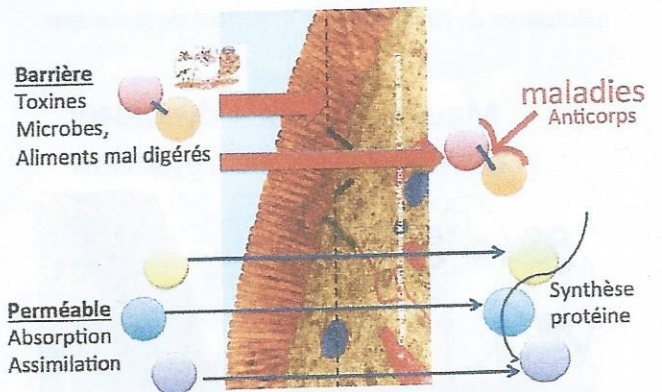
Une protéine est comme un collier de perles composé d'acides aminés.



L'alimentation recouvre deux dimensions essentielles : celle de la mastication et celle de nos enzymes digestives qui auront pour mission de détacher chacune des perles du collier. Par ailleurs, notre barrière digestive est très fragile (d'une épaisseur d'un micron) et doit effectuer deux missions antagonistes : être une barrière contre les intrus mais aussi être perméable pour permettre l'assimilation. Cette perméabilité ne peut laisser passer que les perles et non le collier dans son intégralité (ce qui peut malheureusement arriver quand la barrière est lésée).



Si la mastication est de mauvaise qualité (problèmes dentaires, mastication trop rapide...) ou si les enzymes digestives ne sont pas présentes en raison de problèmes qui perturbent l'acidité de l'estomac (reflux...), la séparation des acides aminés sera imparfaite et il va rester de petites coalitions d'acides aminés. Si de surcroît, la barrière digestive est un peu trop perméable, des « morceaux de collier de perles » peuvent passer dans l'organisme. En cas de répétition de ce phénomène, il y a un risque de réaction immunitaire de type auto-immune. C'est à l'origine d'inflammation et de création d'anticorps et si, par malchance, ces anticorps ressemblent à un tissu propre, on sera en présence de maladies dites auto-immunes où des constituants de l'organisme sont attaqués.





Lorsque les aliments passent d'une manière un peu trop répétée sur une barrière digestive fragile, il peut y avoir création d'anticorps, souvent sur les aliments les plus couramment consommés. Étonnamment, les symptômes ne sont pas toujours digestifs, on peut présenter de l'eczéma par exemple (cas d'un petit garçon qui présentait un eczéma très prononcé au niveau de la main et qui a disparu quand on a fait l'éviction de cet anticorps contre l'œuf). D'autres symptomatologies peuvent être davantage psychologiques avec des cas de dépression.

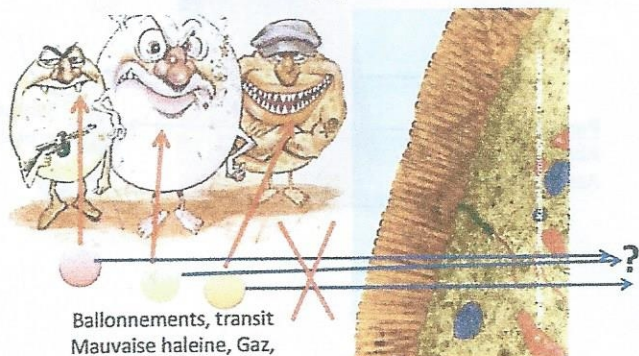
## LA FLORE DIGESTIVE : NOTRE DEUXIEME CERVEAU

La flore digestive, ce sont des bactéries qui représentent plus d'1 kg, 100 000 milliards de bactéries, c'est-à-dire dix fois plus de bactéries que de cellules humaines : quelque part, nous sommes « chez eux », davantage que « eux chez nous »...

Le rôle de ces bactéries est de faire tampon, de protéger notre barrière digestive, qui est très fine, mais aussi de nous aider à avoir une assimilation correcte (des vitamines C, B, la synthèse de la vitamine K...), leur rôle est donc essentiel.

