



# LIVAE

N° 121  
ÉD. FRANÇAISE  
JUILLET 2015

JOURNAL OFFICIEL DU CONSEIL OLÉICOLE INTERNATIONAL

## SOMMAIRE

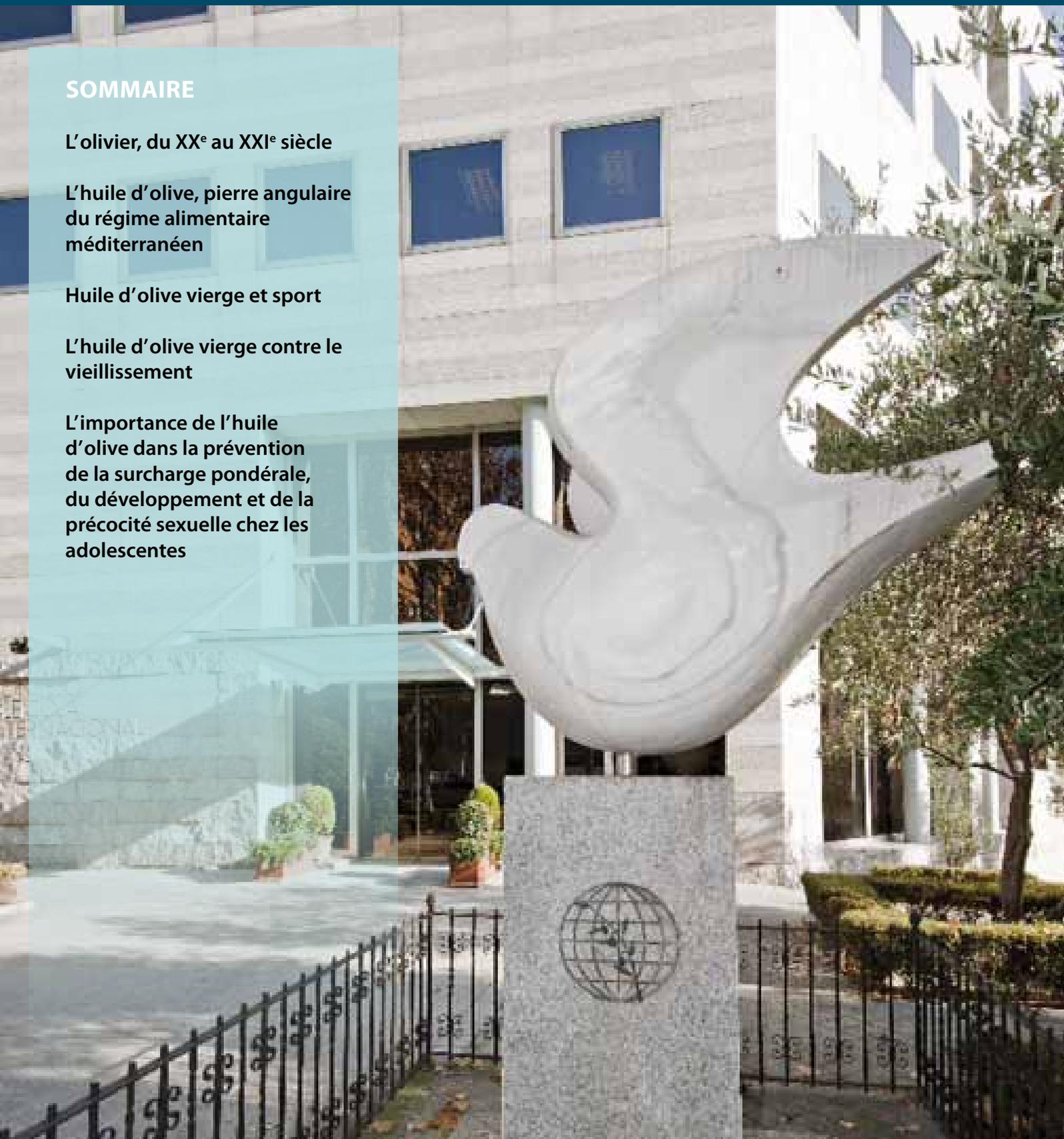
**L'olivier, du XX<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle**

**L'huile d'olive, pierre angulaire  
du régime alimentaire  
méditerranéen**

**Huile d'olive vierge et sport**

**L'huile d'olive vierge contre le  
vieillessement**

**L'importance de l'huile  
d'olive dans la prévention  
de la surcharge pondérale,  
du développement et de la  
précocité sexuelle chez les  
adolescentes**



**SOMMAIRE**

 L'olivier, du XX<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle

 L'huile d'olive, pierre angulaire  
 du régime alimentaire  
 méditerranéen

Huile d'olive vierge et sport

 L'huile d'olive vierge contre le  
 vieillissement

 L'importance de l'huile  
 d'olive dans la prévention  
 de la surcharge pondérale,  
 du développement et de la  
 précocité sexuelle chez les  
 adolescentes


# SOMMAIRE

OLIVÆ | N°121

**OLIVÆ**
**Journal officiel du Conseil oléicole  
 international**

 Publié en : anglais, arabe, espagnol,  
 français et italien.

Revue évaluée par les pairs.

Príncipe de Vergara, 154

28002 Madrid, Espagne

Tél. : 34-915 903 638

Fax : 34-915 631 263

 E-mail : [iooc@internationaloliveoil.org](mailto:iooc@internationaloliveoil.org)

ISSN : 0255-996X

Dépôt légal : M-18626-1984

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat exécutif du COI aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Le contenu des articles figurant dans la présente publication ne reflète pas nécessairement le point de vue du Secrétariat exécutif du COI en la matière.

La reproduction totale ou partielle des articles d' OLIVÆ est autorisée sous réserve expresse de la mention d'origine.

## 3 **Éditorial**

*L'huile d'olive et le régime méditerranéen à l'Expo 2015*

## 5 **Introduction scientifique au numéro 121 et remerciements**

*L'huile d'olive et la santé*

Pr Julio Cesar Montero

*Remerciements*

Dr Rafael Gómez y Blasco

## 8 **L'olivier, du XX<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle**

Prof Shimon Lavee

## 20 **L'huile d'olive, pierre angulaire du régime alimentaire méditerranéen**

Dr B. Moreno Esteban / Dr D.A. Lezcano Solís

## 29 **Huile d'olive vierge et sport**

Dr Eric Gallego Edelfelt

## 36 **L'huile d'olive vierge contre le vieillissement**

Dr María Elisa Calle Purón / Blanca Valero de Bernabé

## 43 **L'importance de l'huile d'olive dans la prévention de la surcharge pondérale, du développement et de la précocité sexuelle chez les adolescentes**

Dr Rafael Gómez y Blasco

# ÉDITORIAL

## L'huile d'olive et le régime méditerranéen à l'Expo 2015

Le numéro 121 de la revue a été conçu autour du thème central de l'Exposition universelle de 2015 qui se tient actuellement à Milan : « *Nourrir la planète, Énergie pour la Vie* », et plus particulièrement autour d'un programme de l'Expo intitulé « *Nourrir la connaissance* ». Le thème de ce programme pour la coopération dans les domaines de la recherche et de l'innovation en matière de sécurité alimentaire nous a paru tout à fait pertinent pour cette nouvelle édition d'*Olivæ*.

Conscients de la mission du Conseil oléicole international, nous avons ainsi souhaité répondre à l'appel lancé par l'Expo 2015 à toutes les institutions, entités et organismes qui œuvrent dans le domaine de l'agriculture et de l'alimentation et qui, selon leur rôle et les responsabilités qui leur ont été confiées, interviendront dans différentes directions : l'amélioration de la qualité et de la sécurité des aliments, la promotion d'un modèle d'alimentation sain et de qualité, le développement du concept de sécurité alimentaire et la prévention des maladies grâce à une alimentation et à des pratiques validées sur le plan scientifique, l'éducation et l'information en matière de nutrition, la sensibilisation à des modes de vie sains, l'encouragement à la recherche et à l'innovation dans le domaine des technologies alimentaires.

L'*Accord international sur l'huile d'olive et les olives de table de 2005*, l'actuelle « charte constitutionnelle » du Conseil oléicole international, stipule, parmi les objectifs généraux de l'Organisation, deux activités considérées comme fondamentales par les pays qui y ont adhéré :

« ... mener des activités favorisant une meilleure connaissance des propriétés nutritionnelles, thérapeutiques et autres de l'huile d'olive et des olives de table ;

... confirmer et renforcer le rôle du Conseil oléicole international en tant que forum de rencontre entre l'ensemble des opérateurs du secteur et centre mondial de documentation et d'information sur l'olivier et ses produits. »

Avec ce numéro de la revue officielle du Conseil oléicole international, nous avons voulu répondre à ces objectifs de l'Accord et célébrer en même temps une occasion de portée mondiale.

Le rôle de l'huile d'olive comme pierre angulaire du régime alimentaire européen est désormais mondialement établi. Devenue à juste titre synonyme d'alimentation adéquate et de bien-être, la «diète méditerranéenne», qui a été inscrite par l'Unesco en 2010 sur la liste du patrimoine culturel immatériel de l'humanité, a toujours fait l'objet d'une attention particulière et du soutien du Conseil oléicole international qui suit de près les recherches scientifiques qui lui sont consacrées. La première Conférence internationale sur la diète méditerranéenne – qui a vu l'adoption de la désormais célèbre Pyramide nutritionnelle – s'est d'ailleurs déroulée avec le parrainage du Conseil oléicole international à Cambridge (Massachusetts) en 1993. Convaincu que l'huile d'olive s'inscrivait parfaitement dans ce contexte, le Conseil n'a pas hésité à accorder de nouveau son parrainage à deux autres éditions : celle de Cambridge en 1998 et celle de Londres en 2000.

Depuis lors, la recherche scientifique a réalisé des progrès continus et les conclusions sur les propriétés de l'huile d'olive et sur sa valeur biologique, nutritionnelle et thérapeutique sont de plus en plus nombreuses. À ce titre, on peut lire dans *ExpoNet*, le magazine officiel de l'Expo, la nouvelle de la prochaine commercialisation de la

première huile d'olive vierge extra qui pourra utiliser le terme « nutraceutique », appellation reconnue au niveau européen et grâce à laquelle cette huile pourra également être vendue en pharmacie. Récemment, un congrès organisé sur l'île grecque de Zakynthos faisait référence aux propriétés « pharmaceutiques » et thérapeutiques de certains types d'huiles d'olive vierges extra dues à leur teneur en un composé spécifique, l'oléocanthal, qui semble avoir des propriétés anti-inflammatoires équivalentes à celles de l'ibuprofène (les expériences *in vitro* menées jusqu'à présent montrent que 4 cuillérées d'huile d'olive vierge extra riche en oléocanthal équivalent à 250 mg d'ibuprofène et ce, sans les effets secondaires de cet anti-inflammatoire de synthèse), voire des propriétés anti cancer. Le Conseil oléicole international a toujours soutenu et défendu ce concept « huile d'olive = santé », sans toutefois réduire ce produit à un *alicament*, et veille depuis sa création à diffuser correctement les informations scientifiques qui le démontrent et à éduquer le consommateur dans ce sens.

C'est d'ailleurs dans cet esprit que le Conseil a décidé de transformer son propre outil de communication officiel, sa revue *Olivæ*, en une publication exclusivement scientifique où trouvent leur place des articles consacrés à toutes les sciences qui ont pour objet et pour but ultime la recherche sur l'olivier et ses produits.

Ce numéro s'ouvre sur un rappel de l'évolution des pratiques de culture de l'olivier au cours du siècle dernier, suivi d'un article à caractère scientifique sur le rôle de l'huile d'olive dans l'alimentation méditerranéenne et d'un autre sur son rôle antioxydant et protecteur dans la pratique des sports d'élite. Ses qualités exceptionnelles dans la prévention du surpoids ou dans le développement sexuel précoce des adolescentes font l'objet de la dernière recherche que nous publions dans ce numéro.

J'exprime toute ma gratitude à l'équipe de médecins qui a généreusement proposé de contribuer à ce numéro d'*Olivæ* en mettant à disposition des travaux de recherche inédits qui démontrent une fois de plus que l'huile d'olive est une véritable source d'énergie pour la vie.

**Jean-Louis Barjol**  
*Directeur exécutif*

## Introduction scientifique au numéro 121 et remerciements

### L'huile d'olive et la santé

#### Pr Julio Cesar Montero

Consultant en nutrition, professeur de nutrition, Université catholique d'Argentine, Directeur de l'École supérieure d'obésité, ancien président de la Fédération latino-américaine des sociétés d'obésité (FLASO) et de la Société argentine d'obésité et des troubles de l'alimentation (SAOTA), Buenos Aires

Les maladies non transmissibles (MNT), également appelées maladies chroniques, constituent un problème majeur de santé publique. L'obésité, le diabète, l'hypertension, les maladies cardiovasculaires et le cancer sont les plus connues mais la liste comprend également des maladies telles que la stéatose hépatique, la dyslipidémie, l'ostéoporose, la dépression ou la maladie d'Alzheimer.

Ces maladies – et leur étude – sont relativement récentes dans l'histoire de l'humanité. On peut donc penser que l'impact de certains facteurs environnementaux inexistant auparavant sur une génétique préparée pour d'autres stimuli est un facteur contribuant.

Les nutriments et autres composants ingérés régulièrement avec l'alimentation constituant des facteurs environnementaux importants, le régime alimentaire est donc l'un des principaux mécanismes d'interaction entre l'environnement et la génétique.

En accord avec cette hypothèse, des études de population révèlent que les modèles alimentaires les plus traditionnels – caractérisés par une majorité d'aliments de base n'ayant fait l'objet d'aucune transformation culinaire ou industrielle – ou très limitée – sont associés à une incidence inférieure de MNT. Fréquemment cités pour leurs vertus reconnues, c'est-à-dire pour ce qu'ils apportent et/ou permettent d'éviter, ces régimes traditionnels sont liés à une espérance de vie plus longue et à un meilleur état de santé. Parmi ces régimes se trouve le régime méditerranéen, qui occupe une place prépondérante dans les modèles alimentaires recommandés au niveau mondial.

L'un des objectifs de la science est d'établir de manière irréfutable la nature des « bienfaits secrets » du régime méditerranéen par rapport à d'autres modèles alimentaires. Le régime méditerranéen présente en effet de nombreuses combinaisons d'aliments qui, lorsqu'elles sont consommées quotidiennement, s'avèrent très positives, alors les autres types d'alimentation sont caractérisés par différents aliments ou combinaisons de ces aliments qui peuvent être nuisibles, soit de manière intrinsèque, soit en raison d'une consommation excessive ou à cause des transformations auxquelles ils sont soumis.