Dans le domaine de la douleur et de la fatigue, qui concernent notamment les maladies de Charcot-Marie-Tooth, une étude a été réalisée par une équipe de Lyon et montre que quand les bactéries du tube digestif présentent une dysbiose (ou déséquilibre du microbiote intestinal), de mauvaises bactéries vont stimuler les marqueurs de l'inflammation. Ces bactéries vont « manger » certains acides aminés, notamment un acide aminé qui s'appelle le tryptophane. En conditions normales, ce tryptophane nous permet de synthétiser la sérotonine qui nous aide à réguler l'anxiété de fin de journée notamment, à moduler les fringales vers 17h ou encore la constipation ou les difficultés d'endormissement... Si une flore déséquilibrée empêche l'assimilation de tryptophane et, par lien, de fabriquer de la sérotonine, la personne va présenter tous ces symptômes. De plus, ce tryptophane qui ne synthétise plus la sérotonine, du fait de l'inflammation, va synthétiser quelque chose de néfaste : un dérivé kynurénique qui stimule les médiateurs de l'inflammation et surtout de la douleur.

### Mauvaise flore = dysbiose fermentation, putréfaction



Normalement, la flore bactérienne doit être en harmonie avec nous, on ne doit pas avoir de symptômes : quand on mange, on ne doit pas avoir de ballonnement, ou de gaz ou de mauvaise haleine... S'il y a ces manifestations c'est signe qu'il y a des « intrus ». Ces « intrus » sont parfois délétères car ils peuvent abîmer notre muqueuse, la fragiliser. Ces bactéries ennemies se nourrissent, aux dépens de l'organisme, de sucre, d'acides aminés... Or pour bien fonctionner, le cerveau a besoin de neurotransmetteurs fabriqués à partir d'acides aminés. Par exemple, si le corps est privé de tyrosine, il n'aura pas la capacité de synthétiser la dopamine, la noradrénaline, l'adrénaline : des neurotransmetteurs importants qui sont primordiaux dans toutes les pathologies neuro-dégénératives.

Parmi les impacts de ces petites bactéries, certaines synthétisent des métabolites qui bloquent le cycle de l'énergie. Les toxiques environnementaux peuvent aussi jouer un rôle négatif dans ces chaînes de fabrication de l'énergie ; l'exposition à certains toxiques environnementaux peut être à l'origine de fatigues.

On peut évoquer l'impact de la nutrition et de la micronutrition dans tous ces phénomènes, mais il ne faut pas omettre l'impact du stress qui peut être en lien avec des maladies chroniques. Il est bon de rappeler que toute prise en charge se doit d'être globale.

Références, articles de vulgarisation :

ex. : *Les maladies mentales viennent-elles du ventre ?*  
[www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)

## VITAMINES, OLIGOÉLÉMENTS : OSEZ LES COULEURS DE L'ARC EN CIEL !

On les appelle d'une manière générale : les antioxydants.

### Cas de la vitamine D :

Elle est bien plus qu'une vitamine car elle a une action immunostimulante, une action sur le trophisme musculaire (c'est-à-dire sur la nutrition du muscle), mais aussi une action protectrice contre le cancer. La vitamine D est indispensable.

### Cas de la vitamine C :

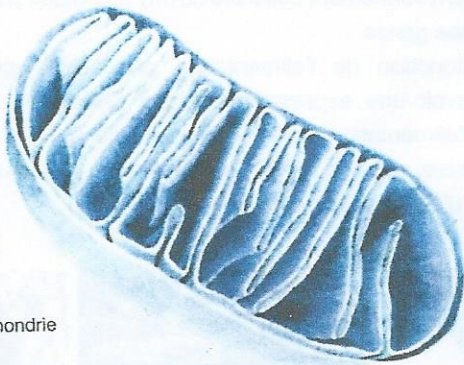
Cette vitamine a fait l'objet d'un essai et d'une étude importante dans le cadre de la CMT ; cet essai n'a pas montré son efficacité. Néanmoins, la vitamine C a pour rôle essentiel de préserver l'intégrité des acides gras des membranes. Ces acides gras ont des doubles liaisons fragiles qui peuvent être oxydées et qu'il faut donc protéger avec ce que l'on appelle des antioxydants, dont la vitamine C fait partie.

## Curcuma<sup>4</sup> et le Resvératrol<sup>5</sup> :

Ils ont fait l'objet d'études dans le cas de la CMT. Ce sont des antioxydants qui sont décrits comme ayant une efficacité non contestée.

### QU'EST-CE QU'UN ANTIOXYDANT ? QU'EST-CE QU'UN RADICAL LIBRE ?

La mitochondrie est l'équivalent de notre pompe énergétique, c'est une « chaudière » qui se situe à l'intérieur de chacune de nos membranes, chacune de nos cellules, pour permettre de fabriquer de l'énergie. Cette pompe énergétique a une rentabilité incomplète, à l'image d'une chaudière domestique qui libère un peu de chaleur dans la pièce où elle est installée : il y a donc une petite perte d'énergie qui est incontournable.



Une mitochondrie

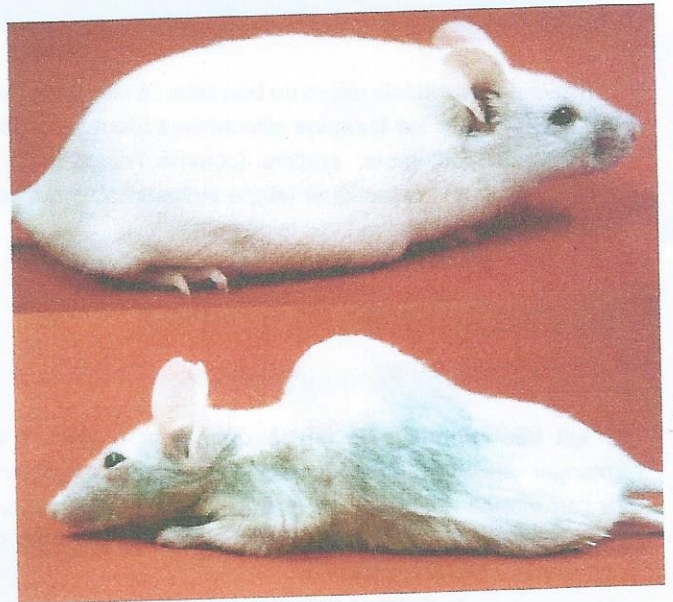
Au niveau de nos cellules, cette perte d'énergie est appelée « électrons à haute énergie » qui tombent de la chaîne de phosphorylation oxydative. Ces électrons vont être captés par l'oxygène ou bien des oligoéléments et créer ce que l'on appelle des radicaux libres. Ces radicaux libres sont responsables de l'agression de notre ADN, de nos tissus, et donc de notre vieillissement et de l'aggravation de nos pathologies.

On a la possibilité de neutraliser un radical libre grâce aux antioxydants. Les antioxydants interviennent dans des mécanismes de défense contre les attaques des radicaux libres en protégeant les membranes des cellules.

Notre organisme produit, notamment, des enzymes antioxydantes. La superoxyde dismutase (SOD) est l'une d'entre elles et joue un rôle particulièrement important. Mais cette SOD ne sera fonctionnelle qu'en présence de cuivre, de zinc ou de manganèse ; c'est donc une illustration de l'intérêt des micronutriments. Ces micronutriments ne sont pas des antioxydants à proprement parlé mais ont un intérêt fondamental pour que l'antioxydant soit efficace. On va pouvoir transformer ces radicaux libres en quelque chose d'anodin - de l'eau - à la condition de la présence de ces antioxydants.