Le régime alimentaire méditerranéen, qui est composé essentiellement de légumes verts, huile d'olive – en particulier huile d'olive vierge extra –, légumes secs, produits laitiers, fruits frais et secs, une quantité modérée de viande et une consommation optionnelle et limitée de vin, et d'une faible consommation de sucres ajoutés et d'aliments transformés caractérisés par un apport calorique élevé sous forme de corps gras, constitue l'un des modèles d'alimentation les plus sains.

Bien que la composition du régime méditerranéen ne soit pas la même dans toutes les régions dans lesquelles il est suivi, ses bienfaits semblent l'être. Ainsi, les populations d'Espagne, d'Italie, de Grèce et d'autres régions partagent sûrement le « facteur santé » dans leur alimentation où l'huile d'olive, et en particulier l'huile d'olive vierge extra, occupe, pour sa composition spécifique en polyphénols et en antioxydants, une place de choix.

D'après les résultats scientifiques disponibles, le secret des bienfaits de l'huile d'olive pour la santé, notamment en ce qui concerne le métabolisme du glucose chez les diabétiques, pourrait résider dans sa teneur en acide gras, dans les substances qu'elle véhicule ou dans la combinaison de ces deux facteurs ou leur interaction avec d'autres composants de l'alimentation. Est-ce l'abondance de ses oméga-9 ou sa moindre quantité d'oméga-6 par rapport

à d'autres huiles ? S'agit-il des antioxydants qu'elle apporte ou des graisses qu'elle remplace ? Peut-être est-ce l'excellence de son arôme et de son goût qui favorise la consommation d'aliments sains dans un régime au sein duquel les nutriments dans leur ensemble expliquent le mystère de ce « modèle de santé » ?

En attendant que la science apporte une réponse définitive, le régime alimentaire méditerranéen et le goût délicieux de son huile d'olive sont emblématiques de l'interaction recherchée entre les gènes et l'environnement.

## Introduction scientifique au numéro 121 et remerciements

### Remerciements

#### Dr Rafael Gómez y Blasco

Directeur du projet scientifique « Huile d'olive, Pierre angulaire du régime alimentaire méditerranéen »  
Spécialiste en endocrinologie, métabolisme et nutrition. Représentant pour l'Europe de la Fédération latino-américaine des sociétés d'obésité (FLASO)

Depuis la nuit des temps, les peuples des pays riverains de la Méditerranée jouissent, grâce à leur alimentation, d'une plus grande qualité de vie et d'une longévité accrue, d'une moindre incidence des maladies cardiovasculaires et d'un taux inférieur d'obésité, de diabète, de dyslipidémies ou encore de certains types de cancer. L'expression « régime alimentaire méditerranéen » est devenue synonyme à part entière d'une alimentation saine, équilibrée, caractérisée par des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes et l'assurance d'une prévention contre presque tous les paramètres inhérents à un syndrome qui ne passe plus inaperçu : le syndrome métabolique associé à l'obésité centrale, l'augmentation des triglycérides, la diminution de cholestérol HDL, l'augmentation du cholestérol LDL, la hausse de la tension artérielle, la résistance à l'insuline, une coagulation accrue et les risques cardiovasculaires qu'elle peut entraîner, et le diabète.

La totalité des résultats des études scientifiques consacrées au régime méditerranéen corroborent le fait que la pierre angulaire de ce régime alimentaire est l'huile d'olive – et en particulier l'huile d'olive vierge extra. En vertu de sa capacité à réduire, prévenir ou protéger contre un grand nombre de ces facteurs de risque pour la santé et pour la vie, l'huile d'olive vierge extra joue un rôle fondamental dans le régime dit méditerranéen. Pourtant, il n'y a encore pas si longtemps, nous ne savions pas que la **quantité** d'huile d'olive vierge extra permettait de multiplier cette faculté de manière spectaculaire, comme cela a été démontré à l'issue de l'étude PREDIMED dans le cadre de laquelle les patients ont consommé 54 litres d'huile d'olive vierge par an.

A l'heure où Milan accueille de mai à octobre l'Expo 2015 sur le thème « Nourrir la planète, Énergie pour la vie », le Conseil oléicole international a saisi l'occasion pour consacrer le numéro 121 de sa revue *Olivæ* aux aspects nutritionnels de l'huile d'olive vierge extra et à ses propriétés thérapeutiques, afin de les promouvoir auprès de la communauté scientifique et le grand public.

Je profite donc de cette occasion pour remercier le COI de la confiance qu'il a accordée à mon équipe et à moi-même pour présenter ces articles passionnants consacrés à l'or liquide. Dans ce numéro 121, nous aborderons des aspects médicaux très intéressants, notamment le rôle de l'huile d'olive dans la nutrition des sportifs, sa place dans le régime alimentaire méditerranéen, les effets d'une consommation insuffisante d'huile d'olive sur le développement et la précocité sexuelle des adolescentes.

Nous publierons prochainement des articles consacrés aux différents aspects de cet aliment essentiel du régime méditerranéen : de sa place dans la gastronomie et son usage versatile dans la cuisine à ses vertus thérapeutiques dans la prévention de certains cancers ou du déclin cognitif. Nous compterons pour cela sur des auteurs venant de mondes différents : Europe, Afrique du Nord, États-Unis et Amérique du Sud. J'espère que vous lirez ce numéro avec le même plaisir que celui que nous avons eu à le rédiger.

## L'olivier, du XX<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle

### Prof Shimon Lavee

Institut des Sciences végétales, Volcani Centre ARO, Bet Dagan  
Faculté d'Agriculture HUU, Rehovot  
Israël

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, l'oléiculture était essentiellement une culture pluviale traditionnelle et les oliviers étaient donc cultivés en sec. La plupart des oliveraies

commerciales étaient plantées en rangées. C'est encore le cas aujourd'hui dans les régions oléicoles traditionnelles (Fig. 1).



Figure 1

Les différences entre les arbres des grandes oliveraies monovariétales ont conduit les oléiculteurs à recourir à la sélection clonale, afin d'assurer une plus grande uniformité dans les plantations futures.

Bien que sporadique au début, la sélection clonale

s'est considérablement développée dans les années 50 sur la base des critères morphologiques. L'efficacité de la sélection clonale s'est nettement améliorée depuis une vingtaine d'années, en particulier avec la mise au point de méthodes d'identification moléculaire (Fig. 2).



Figure 2

Curieusement, les olives de table étaient cultivées en régime irrigué dans certaines régions, notamment aux États-Unis et en Afrique du Sud, mais également en Israël dans les années 30 (Fig. 3).

Au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, les changements économiques provoqués par la pénurie et le coût de la main-d'œuvre dans certains des principaux pays producteurs d'olives, en particulier celles destinées à l'extraction de l'huile, ont encouragé la mise au point de méthodes visant à faciliter la récolte des olives par des moyens chimiques et mécaniques. Plusieurs méthodes ont été testées et différents types de vibreurs de troncs ont été adoptés dans les plantations oléicoles traditionnelles et plus récentes (Fig. 4).



Figure 4

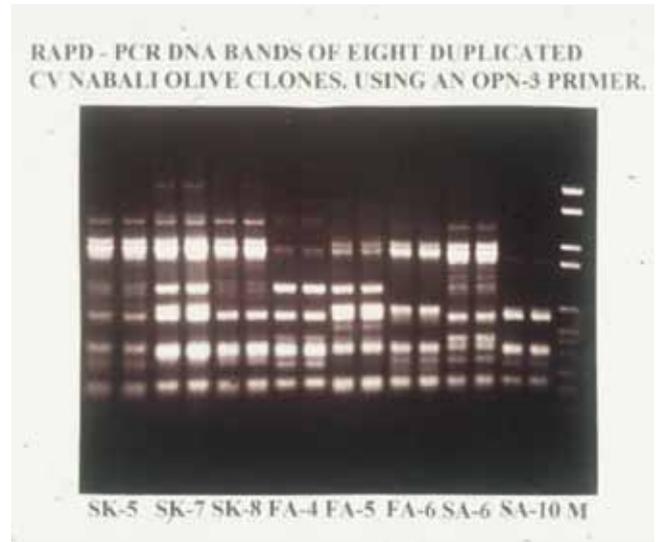


Figure 3

Les premières recherches approfondies sur les paramètres chimiques de l'huile d'olive datent du début du XX<sup>e</sup> siècle, notamment avec la mise au point et l'introduction de nouvelles méthodes d'extraction de l'huile par centrifugation ou au moyen de méthodes similaires. Ces nouvelles techniques d'extraction ont révolutionné le secteur de l'huile d'olive, à tel point que ces méthodes sont progressivement devenues depuis 30 ou 40 ans les seules méthodes utilisées dans les huileries de grandes dimensions mais également dans de nombreuses huileries moyennes voire petites. Ces dernières années, la recherche s'est orientée vers le traitement et le potentiel chimique de l'extraction de l'huile des olives dénoyautées.

En règle générale, au cours de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les chercheurs ont principalement consacré leurs recherches aux développements morphologiques alors que durant la seconde moitié, c'est plutôt l'aspect physiologique qui les a intéressés. Ce dernier aspect aura d'ailleurs un impact plus important sur le développement de l'oléiculture. Le phénomène très prononcé de l'alternance des récoltes qui concerne

la plupart des variétés a fait l'objet de nombreuses études. L'impact de la température et de la progression de la production sur la différenciation des bourgeons, et l'influence de ces deux facteurs sur le métabolisme de l'arbre ont été étudiés, tout comme l'effet de l'évolution de la protéine foliaire et de la teneur spécifique en polyphénols sur la différenciation des bourgeons reproducteurs (Fig. 5).

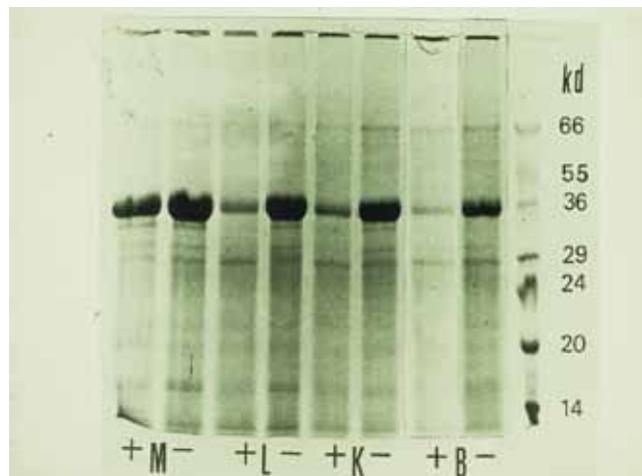
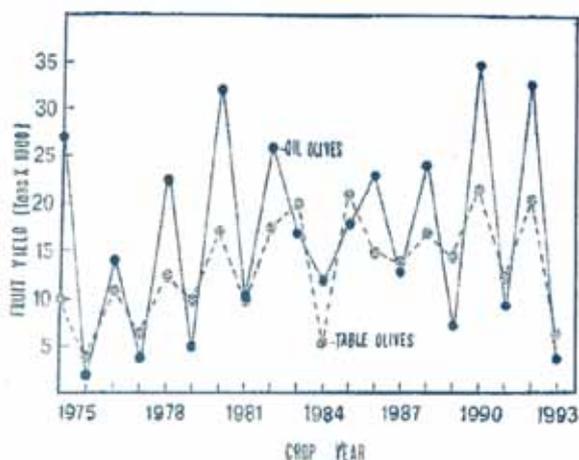
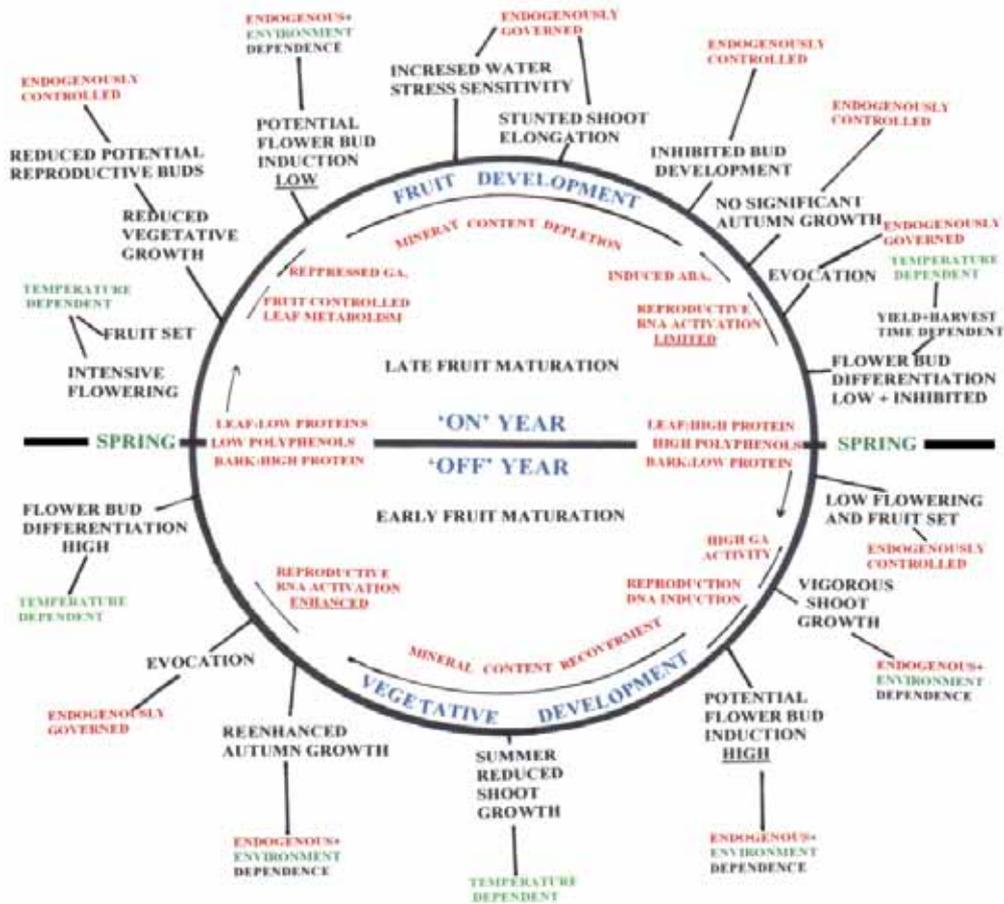


Figure 5

Différents modèles ont été proposés mais ils n'ont pas permis d'obtenir une explication claire ou un niveau suffisant de fiabilité. Ces modèles tenaient compte des mécanismes responsables de l'alternance et de l'interaction entre les changements abiotiques et les changements biotiques induits dans les voies métaboliques, de la nutrition minérale et du contrôle hormonal. Les recherches continuent pour identifier une solution

permettant de contrôler le phénomène de l'alternance, notamment au moyen de méthodes génomiques mises au point récemment ou en cours, basées sur l'activation moléculaire des gènes à différents stades du cycle de production de l'olivier. Les résultats préliminaires qui commencent à être publiés pourraient permettre de contrôler le niveau annuel de la production des fruits (Fig. 6).



### The molecular mechanism for flower induction in Arabidopsis

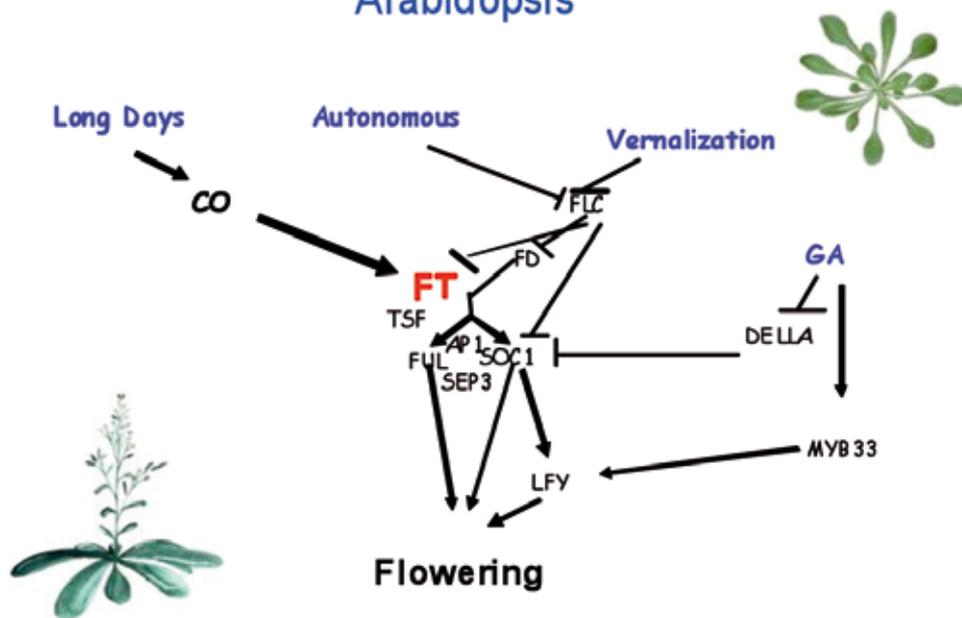


Figure 6

L'introduction de l'irrigation au milieu du siècle dernier, qui s'est traduite par une augmentation de la teneur en huile avec un effet mineur sur sa composition, a constitué une autre révolution majeure en ce qui concerne la productivité des oliviers destinés à l'extraction de l'huile d'olive. Des études montrant la possibilité d'utiliser des eaux saumâtres ou usées aux fins de l'irrigation ont permis à de nombreuses régions oléicoles caractérisées par

une pénurie d'eau douce de disposer d'une irrigation complémentaire. Bien que les activités de recherche-développement dans ce domaine soient toujours en cours, l'augmentation de la production que cette technique a entraînée a donné une impulsion importante à l'industrie oléicole du XXI<sup>e</sup> siècle et a permis à l'huile d'olive d'occuper une place de choix au niveau de la production agricole et des échanges commerciaux (Fig. 7).



Figure 7

Toutefois, de nombreuses variétés locales traditionnelles qui avaient été sélectionnées depuis plusieurs générations pour leur capacité d'adaptation aux conditions abiotiques limitatives se sont avérées ne pas répondre suffisamment à ces nouvelles conditions « luxueuses » de culture. Des programmes de croisements ont donc été lancés parallèlement à l'introduction de l'irrigation, dans l'objectif de concevoir des variétés mieux adaptées aux nouvelles techniques de culture. Les croisements initiés durant la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle étaient plutôt limités au début, en raison de la longue période juvénile qui caracté-

risait les jeunes plants. Ce problème a finalement été résolu il y a 40 ans avec le recours dans la plupart des pays oléicoles à des techniques classiques de multiplication. L'apparition d'un premier cultivar efficient, la diffusion d'informations sur la performance de certains cultivars traditionnels et l'apparition d'outils de mécanisation de la récolte, mais également les messages sur les effets favorables de l'huile d'olive sur la santé et les retombées économiques pour le secteur de l'huile d'olive, ont entraîné l'essor de l'industrie de l'huile d'olive dans des régions et pays qui n'étaient pas jusqu'alors des producteurs traditionnels (Fig. 8).



Figure 8

Ce développement, ajouté à la nécessité de rendre la production d'huile d'olive encore plus rentable, a conduit à la conception de nouveaux systèmes de plantation et de culture, comme le système en haie à haute densité grâce auquel les olives sont récoltées par des récolteuses inspirées des vendangeuses utilisées dans les vignes. Ce système de culture avait été testé sans succès pour les olives de table en Israël environ 40 ans plus tôt, avant d'être



introduit à grande échelle en Espagne. L'opportunité de ce système d'économie de main-d'œuvre dans différentes conditions et environnements fait encore l'objet de nombreuses recherches. Parmi les questions étudiées, on citera la distance entre les arbres, les activités de formation, les opérations de taille, le caractère durable et la capacité d'adaptation des variétés traditionnelles et des cultivars de conception plus récente (Fig. 9).

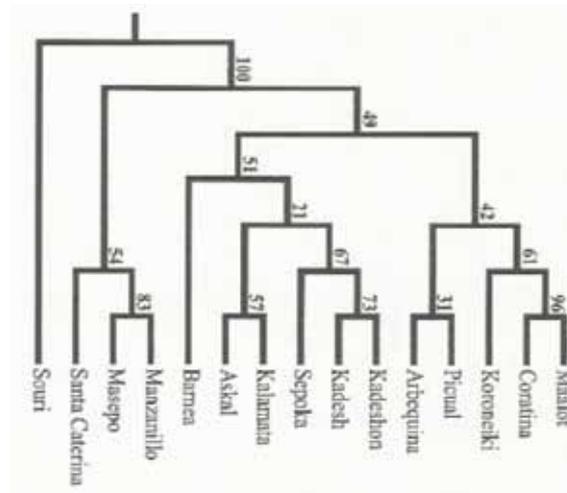
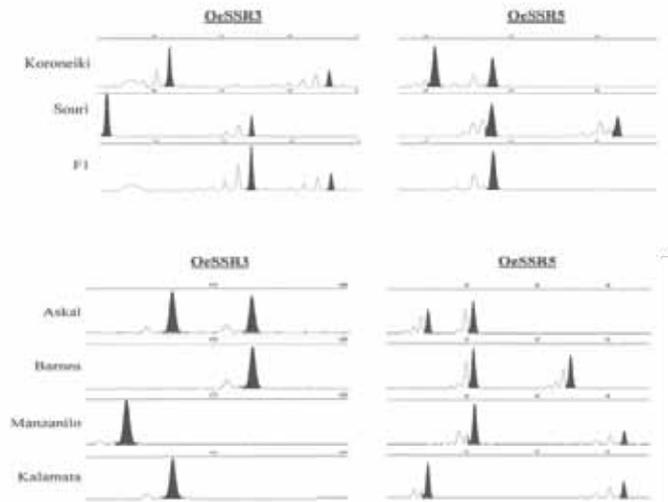
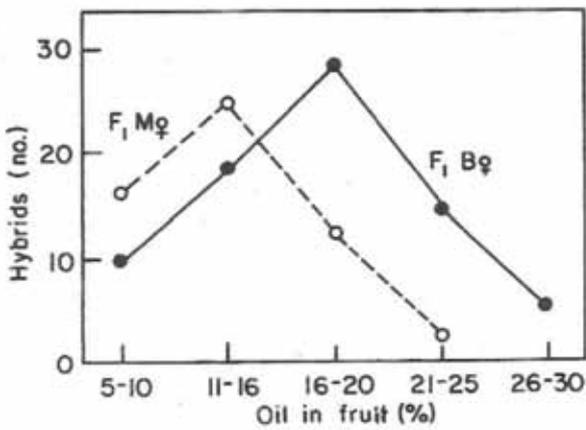
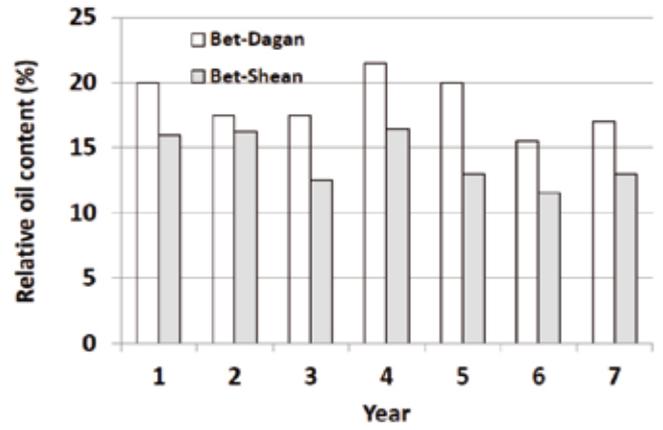


Figure 9

Une autre étape fondamentale pour l'industrie de l'huile d'olive a été franchie il y a environ 40 ans, lorsque les normes de qualité du Conseil oléicole international ont été progressivement acceptées dans le commerce mondial et sont maintenant exigées par les consommateurs du monde entier. L'évaluation organoleptique professionnelle pour identifier aussi clairement que possible les attributs positifs et négatifs constitue un aspect essentiel du classement des huiles d'olive. Les normes de qualité du COI sont systématiquement révisées au fur et à mesure que de nouvelles méthodes d'analyse plus précises sont mises au point. Cette sensibilisation aux normes de qualité et à la recherche a été favorisée par l'émergence de nouvelles variétés adaptées aux exploitations récentes et aux conditions environnementales spécifiques des oliveraies de grandes dimensions situées dans les nouvelles régions oléicoles, en particulier celles qui ne sont pas traditionnellement productrices d'olives. Les changements qui caractérisent la composition de l'huile d'olive produite à partir de fruits cultivés dans différentes conditions environnementales a également conduit récemment à la réalisation d'études visant à caractériser ces différences, ainsi qu'au développement des appellations d'origine protégée (AOP) et des indications géographiques protégées (IGP) qui, on l'espère, auront un impact positif pour la commercialisation de ces huiles (Fig. 10).



**Organoleptique**



**Figure 10**

Le travail de sélection initié au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle a également permis de recueillir des données génétiques indicatrices de certains traits dominants et récessifs héréditaires dans la génétique de l'olivier. On a ainsi découvert que l'héritage potentiel du parent femelle dominait partiellement celui du mâle, notamment en ce qui concerne la teneur en huile du fruit ou la forme des fruits et, dans une moindre mesure, la taille des feuilles - la capacité rhizogène n'étant pas concernée. Ces recherches ont contribué à promouvoir l'identification des gènes par

le biais de méthodologies moléculaires relativement nouvelles comme les répétitions de séquences simples (SSR) ou le polymorphisme nucléotidique (SNP). La mise au point récente de ces méthodes a joué un rôle important dans l'étude du parent mâle des nouveaux cultivars et dans le regroupement des cultivars selon leur relation génétique, leur origine et leur distribution. La possibilité actuelle de déterminer l'origine du géniteur mâle est essentielle pour la réalisation des croisements efficaces de cultivars efficaces et aptes à la pollinisation (Fig. 11).

<b>North</b>	<b>Site name</b>	<b>Code</b>
	Azeka	AZK
	Bet Nir	BNR
	Kamonim	KAM
	Ashkelon	ASH
	Hadid	HAD
	Makura	MAK
	Rama Isa	RAI
	Rama Raik	RAR
	Qalqiliae Sinieria	QS
	Amazia	AMZ

<b>South</b>	<b>Site name</b>	<b>Code</b>
	Boker Mountain	HB
	Ovdat dryriverbed)	NO
	Ramat Matred	ZM
	Wadi Zeitan	WZ
	Nahal Lavan	NL
	Katef Nitsana	KN
	Nahal Mitnan	MIT

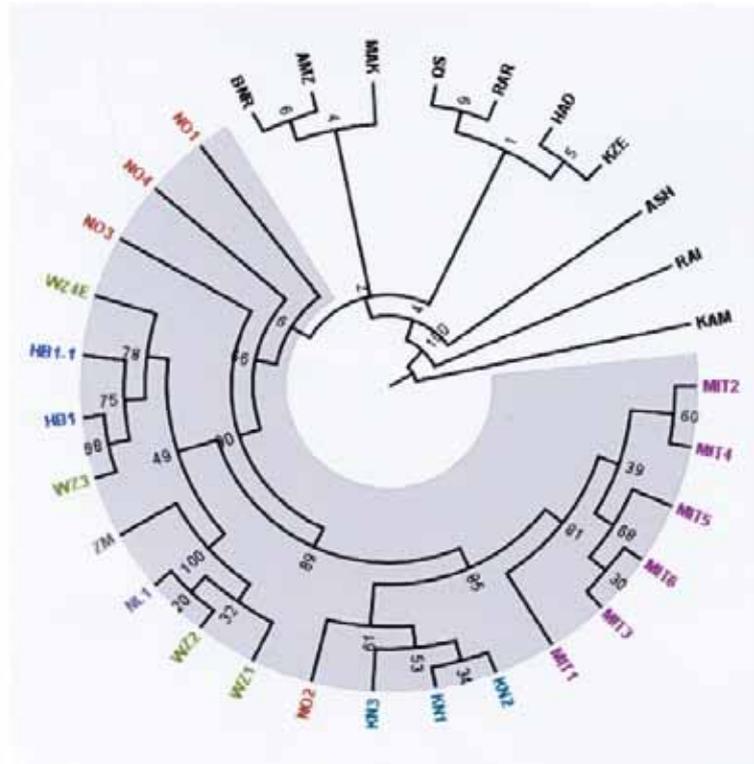


Figure 11

On dispose déjà d'outils – et d'autres sont actuellement à l'étude – pour l'identification de marqueurs génétiques qui favoriseront à l'avenir le développement d'une industrie oléicole plus efficace et respectueuse de l'environnement. La priorité actuelle réside dans l'identification de marqueurs génétiques pour la reconnaissance de caractéristiques nécessaires spécifiques. La sélection de cultivars résistants aux maladies et aux parasites est un objectif fondamental, non seulement pour les oléiculteurs mais également pour réduire l'impact actuel des traitements phytosanitaires

sur l'environnement. Il y a vingt ans, les différences génétiques ont été identifiées entre les cultivars susceptibles à la maladie de l'œil de paon et les cultivars résistants mis au point par sélection mais le marqueur n'était pas suffisamment spécifique sur le plan génétique. Bien que des cultivars soient réputés être partiellement résistants à d'autres maladies et parasites tels que *Verticillium Agrobacterium*, *Spilocaea*, ou la mouche de l'olive, aucun marqueur génétique indiquant la combinaison génétique impliquée n'est encore disponible (Fig. 12).