Mais tout est une question de dosage, car si l'organisme manque de cuivre, il va y avoir une accumulation des radicaux libres, mais s'il y a trop de cuivre, il va y avoir création de radicaux libres ! Il n'existe donc pas de micronutriment idéal et parfait pour tout le monde. Il n'existe pas un complexe qui soit bien pour tout le monde ; tout est question de dosage individuel.

Autre exemple : le fer est un micronutriment essentiel mais trop de fer est délétère et favorise la production de radicaux libres. Le phénomène est identique pour la carence en sélénium, en zinc, en cuivre, en manganèse.



Voici deux souris âgées de 40 semaines mais l'ADN mitochondrial de l'une a été modifié, générant un vieillissement prématuré.



### Les nutriments essentiels pour une mitochondrie optimale :

- Vitamines A, C, E
- Vitamines B1, B2, B3, B5
- Acides gras: oméga-3 et oméga-6
- Sélénium, zinc, cuivre, fer
- Acide lipoiique
- L-carnitine
- Coenzyme-Q10
- Glutathion réduit

4 Le curcuma est une plante herbacée vivace originaire du sud de l'Asie. Son rhizome séché et réduit en poudre est une épice très populaire. Le curcuma est un des principaux ingrédients du kari, un mélange d'épices omniprésent dans la cuisine indienne.

5 Le resvératrol est l'une des molécules phares de ce que l'on a appelé le « french paradox ». En effet, il s'agit d'un polyphénol synthétisé de façon importante dans les grains de raisins et retrouvé dans le vin rouge. Sa présence dans le fruit provient d'une réaction de la vigne contre une infection commune due au champignon Botrytis cinerea. Des études épidémiologiques et expérimentales ont montré que le resvératrol agissait sur l'organisme comme un agent préventif des maladies cardiovasculaires.



### Colorants, conservateurs et toxiques environnementaux :

- jaune orange (E110)
- la carmoisine (E122)
- la tartrazine (E102)
- Le rouge ponceau 4R (E124)
- Le jaune de quinoléine (E104)
- L'allura Red Ac (E129)
- Conservateur benzoate de sodium (E211)

L'hygiène de vie idéale relève du bon sens : éviter toute forme de stress, éviter les toxiques alimentaires (dont l'emballage parfois), les colorants, additifs (comme l'aluminium), les pesticides..., bien mastiquer (étape indispensable qui est la seule qui soit volontaire avec la déglutition).

## LES BONNES ATTITUDES

### CONSOMMER DE BONNES GRAISSES

Il est très important de ne pas diaboliser le gras. Il faut manger des huiles qui sont indispensables aux membranes, à l'enveloppe des nerfs, au fonctionnement du cerveau. En cas de difficulté d'absorption des graisses, il faut traiter cela en ajoutant des enzymes.

Consommer de bonnes graisses, c'est choisir des graisses végétales première pression qu'il faut éviter de chauffer (même si c'est indiqué sur la bouteille), des graisses saturées (par exemple, un beurre de qualité, des viandes issues de filières de qualité, des poissons gras en évitant ceux chargés en métaux lourds).

### CONSOMMER DES SUCRES COMPLEXES

Il faut privilégier les sucres complexes (blés anciens, seigle, avoine, légumineuses, quinoa...) aux sucres rapides (dérivés de farine blanche comme le pain de mie, gâteaux industriels, sucreries...) car ces derniers sont responsables d'un pic d'insuline, d'inflammation et de glycation qui accélèrent le vieillissement.

Le fractionnement des repas est intéressant pour éviter ces à-coups, les coups de pompes, les fringales. Manger avant que la fatigue arrive pour éviter l'hypoglycémie.

### CONSOMMER DES PROTÉINES VARIÉES

Les protéines, et donc les acides aminés, sont apportées par l'alimentation. L'idéal est de consommer des protéines animales le matin et/ou le midi (œuf, viandes, poissons) et de préférer les protéines d'origine végétale (tofu de soja, céréales, légumineuses, association riz et lentilles...) ou le poisson, le soir.

## AVOIR UNE ALIMENTATION « ARC-EN-CIEL »

Il faut manger des fruits et légumes pour consommer des antioxydants.