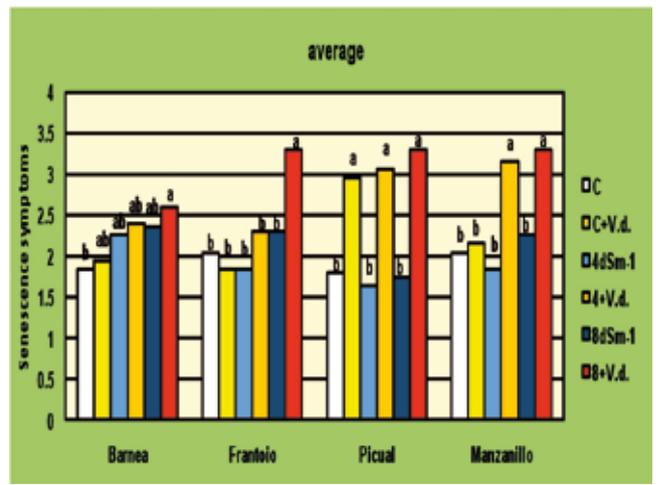
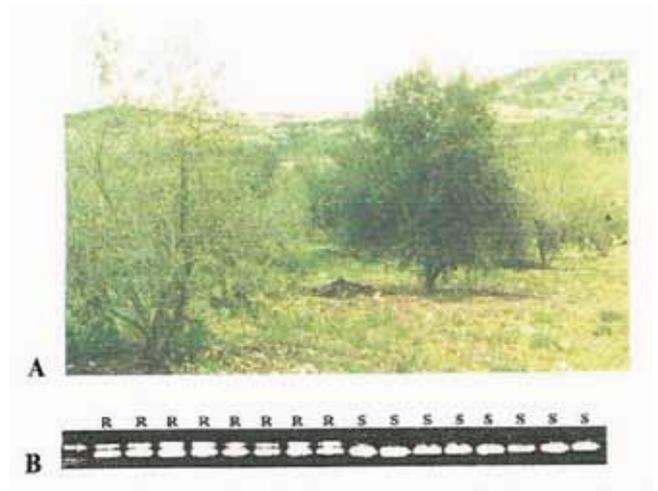


Figure 12 : En haut : *Spilocaea* ; En bas : *Verticillium*

L'expression de ces marqueurs moléculaires devrait clairement décrire les gènes impliqués et leur emplacement dans le génome mais dans certains cas, l'expression pour-

rait également être associée à une réponse physiologique, comme celle obtenue d'une culture tissulaire, des systèmes indicateurs ou des anticorps spécifiques (Fig. 13).

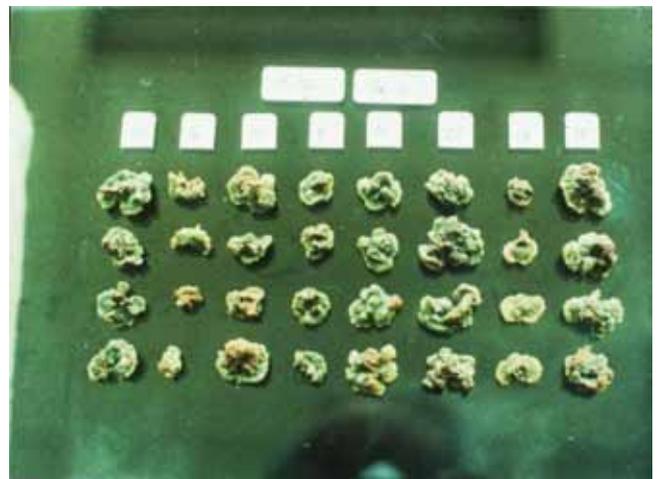
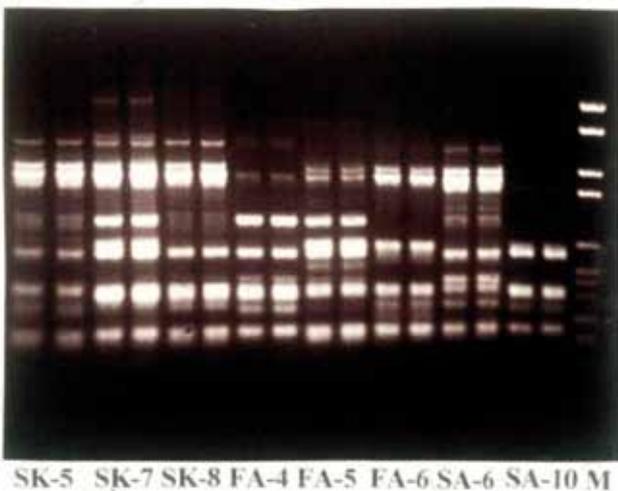


Figure 13

Les marqueurs génétiques des différents caractères de l'olivier auront d'autant plus d'impact qu'ils permettront d'identifier des traits spécifiques capables de pallier les effets négatifs du réchauffement global. À cet effet, il sera essentiel d'accorder une attention accrue à l'étude des génomes si l'on veut garantir la survie des oliveraies actuelles. À l'avenir, les recherches devront se nourrir de plusieurs sources pour détecter les gènes nécessaires. Naturellement, les très nom-

breux cultivars domestiqués constitueront la source principale. Les oliviers appartenant à des sous-espèces d'*Olea europaea*, à savoir les oliviers sauvages qui poussent sous différents environnements dans le monde - y compris des environnements extrêmes - constitueront une source alternative mais importante dans la mesure où ils présentent probablement certains des gènes nécessaires aux futurs cultivars commerciaux d'oliviers (Fig. 14).

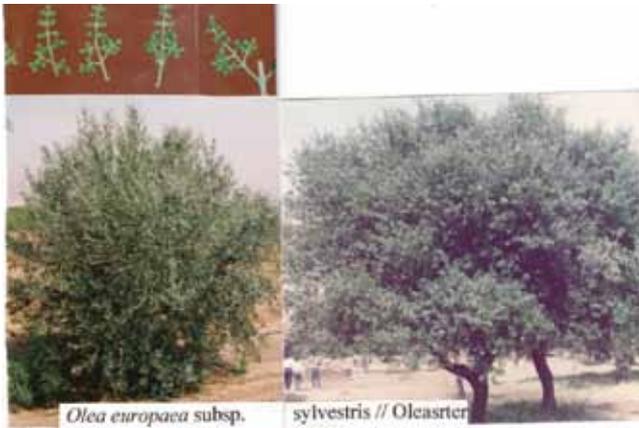


Figure 14

Il a été démontré récemment que la plupart de sous-espèces pouvaient être croisées avec des spécimens d'*Olea europaea* domestiqués. Des arbres autochtones âgés qui ont survécu pendant des centaines d'années pourraient donc être utilisés comme une autre source

possible de gènes de caractéristiques spécifiques. Les populations particulièrement sauvages, isolées géographiquement et domestiquées, exposées à une endogamie excessive, peuvent également être une source prometteuse de certains des gènes recherchés (Fig. 15).

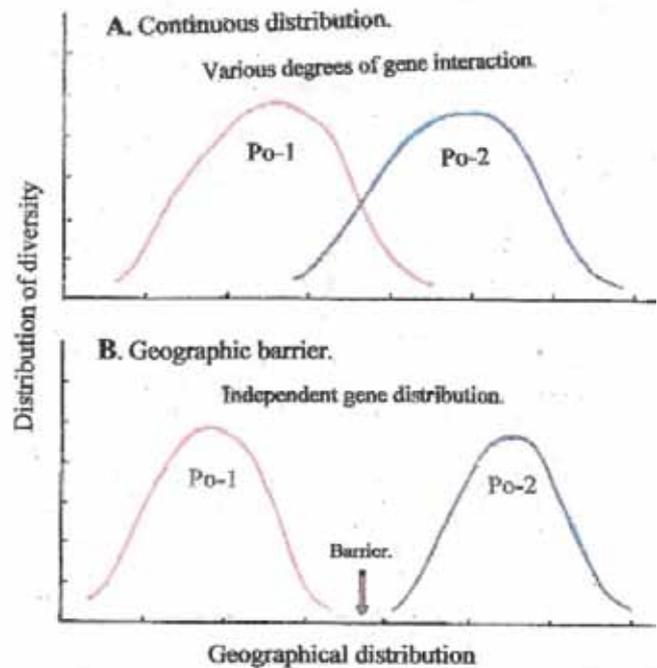


Figure 15

Bien que le secteur oléicole n'ait pas encore accepté le concept d'ingénierie génétique, la réponse potentielle

de l'olive à ces méthodes, initialement décrite il y a 40 ans, fera l'objet de futures recherches (Fig. 16).



Figure 16

L'utilisation et l'acceptation de nouvelles méthodologies, en particulier la possibilité de transférer des gènes spécifiques d'un cultivar d'olivier à l'autre, pourraient ouvrir de nouvelles possibilités d'amélioration et d'adaptation des cultivars d'olivier aux objectifs requis pour l'industrie oléicole du futur. L'importance de ces méthodes, qui n'exigent pas de croisement classique, est qu'elles permettent de modifier un seul objectif spécifique. Ainsi, contrairement au croisement - qui provoque fréquemment une réponse non spécifique et très arbitraire de la progéniture - ces méthodes n'affectent pas l'ensemble du génome des géniteurs.

## Lectures suggérées

Goldschmidt EE. (2013). The Evolution of Tree Production: A Review. *Econ. Bot.* 67: 51-62.

Lavee S. (1992). Evolution of cultivation techniques in olive growing. In: "Olive Oil Quality" Regione Toscana, Firenze.

Lavee S. (2011). The revolutionary impact of introducing irrigation-intensification to the olive oil industry. *Acta Hort.* 888: 21-30.

Rallo L. (2011). The change of olive growing in Spain. Lecture at the Technical Univ. "Caduri". Feb. 10, 2011.

Rallo-Romero L. (1998). Olive farming in the age of science and innovation. *Olivæ* 72: 42-51.

Servili M., Esposto S., Taticchi A., Urbani S., Veneziani G., Di Maio I., Selvaggini R., Gucci R. (2011). From the orchard to the virgin olive oil quality: A critical overview. *Acta Hort.* 924: 365-378.

Zambounis V. (2011) Mediterranean tradition in a globalized economy. *OliveBioteq 2011, Vol. 2: 767-773.*

# L'huile d'olive, pierre angulaire du régime alimentaire méditerranéen

**Dr B. Moreno Esteban <sup>1</sup>, Dr D.A. Lezcano Solís <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Chef clinique Endocrinologie et Nutrition  
Hôpital général universitaire Gregorio Marañón, Madrid  
E-mail : comunicacion.hgugm@salud.madrid.org

<sup>2</sup> Spécialiste en Endocrinologie CMIH (Centro Médico Integral Henares), Madrid  
E-mail : contacto@cmih.es.

## Résumé

Le régime méditerranéen est l'un des régimes alimentaires les plus étudiés pour ses bienfaits sur la santé humaine. Il est démontré que l'adoption de ce régime diminue la mortalité et la morbidité dues aux maladies cardiovasculaires, ainsi que l'incidence du diabète, de l'obésité et du cancer. Ce bienfait potentiel résulte de l'ensemble des aliments qui le composent et, parmi eux, l'huile d'olive vierge (en particulier l'huile d'olive vierge extra) qui, pour sa valeur biologique et thérapeutique, est considérée comme l'ingrédient le plus important du régime méditerranéen. Sa capacité antioxydante, anti-inflammatoire, antiathérogène et hypolipidémiant, entre autres fonctions biologiques, est due principalement à sa composition chimique riche en acide oléique, polyphénols, stérols et tocophérols qui la distingue des autres huiles. Nous exposerons dans cet article les effets positifs du régime alimentaire méditerranéen dont la plupart sont à attribuer à l'huile d'olive vierge et à l'huile d'olive vierge extra.

## Monts clés

Régime alimentaire méditerranéen, huile d'olive vierge, huile d'olive vierge extra, composés mineurs polaires, antioxydants.

Le rôle préventif de l'alimentation face au risque de souffrir des maladies chroniques, en particulier des maladies cardiovasculaires – première cause de morbidité et de mortalité en Europe – est aujourd'hui largement reconnu, tout comme le fait que la mortalité due à ces maladies continuera à augmenter si l'on ne modifie pas notre style de vie.

## Abstract

The Mediterranean diet is one of the most widely studied diets owing to its benefits for population health. Adherence to the Mediterranean diet has been demonstrated to lower cardiovascular morbidity and mortality as well as the incidence of diabetes, obesity and cancer. This potential benefit is due to its constituent foods amongst which virgin olive oil, especially extra virgin, is considered to be the most important because of its biological and health-promoting properties. Its biological functions include its antioxidant, anti-inflammatory, anti-atherogenic and lipid-lowering capacity, which is chiefly due to its chemical composition and high content of oleic acid, polyphenols, sterols and tocopherols which set it apart from other oils. This review focuses on the beneficial effects of the Mediterranean diet, the majority of which can be attributed to the composition of virgin and extra virgin olive oil.

## Key words

Mediterranean diet; virgin olive oil; extra virgin olive oil; minor polar compounds; antioxidants.

L'importance du régime alimentaire des peuples méditerranéens a éveillé l'intérêt des scientifiques dès l'année 1938, avec l'étude de Leland Albaugh (1) consacrée à l'alimentation des habitants de l'île de Crète, qui constitue les prémices des recommandations qui donneront lieu plusieurs décennies plus tard à l'élaboration de la pyramide méditerranéenne. En 1957, une étude longitudinale de suivi de cohortes d'hommes âgés de 40 à 59 ans originaires de différents pays (Europe du Nord et du Sud et Amérique du Nord), dirigée par Ancel Keys et plus connue sous le nom d'*Étude des Sept Pays*, montrera pour la première fois les différences importantes entre les pays en ce qui concerne l'incidence de la cardiopathie coronaire. La poursuite de cette étude (5 à 15 ans) révélera également que la mortalité due aux maladies cardiovasculaires dans le Sud de l'Europe était 2 à 3 fois inférieure à celle enregistrée dans le Nord de l'Europe ou aux États-Unis. Ces différences seront associées à la consommation de graisses totales et de graisses saturées dans les pays étudiés et au niveau moyen de cholestérol des cohortes (2-4).

Le régime alimentaire méditerranéen a été défini dans plusieurs études (5, 6). Il s'agit d'un héritage culturel, né de la convergence géographique, historique, anthropologique et culturelle de trois continents : Afrique, Asie et Europe. C'est un mélange de simplicité, de variété et de convivialité sous un climat tempéré, qui a donné naissance à l'une des combinaisons d'aliments les plus équilibrées, complètes et saines au monde. À l'origine, ce régime est essentiellement composé des aliments disponibles dans la région méditerranéenne : légumes, fruits, céréales, légumineuses, fruits secs, poisson, viande, œufs, lait et produits laitiers, huile d'olive (notamment vierge et vierge extra) comme source de matière grasse et des quantités modérées de vin pendant les repas. L'adoption d'un régime de style méditerranéen s'avère un excellent moyen d'améliorer le facteur « nutrition » dont le rôle est essentiel dans la prévention des maladies cardiovasculaires (MCV).

Plusieurs études prospectives observationnelles ont confirmé qu'une plus grande adhésion au régime alimentaire méditerranéen est associée à une amélioration significative de l'état de santé, de la qualité et de l'espérance de vie et à une réduction importante de la mortalité générale, de la morbidité et de la mortalité par MCV et autres maladies chroniques importantes. Une méta-analyse d'études prospectives de cohortes a montré qu'une augmentation de 2 points (sur une échelle de 0 à 7-9 points) dans l'adhésion à un modèle de régime méditerranéen avait permis une réduction significative de la mortalité générale (9 %), de la mortalité due aux maladies cardiovasculaires (9 %), de l'incidence de la

mortalité par cancer (6 %) et de l'incidence des maladies de Parkinson et d'Alzheimer (13 %) (7-14).

## Bienfaits cardiovasculaires

Le régime alimentaire méditerranéen semble avoir un effet positif significatif sur le cœur : il est en effet associé à une diminution du taux de mortalité par cardiopathie coronaire et a un effet protecteur face à la mortalité associée à l'ictus (10). L'adoption du régime méditerranéen est associée à la réduction de différents facteurs de risque cardiovasculaire chez les individus à risque (*prévention primaire*) et des accidents cardiovasculaires ou de la mortalité à la suite d'un premier accident cardiaque (*prévention secondaire*).

En 2004, Katherine Esposito *et al.* ont montré l'effet du régime de type méditerranéen sur la diminution du poids, de l'indice de masse corporelle et des indices de glycémie, d'insulinémie et HOMA (*Homeostasis Model Assessment*). Ces auteurs ont également observé une réduction des niveaux de cholestérol et de triglycérides plasmatiques, des marqueurs d'inflammation et d'une augmentation de la fonction endothéliale (15).

L'étude *Medi-RIVAGE (Mediterranean Diet, Cardiovascular Risks and Gene Polymorphisms)* a montré que les patients présentant des facteurs de risque modéré d'accident cardiovasculaire avaient enregistré une réduction supérieure de leur indice de masse corporelle, de leurs niveaux de cholestérol total, de cholestérol LDL, de triglycérides, d'apolipoprotéines A1 et B, d'insulinémie et de leur indice HOMA en suivant un régime alimentaire de type méditerranéen que ceux qui avaient suivi un régime pauvre en graisses. Chez les sujets obèses ou en surcharge pondérale, la réduction des triglycérides plasmatiques n'a été observée qu'au sein du groupe ayant suivi un régime alimentaire de type méditerranéen (16).

L'étude *PREDIMED (Prévention primaire de la maladie cardiovasculaire au moyen du régime alimentaire méditerranéen)* menée en Espagne en 2010 par l'Instituto de Salud Carlos III a permis de suivre 772 sujets adultes présentant un risque cardiovasculaire qui ont suivi trois régimes différents : deux régimes de type méditerranéen (un riche en huile d'olive vierge extra - 1 litre par semaine -, et l'autre enrichi avec 30 grammes de noix pas jour) et un régime pauvre en matières grasses. Après trois mois, les deux groupes ayant adopté les régimes de type méditerranéen ont constaté

une amélioration positive accrue par rapport au groupe ayant suivi un régime pauvre en graisses, pour certaines des variables étudiées, notamment le taux de glycémie, la pression artérielle systolique et le ratio cholestérol/cholestérol HDL. La protéine C réactive n'a diminué qu'au sein du groupe ayant suivi le régime alimentaire de type méditerranéen riche en huile d'olive vierge extra (17).

L'Étude de Lyon, l'une des principales études d'intervention consacrées à la prévention secondaire, a été menée en France sur 605 sujets âgés de plus de 70 ans ayant souffert un infarctus du myocarde ou une angine de poitrine. Ces patients ont été divisés en deux groupes selon les types de régime alimentaire qui leur ont été prescrits : un régime méditerranéen riche en acides gras polyinsaturés oméga-3 et un régime pauvre en graisses. Après 46 mois d'intervention, le nombre de patients ayant souffert un autre infarctus ou ayant décédé des suites d'une maladie cardiaque était inférieur de 70 % au sein du groupe ayant adopté le régime méditerranéen par rapport au groupe qui avait suivi le régime pauvre en matières grasses (18).

D'autres études montrent que le suivi d'un régime alimentaire de type méditerranéen entraîne une réduction du risque cardiovasculaire et du risque de récurrence après un infarctus et est associé à une mortalité prématurée inférieure après un premier infarctus du myocarde (19-21). Le régime méditerranéen réduit en outre le risque de maladies coronaires de 8 à 45 % (22).

## Effets positifs sur le diabète et le syndrome métabolique

Le régime alimentaire méditerranéen est le plus indiqué pour les personnes souffrant de diabète : non seulement il diminue les niveaux de lipoprotéines athérogéniques, mais il permet également un meilleur contrôle du sucre dans le sang, augmente la sensibilité à l'insuline et réduit la tension artérielle systolique et diastolique, ce qui conduit à une diminution du risque athérogénique et à une meilleure maîtrise du diabète, avec tous les aspects positifs qui en résultent (23-26).

Le régime méditerranéen pourrait également permettre de réduire la prévalence du syndrome métabolique et son risque vasculaire associé et ce, grâce à la diminution de l'inflammation associée à ce syndrome (15). Il pourrait aussi être associé à la réduction de la

concentration des marqueurs de l'activation de l'inflammation et de la coagulation chez les personnes n'ayant pas d'antécédents cardiovasculaires (26, 28-31).

En outre, le régime méditerranéen a un impact favorable sur les principaux facteurs de risque d'AVC car il diminue l'incidence de l'hypertension, du diabète sucré et du syndrome métabolique (26, 28-31).

Plusieurs études transversales menées sur plus de 3 000 adultes sans antécédents d'AVC ont montré, en tenant compte des différents facteurs de confusion, que l'adoption d'un régime alimentaire méditerranéen était associée à une réduction de 39 à 50 % des probabilités de souffrir de surcharge pondérale ou d'obésité et de 59 % du risque de développer une obésité centrale (32, 33).

Par rapport aux régimes alimentaires pauvres en graisses ou contenant peu d'hydrates de carbone, le régime méditerranéen permet de mieux contrôler le taux de glycémie et de retarder la prise de traitements anti-hyperglycémiques chez les patients ayant une surcharge pondérale ou ayant fait l'objet d'un diagnostic récent de diabète de type 2. Le régime méditerranéen entraîne non seulement – de la même manière qu'un régime alimentaire pauvre en graisses – la diminution du poids corporel total et l'amélioration du métabolisme du sucre, mais il réduit également le risque de diabète chez les personnes présentant un risque cardiovasculaire important et est associé à un effet antioxydant du plasma supérieur (34-39).

## L'huile d'olive, pierre angulaire du régime alimentaire méditerranéen

L'huile d'olive est le signe distinctif du régime méditerranéen : c'est la principale source de matière grasse de ce régime. Plusieurs études indiquent que l'huile d'olive, et en particulier l'huile d'olive vierge et plus encore l'huile d'olive vierge extra, est efficace dans la prévention et/ou la réduction de l'hypercholestérolémie, de l'athérosclérose, de l'hypertension, de l'incidence des maladies cardiovasculaires, de l'oxydation et du stress oxydant, de l'obésité, du diabète de type 2, des processus inflammatoires et du cancer.

À ce titre, en novembre 2004, la Food and Drug Administration (FDA) américaine a reconnu les effets positifs

de l'huile d'olive sur les facteurs de risque cardiovasculaire et recommandé la consommation de deux cuillérées d'huile d'olive vierge extra (23 grammes) par jour.

Deux caractéristiques essentielles distinguent l'huile d'olive des autres huiles végétales et expliquent qu'elle soit également plus appréciée : elle provient uniquement du fruit de l'olivier et elle est comestible (elle ne nécessite pas de raffinage) au moment de la production lorsque la matière première est de bonne qualité. En effet, la dénomination *huile d'olive vierge extra* est réservée aux « huiles obtenues à partir du fruit de l'olivier uniquement par des procédés physiques, dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile et qui n'a subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration, à l'exclusion des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature » (41).

La valeur biologique et thérapeutique de l'huile d'olive vierge extra est directement liée à sa composition chimique. Sa qualité la plus importante est qu'elle conserve intacts les composants et les propriétés des olives, comme un authentique jus du fruit de l'olivier. Elle est très nutritive et constitue une source importante de vitamines.

## Composition de l'huile d'olive

L'huile d'olive est composée d'une fraction huileuse et d'une fraction non-huileuse.

La **fraction huileuse** constitue 98 à 99 % du total de l'huile. Le principal acide gras de l'huile d'olive est l'acide monoinsaturé oléique (55-83 % du total). Cet acide la rend plus résistante à la chaleur que les autres huiles riches en acides gras polyinsaturés (AGP) comme les huiles de graines. Cette caractéristique permet de l'utiliser dans des processus impliquant des températures élevées sans réduire ses effets positifs. Elle est moins sensible à la détérioration oxydative car les acides gras monoinsaturés (AGM) ne possèdent qu'un double lien. Elle contient également des acides gras saturés (8-14 %) comme l'acide stéarique (4-20 %), et des AGP, en particulier les oméga-3 comme l'écopentaénoïque et di-insaturés comme l'acide linoléique (42).

Lorsque l'on compare un régime riche en acides gras monoinsaturés (AGMI) et un régime alimentaire oc-

cidental riche en graisses saturées, on observe que le premier entraîne une diminution significative (de 10 à 14 %) des concentrations de cLDL et de 2 à 6 % de celles de cHDL. De même, entre un régime riche en AGMI, un régime pauvre en graisses (< 30 % du total des kilocalories) et un régime riche en hydrates de carbone, la diminution des concentrations de cLDL est la même que dans le régime occidental mais les concentrations de cHDL sont plus élevées dans les régimes contenant plus d'AGMI. Lorsque la proportion d'hydrates de carbone est constante et que les graisses saturées sont remplacées par des AGMI, on constate en outre une diminution des concentrations de triglycérides (43-47).

L'un des aspects les plus intéressants de l'adoption d'un régime riche en huile d'olive vierge et vierge extra est la réduction de la susceptibilité à l'oxydation des particules de LDL par rapport à un régime riche en graisses polyinsaturées ou en hydrates de carbone. On dispose de données suffisantes pour affirmer qu'une alimentation riche en graisses polyinsaturées est liée à l'augmentation de l'oxydation. À l'inverse, dans un régime riche en huile d'olive vierge ou vierge extra, l'acide oléique étant absorbé par les LDL, ces lipoprotéines deviennent plus résistantes à l'oxydation, ce qui permet de réduire l'impact négatif du cholestérol LDL. L'huile d'olive vierge extra contient des éléments riches en antioxydants naturels, ce qui inhibe l'oxydation des lipides et favorise la relaxation vasculaire et la prévention de l'artériosclérose (48-53).

Il a été démontré que les AGMI ont non seulement un impact positif sur le profil lipidique et un effet antioxydant, mais ils protègent également contre la thrombogénèse. Les AGMI pourraient diminuer l'agrégation plaquettaire, augmenter la fibrinolyse, diminuer l'activité de l'inhibiteur de l'activateur du plasminogène et la capacité endothéliale de promouvoir l'adhésion de monocytes, améliorant ainsi la fonction endothéliale, aussi bien chez les sujets normolipidémiques qu'hyperlipidémiques (54-58).

Les régimes enrichis en AGMI se sont avérés positifs dans le contrôle glycémique chez des patients présentant une intolérance au glucose ou souffrant de diabète sucré de type II et il a été constaté que ces acides gras stimulaient la GLP-1 *in vitro* (59). Il a également été montré qu'ils retardaient la vidange gastrique par rapport aux repas riches en acides gras saturés, préservant ainsi la fonction de réservoir de l'estomac (60, 61).

La **fraction non huileuse**, qui est la fraction insaponifiable ou de composés mineurs, représente environ 1-1,5 % du total de l'huile. C'est elle qui apporte sa grande valeur biologique à l'huile d'olive vierge extra par rapport

à d'autres huiles de graines. Parmi les composés mineurs de l'huile d'olive vierge extra se trouvent les stérols, les tocophérols, le squalène et des composés phénoliques qui lui confèrent ces caractéristiques qui la rendent si intéressante sur le plan nutritionnel et organoleptique. Il s'agit de substances très hétérogènes et présentes en faible concentration mais ce sont elles qui donnent à l'huile sa couleur, son goût et son arôme caractéristiques.

Les fonctions biologiques de ces composés sont très importantes. En effet, ils agissent pour la plupart comme des vitamines et des antioxydants naturels et peuvent avoir un effet hypolipémiant, antiathérogène et anti inflammatoire. Ils protègent également l'huile des processus d'autoxydation et de rancissement.

La teneur en composés mineurs peut être altérée durant les processus de raffinage de l'huile car ces derniers sont nombreux à être hydrosolubles et thermosensibles et peuvent se perdre ou se dégrader facilement (62).

On trouve également une quantité très significative de squalène dans les hydrates de carbone. Ils ont un effet sur le cholestérol, les alcools terpéniques (le cycloarténol est particulièrement intéressant car il favorise l'excrétion fécale du cholestérol en favorisant l'excrétion des acides biliaires).

## Les stérols

L'huile d'olive vierge extra contient aussi des stérols, notamment le campestérol, le stigmastérol et le b-sitostérol (en particulier ce dernier). Ces stérols ont un impact important sur la régulation des niveaux de cholestérol en raison de leur similitude structurelle avec le cholestérol. Ils le déplacent des micelles à l'intérieur de l'intestin, ce qui se traduit par la diminution de l'absorption du cholestérol issu de l'alimentation et donc par la diminution des concentrations de cLDL (63).

## Les polyphénols

Il s'agit d'agents antioxydants naturels qui font partie de la fraction polaire des huiles d'olive vierges. Il a été démontré que la stabilité des huiles à l'autoxydation était due en particulier à la présence de ces substances dans des proportions élevées, notamment les orthodiphénols. Parmi les fractions phénoliques de

l'huile d'olive vierge extra, on trouve principalement les lignanes (acétoxy-pinorésinol et pinorésinol) et les sécoiridoïdes. L'effet antioxydant est également une caractéristique de phénols plus simples, comme l'hydrotyrosol, le tyrosol et l'oleuropéine (64).