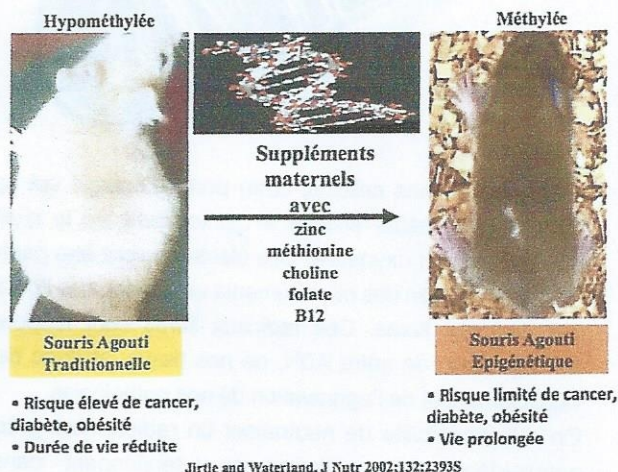
## ENTREtenir SA FLORE DIGESTIVE

Il faut éviter les aliments trop fermentés (vinaigre balsamique, bières, fromage mou) si on a des troubles digestifs. Il convient aussi de laver son frigo et de congeler ses restes alimentaires.

## NOTIONS D'ÉPIGÉNÉTIQUE

Cet exposé s'achève sur une note positive en parlant d'épigénétique ou comment moduler l'expression des gènes. Autrement dit, l'épigénétique désigne l'étude des influences de l'environnement cellulaire ou physiologique sur l'expression de nos gènes.

En fonction de l'alimentation pendant la grossesse, on va avoir une expression génique différente ; c'est le cas de l'alimentation de la larve d'abeille qui devient soit une ouvrière, soit une reine. Ce phénomène s'est aussi rencontré lors d'expériences avec des souris.



Il s'agit de deux souris Agouti, la mère et la fille. La mère a le gène de l'obésité, du diabète et du cancer, sa fille a exactement les mêmes gènes, par contre elle n'exprimera jamais le diabète, le cancer ou l'obésité. Pourquoi ? Pendant la grossesse, et même avant la conception, il y a eu une optimisation de son patrimoine micronutritionnel pour permettre une répllication de son ADN de façon optimale, notamment en termes de méthylation<sup>6</sup>.

Cela a été prouvé chez l'homme, même si les études sont plus difficiles et délicates. Des dosages sont réalisés chez des femmes après les accouchements et on a observé un impact de la carence en vitamine D sur la cognition et sur la fragilité vis-à-vis des infections et des pathologies auto-immunes. Ces constats ont été aussi réalisés dans les cas de carence en fer, en iode, en oméga-3, en zinc et en magnésium. La littérature est de plus en plus abondante dans ce domaine.



## LA FATIGUE, LA DOULEUR, LES MUSCLES

Voici 9 points essentiels qui font ou pourront faire l'objet de recherches dans le cadre des pathologies neurodégénératives et la CMT.

### 1/ L'OXYGÈNE

Sans oxygène, la mitochondrie ne fonctionne pas. Les syndromes d'apnée du sommeil sont donc importants à traiter.

### 2/ LE MAGNÉSIUM

Sans magnésium, le nerf ne fonctionne pas. Or le magnésium ne s'accumule pas dans l'organisme, il faut en consommer tous les jours.

### 3/ LA VITAMINE D

Cette vitamine est un trophique musculaire élémentaire. Dans la sarcopénie (perte progressive de la masse musculaire), les personnes âgées notamment qui perdent du muscle au profit du gras, ont besoin d'avoir un taux de vitamine D normal voire plus élevé (en évitant bien sûr les doses toxiques).

### 4/ LE FER

Ce micronutriment est un peu « Dr Jekyll et Mr Hyde ». Une carence en fer est problématique car il est impliqué dans de très nombreux mécanismes enzymatiques (dopamine, sérotonine, hormones stéroïdiennes...), mais trop de fer provoque des dommages.