Outre leur effet cardioprotecteur, en particulier l'hydroxytyrosol et l'oleuropéine qui sont de puissants antioxydants (65), les composés phénoliques sont responsables de l'astringence et du goût amer des huiles d'olive vierges extra.

Les composés polyphénoliques ont en outre un effet antioxydant : ils protègent contre l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL), brisent les réactions en chaîne et inhibent les enzymes impliqués dans les processus inflammatoires et dans le métabolisme pro-carcinogène.

Dans le cadre de l'étude EUROLIVE initiée en 1998 par l'IMIM (Institut Hospital del Mar d'Investigación Mèdica), des volontaires ont reçu des doses similaires, voire inférieures, à celles consommées tous les jours dans le cadre d'un régime méditerranéen (25 ml/jour), d'huiles d'olive présentant différents teneurs en polyphénols (réduite, moyenne et élevée) pendant des périodes de trois semaines. Le cholestérol HDL a augmenté de façon linéaire par rapport à la teneur en polyphénols des huiles. Les triglycérides ont diminué avec toutes les huiles d'olive vierges extra consommées, et pas uniquement avec celles riches en phénols. La diminution du cholestérol total/HDL était directement proportionnelle à la teneur en polyphénols des huiles. Les marqueurs de stress oxydant (oxydation des LDL) ont également diminué face à la présence accrue des polyphénols dans l'huile d'olive vierge extra. Cette étude a ainsi montré que les polyphénols contribuent à la réduction du risque cardiovasculaire associée à la consommation d'huile d'olive vierge extra, grâce à son effet antioxydant du profil lipidique. L'huile d'olive vierge extra est celle qui protège le mieux contre la détérioration oxydative (66).

Dans l'étude *Virgin Olive Oil Study* (VOLOS) qu'ils ont menée en Italie, Visioli *et al.* (77) ont observé que la consommation de 40 ml/jour d'huile d'olive vierge extra riche en composés phénoliques s'était accompagnée après 7 semaines d'une diminution des valeurs plasmatiques de TXB<sub>2</sub>, par rapport à une huile présentant une teneur plus basse en ces composants (67).

Un essai clinique croisé randomisé, mené sur un petit groupe de patients sains, a également montré que le régime alimentaire méditerranéen riche en huile

d'olive vierge extra améliorerait la fonction endothéliale, réduisait l'inflammation systémique et augmentait le nombre de cellules souches endothéliales (68, 69).

La consommation d'huile d'olive vierge extra a aussi été associée à une baisse des niveaux d'oxydation de l'ADN, considérés comme un facteur possible de risque pour le développement du cancer (70, 71).

Diverses études ont montré l'effet positif de l'huile d'olive vierge extra pour réduire le facteur de risque et prévenir les cancers du sein, du colon et du rectum (74, 75). Des études épidémiologiques soutiennent que dans les pays du Sud de l'Europe où la consommation d'huile d'olive vierge et vierge extra est plus importante, l'incidence du cancer est inférieure à celle enregistrée dans les pays du Nord de l'Europe (76).

L'effet produit par les polyphénols de l'huile (antioxydants naturels) sur les lignées de cellules cancéreuses a été analysé et l'action anti-tumorale des polyphénols contre l'oncogène HER2, responsable du développement du cancer du sein a été observée (77).

De nombreux essais d'intervention et études épidémiologiques ont montré les effets très positifs sur la santé du régime alimentaire méditerranéen et de l'huile d'olive vierge, en particulier de l'huile d'olive vierge extra : la diminution de l'incidence des maladies chroniques grâce au contrôle de certains facteurs de risque et l'amélioration de l'espérance de vie. On ne peut donc qu'encourager leur adoption et recommander d'éviter les aliments caractérisés par une densité énergétique élevée (graisses saturées et sucres) et une forte teneur en cholestérol et en sel qui, associés au sédentarisme, ont un impact négatif sur la santé et augmentent l'incidence des maladies chroniques.

## BIBLIOGRAPHIE

- Allbaugh L.G. Crete: a case study of an underdeveloped area. 1953 Princeton University Press. Princeton NJ.
- Keys A. Coronary Heart disease in Seven Countries. *Circulation*, 1970, 41 (Supl 1): 1-211.
- Keys A. Coronary heart disease, serum cholesterol, and the diet. *Acta Med. Scand.*, 1980 207:153-160.
- Keys A., Menotti A., Karoven M.I. The diet and the 15-year death rate in Seven Countries Study. *Am. J. Epidemiol* 1986. 124: 903-915.
- Helsing E., Trichopoulou A. The Mediterranean diet and food culture: a symposium. *European Journal of Clinical Nutrition* 1989; 43 Suppl 1:1-92.
- Trichopoulou A., Lagiou P., 1997. Healthy traditional Mediterranean diet - An expression of culture, history and lifestyle. *Nutr. Rev.*, 55: 383-389.
- Benetou V., Trichopoulou A., Orfanos P., Naska A., Lagiou P., *et al.* Conformity to traditional Mediterranean diet and cancer incidence: the Greek EPIC cohort. *British Journal of Cancer*, 2008. 99, 191-195.
- Buckland G., González C.A., Agudo A., Vilarde M., Berenguer A., Amiano P. *et al.* 2009 Adherence to the Mediterranean diet and risk of coronary heart disease in the Spanish EPIC Cohort Study. *American Journal of Epidemiology* 2009;170: 1518-29.
- Féart C., Samieri C., Rondeau V., Amieva H., Portet F., Dartigues J.F. *et al.* Adherence to a Mediterranean diet, cognitive decline, and risk of dementia. *JAMA* 2009; 302: 638-48.
- Fung TT., Rexrode KM., Mantzoros CS., Manson JE., Willett WC., Hu FB. Mediterranean diet and incidence of and mortality from coronary heart disease and stroke in women. *Circulation* 2009; 119:1093-1100.
- Trichopoulou A., Kouris-Blazos A., Wahlqvist ML., Gnardellis C., Lagiou P., Polychronopoulos E. *et al.* Diet and overall survival in elderly people. *BMJ* 1995; 311:1457-60.
- Trichopoulou A., Bamia C., Norat T., Overvad K. *et al.* Modified Mediterranean diet and survival after myocardial infarction: the EPIC-Elderly Study. *European Journal of Epidemiology* 2007; 22:871-81.
- Sofi F., Cesari F., Abbate R., Gensini GF., Casini A. Adherence to Mediterranean diet and health status: meta-analysis. *BMJ* 2008; 337:a1344.
- Sofi F., Cesari F., Abbate R., Gensini GF., Casini A. Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: an updated systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition* 2010; 92:1189-96.
- Esposito K., Marfella R., Ciotola M., Di Palo C., Giugliano F., Giugliano G. *et al.* Effect of a Mediterranean-Style Diet on Endothelial Dysfunction and Markers of Vascular Inflammation in the Metabolic Syndrome. *JAMA* 2004; 292:1440-6.
- Vincent-Baudry S., Defoort C. *et al.* The Medi-RIVAGE study: reduction of cardiovascular disease risk factors after a 3-mo intervention with a Mediterranean-type diet or a low-fat diet. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:964-71.
- Estruch R., Ros E., Salas-Salvadó J., Covas MI. *et al.* PREDIMED Study Investigators. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet. *N Engl J Med.* 2013 Apr 4; 368(14):1279-90.

18. De Lorgeril M., Salen P., Martin JL., Monjaud I., Delaye J., Mamelle N. Mediterranean Diet, Traditional Risk Factors, and the Rate of Cardiovascular Complications After Myocardial Infarction: Final Report of the Lyon Diet Heart Study. *Circulation* 1999; 99:779- 85.
19. De Lorgeril M., Salen P., Martin JL., Mamelle N., Monjaud I., Touboul P. *et al.* Effect of a Mediterranean type of diet on the rate of cardiovascular complications in patients with coronary artery disease. Insights into the cardioprotective effect of certain nutriments. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28:1103-8.
20. Singh RB., Dubnow G., Niaz MA., Ghosh S., Singh R., Rastogi SS. *et al.* Effect of Indo-Mediterranean diet on progression of coronary disease in high risk patients: a randomised single blind trial. *Lancet* 2002; 360:1455-61.
21. Barzi F., Woodward M., Marfisi RM., Tavazzi L., Valagussa F., Marchioli R. on behalf of GISSI-Prevenzione Investigators. Mediterranean diet and all-causes mortality after myocardial infarction: results from the GISSIPrevenzione trial. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57:604-11.
22. Panagiotakos DB., Pitsavos C., Polychronopoulos E, *et al.* Can a Mediterranean diet moderate the development and clinical progression of coronary heart disease? A systematic review. *Med Sci Monit* 2004;10:193/8.
23. Rodriguez-Villar C., Manzanares JM., Casals E. *et al.* High-monounsaturated fat, olive oil-rich diet has effects similar to a high-carbohydrate diet on fasting and postprandial state and metabolic profiles of patient with type 2 diabetes. *Metabolism* 2000; 49: 1511-1517.
24. Madigan C., Ryan M., Owens D. *et al.* Dietary unsaturated fatty acids in type 2 diabetes: higher levels of postprandial lipoprotein on a linoleic acid-rich sunflower oil diet compared with an oleic acid-rich olive oil diet. *Diabetes Care* 2000; 23: 1472-1477.
25. Rasmussen OW. Favourable effect of olive oil in patients with non-insulin-dependent diabetes. The effect of blood pressure, blood glucose and lipid levels of a high-fat diet rich in monounsaturated fat compared with a carbohydrate-rich diet. *Ugeskr Laeger* 1995; 20, 157: 1028-1032.
26. Psaltopoulou T., Naska A., Orfanos P., Trichopoulos D., Mountokalakis T., Trichopoulou A. Olive oil, the Mediterranean diet, and arterial blood pressure: the Greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Am J Clin Nutr* 2004; 80:1012- 8.
27. Chrysohoou C., Panagiotakos DB., Pitsavos C., Das UN., Stefanadis C. Adherence to the Mediterranean diet attenuates inflammation and coagulation process in healthy adults: The ATTICA Study. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44:152-8.
28. Martínez-González MA., de la Fuente-Arrillaga C., Nuñez-Cordoba JM., Basterra-Gortari FJ., Beunza JJ., Vazquez Z. *et al.* Adherence to Mediterranean diet and risk of developing diabetes: prospective cohort study. *BMJ* 2008; 336: 1348-51.
29. Nuñez-Cordoba JM., Valencia-Serrano F., Toledo E., Alfonso A., Martínez-González MA. The Mediterranean diet and incidence of hypertension: the Seguimiento Universidad de Navarra (SUN) Study. *American Journal of Epidemiology* 2009; 169:339-46.
30. Rumawas ME., Meigs JB., Dwyer JT., McKeown NM., Jacques PF. Mediterranean-style dietary pattern, reduced risk of metabolic syndrome traits, and incidence in the Framingham Offspring Cohort. *American Journal of Clinical Nutrition* 2009; 90: 1608-14.
31. Sánchez-Taínta A., Estruch R., Bulló M., Corella D. *et al.* Adherence to a Mediterranean-type diet and reduced prevalence of clustered cardiovascular risk factors in a cohort of 3,204 high-risk patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 2008; 15:589-93.
32. Buckland G., Bach A., Serra-Majem L. 2008. Obesity and the Mediterranean diet: a systematic review of observational and interventional studies. *Obesity Review* 2008; 9:582-93.
33. Kastorini CM., Milionis HJ., Esposito K., Giugliano D., Goudevenos JA., Panagiotakos DB. The effect of Mediterranean diet on metabolic syndrome and its components: a meta-analysis of 50 studies and 534,906 individuals. *Journal of the American College of Cardiology* 2011;57:1299-313.
34. Panagiotakos DB., Chrysohoou C., Pitsavos C., Stefanadis C. Association between the prevalence of obesity and adherence to the Mediterranean diet: the ATTICA study. *Nutrition* 2006; 22:449- 56.
35. Schroder H., Marrugat J., Vila J., Covas MI., Elosua R. Adherence to the traditional Mediterranean diet is inversely associated with body mass index and obesity in a Spanish population. *J Nutr* 2004; 134:3355-61.
36. Esposito K., Maiorino MI., Ciotola M., Di Palo C., Scognamiglio P. *et al.* Effects of a Mediterranean-style diet on the need for antihyperglycemic drug therapy in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: a randomized trial. - *Ann Intern Med.* 2009 Sep 1;151(5):306-14.
37. Salas-Salvadó J., Bulló M., Estruch R., Ros E., Covas MI. *et al.* Prevention of diabetes with Mediterranean diets: a subgroup analysis of a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2014 Jan 7; 160(1):1-10.

38. Lasa A., Miranda J., Bulló M., Casas R., Salas-Salvadó J. *et al.* Comparative effect of two Mediterranean diets versus a low-fat diet on glycaemic control in individuals with type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr.* 2014 Jul; 68(7):767-72.
39. Razquin C., Martínez JA., Martínez-González MA., Mitjavila MT., Estruch R., Martí A. A 3 years follow-up of a Mediterranean diet rich in virgin olive oil is associated with high plasma antioxidant capacity and reduced body weight gain. *Eur J Clin Nutr.* 2009 Dec; 63(12):1387-93.
40. US Food and Drug Administration. FDA Allows Qualified Health Claim to Decrease Risk of Coronary Heart Disease. In: <http://www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01129.html>; 2004.
41. Règlement N° 356/92/CEE. Bulletin officiel du 15 février 1992 portant amendement du Règlement N° 136/66/CEE.
42. Mataix FJ. Aceite de Oliva y Salud. Granada: Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Universidad de Granada, 1997.
43. Ginsberg HN., Barr SL., Gilbert A., Karmally W. *et al.* Reduction of plasma cholesterol levels in men on an American Heart Association step 1 diet with added monounsaturated fat. *N Engl J Med* 1990; 322:574-9.
44. Mattson FH., Grundy SM. Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteina in man. *J Lipid Res* 1985; 26:194-202.
45. Grundy SM., Florentin L., Nix D., Whelan MF. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for reducing raised levels of plasma cholesterol in man. *Am J Clin Nutr* 1988; 47:965-9.
46. Mensink RP., Groot MJ., Van der Broeke LT., Severijnen-Nobels AP., Demacker PN., Katan MB. Effects of monounsaturated fatty acids vs complex carbohydrates on serum lipoproteins and apo-proteins in healthy men and women. *Metabolism* 1989; 38:172-8.
47. Kris-Etherton PM., Pearson TA., Wan Y., Hargrove RL., Moriarty K., Fishell V. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:1009-15.
48. López-Miranda J., Gómez P., Castro P., Marín C., Paz E., Bravo MD. *et al.* La dieta mediterránea mejora la resistencia a la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad. *Med Clin (Barc)* 2000; 115:361-5.
49. Gardner CD., Kraemer HC. Monounsaturated versus polyunsaturated dietary fat and serum lipids. A metaanalysis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1995; 15: 1917-27.
50. Mensink RP., Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arterioscler Thromb* 1992; 12: 911-9.
51. Wasling C. Role of cardioprotective diet in preventing coronary Heart disease. *Br J Nurs* 1999; 14-27; 8(18): 1239-48.
52. Giugliano D. Dietary antioxidants for cardiovascular prevention. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2000; 10(1): 38-44.
53. Visioli F., Galli C. The effect of minor constituents of olive oil on cardiovascular disease: new findings. *Nutr Rev* 1998;160(21):3089.
54. Burri BJ., Dougherty RM., Kelley DS., Iacono JM. Platelet aggregation in humans is affected by replacement of dietary linoleic acid with oleic acid. *Am J Clin Nutr* 1991; 54:359-62.
55. Kwon JS., Snook JT., Wardlaw GM., Hwang DH. Effects of diets high in saturated fatty acids, canola oil, or safflower oil on platelet function, thromboxane B2 formation, and fatty acid composition of platelet phospholipids. *Am J Clin Nutr* 1991; 54:351-8.
56. López Segura F., Velasco F., López Miranda J., Castro P. *et al.* Monounsaturated fatty acid-enriched diet decreases plasma plasminogen activator inhibitor type 1. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1996; 16:82-8.
57. Mata P., Alonso R., López Farré A., Ordovás JM. *et al.* Effects of dietary fat saturation on LDL oxidation and monocyte adhesion to human endothelial cells in vitro. *Artheroscler Thromb Vasc Biol* 1996; 16:1347-55.
58. Fuentes F., López-Miranda J., Sánchez E., Sánchez F., Páez J., Paz-Roja S. *et al.* Mediterranean and low-fat diets improve endothelial function in hypercholesterolemic men. *Ann Intern Med* 2001; 134:1115-9.
59. Rocca AS., LaGreca J., Kalitsky J., Brubaker PL. Monounsaturated fatty acid diets improve glycemic tolerance through increased secretion of glucagon-like peptide-1. *Endocrinology* 2001; 142: 1148-1155.
60. Sacks F., Assmann G., Gifford KD. *Declaración de Consenso de 2000: Grasas Dietéticas, Dieta Mediterránea y Estilo de Vida Saludable.* Conferencia Internacional sobre la Dieta Mediterránea. Londres (Reino Unido): Royal College of Physicians. 13 y 14 enero 2000.
61. Thomsen C., Ramussen O., Lousen T. *et al.* Differential effects of saturated and monounsaturated fatty acids on postprandial lipemia and incretion responses in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:1135-1143.
62. Conseil oléicole international: L'olivier, l'huile et l'olive. Adicom, Madrid 1998.
63. Plat J., Mensink RP. Effects of plant sterols and

- stanols on lipid metabolism and cardiovascular risk. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2001; 11:31-40.
64. Owen RW., Mier W., Giacosa A., Hull WE., Spiegelhalter B., Bartsch H. Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem Toxicol.* 2000; 38:647-59.
  65. Fuhrman B., Aviram M. Flavonoids protect LDL from oxidation and attenuate atherosclerosis. *Curr Opin Lipidol.* 2001; 12(1):41-48.
  66. Covas MI., Nyssönen K., Poulsen HE., Kaikkonen J. *et al.* EUROLIVE Study Group. The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2006 Sep 5; 145(5):333-41.
  67. Visioli F., Caruso D., Grande S. *et al.* Virgin Olive Oil Study (VOLOS): vasoprotective potential of extra virgin olive oil in mildly dyslipidemic patients. *Eur J Nutr.* 2005;44(2):121-127.
  68. Marin C., Ramírez R., Delgado-Lista J. *et al.* Mediterranean diet reduces endothelial damage and improves the regenerative capacity of endothelium. *Am J Clin Nutr.* 2011; 93(2):267-274.
  69. Widmer R., Freund MA., Flammer AJ. *et al.* Beneficial effects of polyphenol-rich olive oil in patients with early atherosclerosis. *Eur J Nutr.* 2013; 52(3):1223-1231.
  70. Erol Ö., Arda N., Erdem G. Phenols of virgin olive oil protects nuclear DNA against oxidative damage in HeLa cells. *Food Chem Toxicol.* 2012 Oct; 50(10):3475-9.
  71. Fabiani R., Rosignoli P., De Bartolomeo A., Fucelli R. Oxidative DNA damage is prevented by extracts of olive oil, hydroxytyrosol, and other olive phenolic compounds in human blood mononuclear cells and HL60 cells. *Morozzi G. J Nutr.* 2008 Aug; 138(8):1411-6.
  72. Landa MC., Frago N., Tres A. Diet and the risk of breast cancer in Spain. *Europ J Cancer Prev* 1994; 3:313- 20.
  73. Martin-Moreno JM., Willett WC., Gorgojo L. *et al.* Dietary fat, olive oil intake and breast cancer risk. *Int J Cancer* 1994; 58:774-80.
  74. La Vecchia C., Negri E., Francheschi S. *et al.* Olive oil, other dietary fats, and the risk of breast cancer. *Cancer Causes and Control.* 1995; 6:545-50.
  75. Trichopoulou A., Katsouyanni K., Stuver S. *et al.* Consumption of olive oil and specific food groups in relation to breast cancer risk in Greece. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87:110-6.
  76. World Health Organisation. *World Health Statistics Annual.* Geneva: World Health Organisation 1992.
  77. Menendez JA., Vazquez-Martin A., Colomer R. *et al.* Olive oil's bitter principle reverses acquired autoresistance to trastuzumab (Herceptin™) in HER2-overexpressing breast cancer cells *BMC Cancer* 2007, 7:80.

# Huile d'olive vierge et sport

Dr Eric Gallego Edelfelt

Consultant  
Service de médecine du sport  
Mairie de Pozuelo de Alarcón  
E-mail : doctorericgedelfelt@gmail.com

## Résumé

De nombreuses études<sup>1,2,3,4</sup> menées au cours des dernières années ont illustré les effets de l'activité physique intense sur les marqueurs biologiques (hématologiques, cellulaires, biochimiques et hormonaux). Bien que la chimie de l'oxygène soit nécessaire à la vie et utile aux systèmes biologiques du corps humain, certaines molécules générées par le métabolisme de l'oxygène après une activité physique intense sont impliquées dans le dommage cellulaire, le vieillissement et les maladies cardiovasculaires. Ces molécules sont appelées "radicaux libres" (RL) et le processus de leur formation est appelé "stress oxydant". Pour contrer les dégâts provoqués par ce dernier, l'ingestion d'aliments riches en substances capables de compenser le déséquilibre produit est fondamentale : ce sont les antioxydants. Parmi eux, la vitamine E joue un rôle essentiel. Elle fait l'objet d'un intérêt croissant ces dernières années pour ses puissantes propriétés antioxydantes et son pouvoir de prévention face au dommage cellulaire, au vieillissement et à de nombreuses maladies. Les huiles végétales, et en particulier l'huile d'olive vierge extra, constituent une des principales sources d'apport de vitamine E à travers l'alimentation. Cet article passe ces aspects en revue.

## Mots clés

Activité physique intense, radicaux libres, antioxydants, vitamine E, huile d'olive vierge extra.

## Abstract

The effects of strenuous physical exercise on biological markers (haematological, cellular, biochemical and hormonal) have been reported in several papers<sup>1,2,3,4,5</sup> in recent years. Although oxygen chemistry is necessary for life and positive for the biological systems in the human body, certain substances produced by oxygen metabolism after strenuous exercise are directly implicated in cellular damage, ageing and cardiovascular diseases. These substances are called free radicals and the biochemical process involved in their formation is termed oxidative stress. To counteract damage induced by oxidative stress, it is essential to consume foods that are rich in antioxidants, which are capable of offsetting the resultant imbalance. The powerful antioxidant properties of vitamin E and the predominant role it plays in preventing cellular damage, ageing and several diseases has attracted growing interest in recent years. Vegetable oils, and specifically extra virgin olive oil, are one of the main dietary sources of vitamin E. This paper provides a review of these aspects.

## Key words

Strenuous exercise; free radicals; antioxidants; Vitamin E; extra virgin olive oil.

## Activité physique : changements métaboliques et physiologiques

La pratique d'une activité sportive constitue l'un des changements sociaux les plus importants du XX<sup>e</sup> siècle. Le lien clair entre le sédentarisme et les maladies cardiovasculaires (hypertension, cardiopathie ischémique, accidents vasculaires cérébraux) et métaboliques (diabète, dyslipidémie, hyperuricémie) et à l'inverse la prévention de ces maladies et d'autres maladies chroniques (obésité, ostéoporose) chez les personnes qui réalisent une activité sportive de manière régulière ont amené les autorités sanitaires d'un grand nombre de pays à investir des sommes importantes pour encourager un mode de vie sain, dont l'exercice physique constitue l'un des piliers fondamentaux. De nombreuses études<sup>6,7</sup> montrent que lorsqu'elles sont adaptées à l'âge et à la condition physique du sujet, l'activité physique et la pratique d'un sport ont un effet si positif sur la santé que leur impact sur l'homéostasie de l'organisme peut être décisif.

Les changements métaboliques et physiologiques les plus significatifs qui peuvent être observés dans l'organisme dans le cadre de la pratique régulière d'une activité physique à une intensité moyenne se produisent à deux niveaux : tissulaire et cardiovasculaire et pulmonaire. Au niveau tissulaire, en permettant une plus grande production d'énergie et au niveau cardiovasculaire et pulmonaire, en entraînant l'augmentation de la taille de la cavité ventriculaire et du cœur, la diminution de la fréquence cardiaque basale et de la tension artérielle et l'amélioration de l'efficacité de la ventilation et de l'efficacité pulmonaire. Parmi les autres changements importants figurent la modification de la composition corporelle, la baisse des niveaux de cholestérol et une variation de l'adaptation à la chaleur.

Outre les changements métaboliques et physiologiques cités, la pratique d'une activité physique entraîne une augmentation des besoins d'énergie et d'oxygène. Si l'activité est très intense, le métabolisme cellulaire produit une plus grande quantité de molé-

cules, dont certaines peuvent avoir un impact négatif sur le propre tissu : ces substances sont appelées les « radicaux libres ».

En effet, bien que l'activité physique régulière et d'intensité modérée ait démontré ses effets positifs sur l'organisme, elle peut, si elle est pratiquée de manière intense, entraîner dans l'organisme des changements métaboliques et physiologiques qui provoquent la production d'un certain nombre de molécules issues du métabolisme de l'oxygène, dont l'effet négatif est important et donne lieu au phénomène appelé *stress oxydant*.

Mesurable par l'augmentation des marqueurs de peroxydation lipidique, ce stress est un indicateur de l'existence d'un dommage cellulaire. Pour y remédier, l'alimentation du sportif doit contenir des nutriments qui couvrent ses nécessités sur le plan quantitatif et qualitatif : l'huile d'olive, en particulier l'huile d'olive vierge extra, grâce à sa composition caractéristique en acides gras moninsaturés ainsi qu'à sa grande quantité de vitamine E, de polyphénols et d'antioxydants, constitue une source optimale de matière grasse pour les sportifs en général et en particulier pour ceux qui pratiquent un sport de haut niveau et exigeant sur le plan physique.

Nous verrons ainsi que les graisses monoinsaturées - et parmi elles l'huile d'olive vierge extra pour sa composition particulière - constituent l'une des sources d'énergie les plus appropriées pour répondre aux nécessités énergétiques générées par l'exercice physique.

L'huile d'olive est extraite de l'olive, une drupe de forme ovoïdale contenant un seul noyau. L'olive se compose d'un noyau ligneux, ou endocarpe, qui contribue à 15-23 % du poids du fruit, à l'intérieur duquel se loge une semence ou amande, d'une partie charnue, ou mésocarpe (70-80 % du poids total) et d'une enveloppe externe ou exocarpe (2-2,5 %). La composition du fruit au moment de la récolte doit être approximativement de 40-55 % d'eau, 18-32 % d'huile, 14-22 % de noyau, 1 à 3 % d'amande ou semence, alors que la peau et le reste de la pulpe représentent 8-10 %. L'huile d'olive vierge extra présente une composition en acides gras très caractéristique : de 55 à 83 % d'acide oléique, 10 % d'acide linoléique et 13 % d'acide palmitique<sup>9</sup>. Elle contient également des sucres, des protéines, des pectines, de l'oleuropéine, des composés phénoliques, phytostérols, composés inorganiques, vitamines, etc., dont les proportions varient selon l'âge de l'olivier, le type de culture, le climat, de degré de maturité, la variété, etc.

## Besoins énergétiques et exercice

L'être humain parvient à satisfaire ses besoins d'énergie à travers l'alimentation pour couvrir ses nécessités vitales. Le **métabolisme de base** est l'énergie nécessaire pour maintenir les *fonctions* vitales dans un état de repos total (respiration, digestion, circulation sanguine, température corporelle, etc.) alors que la **dépense énergétique liée à l'activité physique** est l'énergie nécessaire pour réaliser tout autre type d'activité. La somme des deux constitue la **dépense énergétique totale**. Alors que le métabolisme de base varie très peu sur le plan quantitatif selon le sexe et l'âge des personnes en bonne santé durant leur vie, la dépense énergétique peut varier de manière considérable en fonction de l'activité physique réalisée à chaque moment. Le métabolisme basal des femmes (saines et de 60 kg) oscille entre 1 460 kcal/jour entre 20 et 30 ans et 1 170 kcal/jour lorsqu'elles sont âgées de plus de 65 ans. Chez les hommes (sains et de 72 kg), cette dépense peut varier entre 1 820 kcal/jour et 1 410 kcal/jour respectivement. À l'inverse, les besoins d'énergie pour compenser la dépense calorique varient fortement selon le type d'exercice : 3,7-4,2 kcal pour le yoga (240 kcal en une heure), 10-12 kcal/min pour la course à pied (660 kcal/h), 15-17 kcal/min pour le karaté (900 kcal/h)...

Ainsi, l'exercice physique exige une plus forte quantité d'énergie qui doit être apportée à travers l'**alimentation**. Aussi bien du point de vue de la dépense énergétique que celui de l'alimentation, il existe de grandes différences entre le sportif amateur et le sportif d'élite. Alors que pour le premier il suffit d'une alimentation équilibrée, qui ajuste les calories consommées à celles « dépensées », dans le second cas il sera nécessaire non seulement de compléter le régime alimentaire au niveau des quantités mais également de la qualité, avec des substances qui permettent une récupération plus effective et efficace de la dépense (suppléments) et des substances qui évitent le dommage tissulaire produit par le stress oxydant généré par l'effort (antioxydants).