### 5/ LES ACIDES AMINÉS

Le muscle se nourrit d'acides aminés un peu particuliers : on les appelle les acides aminés branchés. On les trouve notamment en pharmacie sous la forme de compléments alimentaires pour les sportifs (surtout les amateurs de musculation). Certains patients qui ont des polioomyélites et suivent un entraînement musculaire régulier pour conserver leur patrimoine musculaire, sont améliorés après l'administration d'acides aminés branchés. La glutamine est un acide aminé indispensable chez les personnes qui présente de l'inflammation. Cette glutamine est consommée lors des mécanismes inflammatoires et elle est indispensable pour cicatriser la barrière digestive ; elle permet de maintenir l'intégrité de cette barrière intestinale en prévenant le passage de bactéries ou toxines.

### 6/ LA COENZYME Q10

La coenzyme Q10 est un puissant antioxydant et elle est nécessaire à la production d'énergie dans les cellules. Or en réduisant la synthèse du cholestérol (avec des statines par exemple), on bloque par la même occasion la production de coenzyme Q10.

### 7/ LES ANTIPROGESTÉRONES

Ils semblent montrer un intérêt dans les études menées sur la CMT au niveau des cellules de Schwann. La testostérone et le cortisol, quant à eux, ont un effet trophique (nourrissant) sur le muscle.

### 8/ LA CARNITINE

C'est une petite chaîne d'acides aminés qui permet de faire entrer les graisses dans la mitochondrie pour avoir de l'énergie. Le muscle se nourrit à la fois de sucre et de graisse alors si les graisses ne peuvent pas entrer, l'organisme n'aura pas l'énergie pour faire fonctionner ses muscles après les vingt premières minutes d'exercice physique. Un manque de carnitine (le dosage est remboursé par la Sécurité sociale) ne permet donc pas d'utiliser correctement les graisses et engendre de la fatigue au bout de quelques minutes d'effort.

### 9/ L'ACÉTYLCHOLINE

C'est un neurotransmetteur essentiel qui intervient dans le contrôle des mouvements et déclenche notamment la contraction musculaire. On ne peut pas avoir d'acétylcholine sans vitamine B5.

Enfin cet exposé s'achève avec un focus sur l'**homocystéine**. C'est un marqueur biologique trop peu dosé et pourtant, en excès, c'est un neurotoxique et un toxique vasculaire. L'homocystéine provient du métabolisme des protéines. Plus il y a de protéines (surtout de protéines animales, issues de la viande) à métaboliser, plus il y a production d'homocystéine. L'homocystéine est un acide aminé toxique et pro-oxydant que le corps cherche normalement à éliminer.

Merci à tous !

*Écrits non relus par l'intervenante*

Une nouvelle étude appelée «UPACOMT : EFFET A LONG TERME ET TOLERANCE DE L'ACETATE D'ULIPRISTAL DANS LA MALADIE DE CHARCOT-MARIE-TOOTH DE TYPE 1A» vient de démarrer dans les CHU de Strasbourg, Nancy, Reims, Dijon et Besançon. Cette étude a pour but de tester l'efficacité et la tolérance d'un antagoniste des récepteurs à la progestérone sous forme de comprimé, dont l'action devrait diminuer la synthèse d'une protéine de la myéline impliquée dans le développement du CMT1A. Les patients inclus seront des hommes âgés de 18 à 70 ans atteints de CMT1A prouvé génétiquement. L'étude est randomisée en double aveugle et

permettra d'inclure 45 patients répartis en 3 groupes correspondant à 2 doses différentes de produit et un groupe placebo. Les patients bénéficieront d'une biopsie de peau initiale de 2mm au niveau d'une phalange puis à la fin de l'étude qui durera 1 an. Les visites trimestrielles ainsi que les différents tests (EMG, force musculaire...) seront réalisés dans le centre recruteur. Pour plus d'information vous pouvez contacter l'attaché de recherche de l'étude Mr BELREKA au 0617159402