## Sources d'énergie

Les nutriments qui composent notre alimentation sont les sources d'énergie de l'organisme en général et du muscle squelettique en particulier comme responsable final de l'activité physique. Parmi eux, les plus

importants sont les **graisses** et les **hydrates de carbone** qui, une fois ingérés et digérés, font l'objet d'une série de réactions biochimiques qui produisent des molécules d'énergie qui sont ensuite utilisées par les cellules.

Les trois voies fondamentales à travers lesquelles le muscle squelettique obtient l'énergie nécessaire pour se contracter sont : le système des phosphagènes, la glycolyse anaérobie et le système oxydatif<sup>10</sup>. Bien qu'aucun de ces systèmes ne participe exclusivement à chaque moment de l'exercice, le muscle puisera son énergie dans l'un ou l'autre selon l'activité (puissance/résistance), l'intensité et la durée de l'exercice.

## Les graisses, une source d'énergie fondamentale

Les lipides sont un élément fondamental du régime alimentaire de l'être humain et ils constituent l'une des sources les plus importantes pour le développement de toutes ses fonctions. Il s'agit d'un groupe de molécules naturelles très varié qui comprend des graisses, des cires, des stérols, des vitamines liposolubles, des phospholipides, etc. La principale fonction biologique des lipides est le stockage à long terme de l'énergie dans les tissus sous forme de triglycérides. Ils jouent également un rôle essentiel dans la formation des membranes cellulaires.

Les lipides issus de l'alimentation qui sont stockés dans l'organisme agissent comme une « réserve » d'énergie et sont particulièrement importants durant l'exercice à mesure que la durée de l'effort augmente. Une fois ingérés, les acides gras se déposent et sont stockés dans les cellules du tissu adipeux (adipocytes), les lipoprotéines circulantes et les triglycérides de la cellule musculaire, pour être utilisés lorsque cela est nécessaire. Lorsque l'activité physique se prolonge, on assiste à une augmentation de l'apport sanguin au tissu adipeux et à une augmentation de la lipolyse induite par certaines substances (catécholamines, hormone de croissance), facilitant ainsi la mobilisation des réserves d'acides gras et des sources d'énergie. Les réactions qui ont lieu successivement dans l'organisme produisent des molécules énergétiques appelées adénosine triphosphate (ATP). Chaque substance a un rendement énergétique différent, non seulement entre les nutriments de base (acides aminés, hydrates de carbone, lipides), mais également entre chacun des éléments de chaque groupe.

Le rendement énergétique de l'oxydation complète des acides gras est de 9 kcal/gr alors que celui des hydrates de carbone et des protéines est de 4 kcal/gr. Comparativement, 1 gramme de graisse pratiquement anhydre stocke 6 fois plus d'énergie qu'1 gramme de glycogène hydraté. Les réserves énergétiques d'un homme de 70 kg seraient composées de 100 000 kcal en triglycérides (graisses), 250 000 kcal en protéines, 600 kcal en glycogène et 40 kcal en glucose. Ceci explique pourquoi les réserves de glycogène et de glucose apporteraient seulement l'énergie suffisante pour maintenir les fonctions biologiques durant 24 heures et l'énergie nécessaire pour couvrir les besoins de l'activité physique au cours des premières minutes, car elles s'épuiseraient tout de suite. À l'inverse, les lipides apparaîtraient comme les « sources » de survie pendant plusieurs jours en cas d'absence d'aliment ou d'énergie en raison d'un exercice prolongé.

## Les acides gras saturés et monoinsaturés : caractéristiques et effets sur la santé

Les acides gras dérivent de l'union d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène organisés en une chaîne de carbone variable et d'un groupe carboxyle à une extrémité. Selon la présence ou non de doubles liens entre les molécules de carbone, les acides gras sont classés en saturés (ceux qui n'ont pas de double lien) et monoinsaturés (qui ont un double lien) et polyinsaturés (qui ont plus d'un double lien). Les acides gras essentiels (AGE) pour l'être humain (linoléique et  $\alpha$ -linoléique avec deux et trois doubles liens respectivement) ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme car les mammifères n'ont pas les enzymes nécessaires pour insérer des doubles liens dans les atomes de carbone au-delà du carbone 9. Les AGE ne peuvent et ne doivent donc provenir que de l'alimentation. À partir de ces acides gras essentiels, les autres acides gras plus insaturés et leurs produits métaboliques, dont l'organisme a besoin, peuvent être synthétisés. Les acides gras de chaîne plus longue et plus insaturés font l'objet d'un métabolisme enzymatique pour donner lieu à une grande variété de produits appelés éicosanoïdes, qui jouent un rôle essentiel dans la physiologie cellulaire, en contrôlant l'inflammation et le tonus des muscles lisses vasculaires (leucotriènes), en contrariant l'agrégation plaquettaire (prostacyclines) et en régulant la réponse immune (prostanoïdes), d'où l'importance des

AGE ou des acides gras insaturés pour la prévention des maladies cardiovasculaires.

La source principale d'acides gras essentiels se trouve dans les céréales, les fruits secs, le poisson gras, l'huile d'olive vierge et l'huile d'olive vierge extra. Il est donc évident qu'une alimentation riche en ces composants constitue une « source de santé » dont il convient de tenir compte pour être et rester en forme et en bonne santé.

## Le paradoxe de l'oxygène : les radicaux libres

Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, on savait déjà que la molécule d'oxygène, indispensable pour la vie, pouvait également être dommageable et responsable de lésions cellulaires, comme conséquence de la formation, dans des cas précis, de certaines substances lui étant associées : les radicaux libres (RL). Ce phénomène a plus tard été appelé « le paradoxe de l'oxygène ».

Les RL sont des molécules ou des fragments de molécules (atome ou groupe d'atomes) qui possèdent un ou plusieurs électrons dans leur enveloppe extérieure (Holmberg, 1984). La formation des RL est un phénomène très commun dans l'organisme : ils sont générés de manière constante dans des conditions physiologiques à partir de molécules différentes. Toutefois, ce sont les RL dérivés de la molécule d'oxygène qui se sont avérés exercer la plus grande influence dans les processus morbides de l'être humain comme le cancer. La toxicité de l'oxygène n'est pas due à la propre molécule mais à ses produits métaboliques hautement réactifs : l'anion superoxyde ( $O_2^-$ ), le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) et le radical hydroxyle ( $OH^\cdot$ )<sup>3</sup>.

Lorsque l'on fait du sport, la demande d'oxygène augmente proportionnellement à l'intensité de l'exercice. En conséquence, les métabolites intermédiaires du métabolisme énergétique augmentent également. La consommation d'oxygène peut augmenter de 10 à 15 fois, entraînant la production de plus grandes quantités de RL associés à l'oxygène<sup>11</sup>. Ces molécules étant instables, elles possèdent une forte capacité de production de réactions en chaîne avec des molécules adjacentes, ce qui donne lieu à de nouveaux RL qui font la même chose avec d'autres RL. Ces molécules réagissent avec les composants de l'organisme et peuvent même altérer leur fonction. Ainsi, si la réaction se produit avec des

acides nucléiques, elle pourrait endommager le matériel génétique et être à l'origine de certaines maladies néoplasiques comme le cancer du colon. Si la réaction se produit avec des protéines (oxydation protéique) et des lipides (peroxydation lipidique) des parois cellulaires, elle peut entraîner le vieillissement, voire la mort prématurée des cellules. Plusieurs auteurs ont démontré l'existence d'un dommage cellulaire par stress oxydant après une session exténuante d'exercice<sup>12,13</sup>.

Lorsque l'on fait du sport de manière habituelle, l'organisme s'adapte pour augmenter la distribution et l'activité d'autres substances qui évitent le dommage cellulaire en bloquant les RL. Lorsque l'exercice est réalisé à une forte intensité, ces systèmes sont débordés, ce qui provoque le dommage cellulaire. C'est là que le rôle des antioxydants est particulièrement important. Comme nous le verrons, ils constituent la « réponse » induite (exogène) ou intrinsèque (endogène) de l'organisme pour faire face au dommage causé par les radicaux libres.

## Les antioxydants endogènes ou exogènes : l'importance de l'alimentation

L'organisme possède un système d'élimination des RL afin d'éviter le dommage qu'ils produisent. Ils sont ainsi « lavés » par d'autres molécules qui les stabilisent pour qu'ils cessent d'être nocifs : ce sont les antioxydants.

Les antioxydants sont endogènes lorsqu'ils sont fabriqués par la propre cellule (glutathion, coenzyme Q, acide thiocétique, enzymes superoxyde dismutase, catalase et système glutathion-peroxydase) et exogènes lorsqu'ils sont introduits dans l'organisme par l'intermédiaire de l'alimentation ou de suppléments (vitamines E et C, carotènes et flavonoïdes)<sup>14,15</sup>. Le système glutathion-peroxydase est considéré comme l'axe de la défense antioxydante de l'organisme et les tocophérols (vitamines E) présents dans la membrane cellulaire évitent les dégâts sur la paroi cellulaire en réagissant avec les RL. Bien que chaque antioxydant possède une plus grande affinité envers un RL donné, ils peuvent réaliser leur fonction face à différents types de RL, agissant en plus dans les différents processus au cours desquels ils apparaissent.

L'huile d'olive vierge et l'huile d'olive vierge extra possèdent une grande quantité d'antioxydants naturels

et parmi eux, de polyphénols et d'alpha-tocophérols. Les premiers sont des substances chimiques présentes dans certaines plantes et aliments. L'huile d'olive est la seule matière grasse qui possède ces antioxydants. Les alpha-tocophérols sont liés à la vitamine E, l'un des micronutriments essentiels à la santé humaine.

## La vitamine E : un puissant antioxydant

C'est à Evans que revient le choix en 1925 de la lettre « E » pour nommer une substance ayant une capacité « vitaminique » succédant dans l'alphabet à la vitamine D découverte peu de temps avant, en 1922, par Elmer McCollum. Quelques années plus tard, Emerson parviendra à isoler et à purifier ce facteur E et lui donnera le nom de *tocophérol*, dont l'étymologie provient du substantif grec *tokos* (naissance, car il avait observé les propriétés anti-abortives de cette vitamine sur les souris), et du verbe *pherein* (manifester, porter à la lumière), le suffixe « ol » indiquant sa nature alcoolique<sup>16</sup>. Le terme général « vitamine E » s'utilise pour désigner un groupe de huit espèces naturelles de tocophérols et de tocotriénols ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ). C'est l'une des vitamines dénommées liposolubles. L'alpha-tocophérol est la seule forme ayant une activité vitaminique pour l'être humain. C'est un composé essentiel, c'est-à-dire qu'il ne se synthétise pas dans l'organisme, et ne peut donc être apporté qu'à travers l'alimentation, ce qui le rend particulièrement intéressant pour le thème qui nous concerne, l'huile d'olive - et plus précisément l'huile d'olive vierge extra. La bile et certaines enzymes lipolitiques du pancréas et de la muqueuse intestinale sont nécessaires pour l'absorption de l'alpha-tocophérol par l'organisme. On le trouve principalement dans les huiles végétales (huile d'olive, huile d'olive vierge et huile d'olive vierge extra), les céréales intégrales, les fruits secs, la viande, etc. Aucune étude n'a fixé les besoins quotidiens exacts de vitamine E pour l'être humain car ceux-ci dépendent de l'âge, du sexe, de l'état de santé, etc. Alors que les effets négatifs de sa consommation excessive sous forme de suppléments ont été décrits (toxicité hémorragique), aucun cas n'a été signalé dans le cas d'une consommation alimentaire normale. S'agissant d'une vitamine liposoluble, elle peut se stocker dans le tissu adipeux et le foie, d'où le risque des suppléments vitaminiques sans contrôle. De récentes études<sup>17,18,19</sup> ont montré que des quantités supérieures aux recommandations pouvaient être associées à une diminution du risque cardiovasculaire mais

on ne dispose pas encore de résultats suffisants quant à la quantité adéquate ou la population cible.

Une chose est sûre, c'est que la vitamine E est essentielle pour le fonctionnement cellulaire normal, aussi bien au repos que durant l'exercice. Davies *et al.* (1982) ont montré une augmentation des RL dans les tissus d'une personne présentant une carence en vitamine E similaire au niveau de personnes saines réalisant une activité sportive. Il existe plusieurs théories concernant la fonction de la vitamine E dans l'organisme. La plus acceptée est que s'agissant d'un antioxydant lipophile, on le trouve sur la membrane cellulaire dont il protège les lipides de la peroxydation par les RL à travers la neutralisation de l'anion superoxyde, la capture des RL hydroxyles et des anions superoxydes et l'interruption de la réaction en chaîne, généralement par la donation d'un hydrogène au radical peroxyde, générant ainsi des complexes stables.

## Les bienfaits de l'huile d'olive vierge et de l'huile d'olive vierge extra

L'huile d'olive vierge extra présente une composition en acides gras très caractéristique : elle contient 55-83 % d'acide oléique, 10 % d'acide linoléique et 13 % d'acide palmitique, bien que ces chiffres puissent varier en fonction de facteurs comme l'âge de l'olivier, le type de terrain, le climat, etc. L'acide oléique (acide 9-octadécénoïque) est un acide gras qui contient 18 atomes de carbone et une double liaison, alors que l'acide linoléique (acide 9,12-octadécénoïque) est un acide gras qui contient 18 atomes de carbone et deux doubles liaisons. La proportion entre les graisses insaturées et les graisses saturées est de 4,6, d'où son intérêt par rapport aux maladies cardiovasculaires liées au cholestérol. Dans la fraction insaponifiable de l'huile d'olive vierge extra, c'est-à-dire celle qui n'est pas composée d'acides gras et qui représente 2 % du poids de l'huile, se trouve l'alpha-tocophérol, la forme la plus active de la vitamine E, qui, dans des conditions normales d'obtention et de manipulation, n'est pas affecté. Au contraire, dans des conditions de traitement non adéquates et lorsque l'huile est chauffée, l'alpha-tocophérol est détruit. Une consommation quotidienne de 25 g d'huile d'olive vierge extra apporte 25 % de la vitamine E recommandée pour l'homme et 62 % pour la femme (Mataix, 2001). On considère que l'huile d'olive vierge extra contient environ 12 mg/100 g de vitamine E<sup>20</sup>.

Dans des conditions optimales, son absorption dans la première partie de l'intestin grêle est relativement faible, de l'ordre de 20 à 40 % du total consommé, grâce aux lipases et aux sels biliaires.

Certaines recherches<sup>21,22,23</sup> ont montré que les antioxydants du fruit diminuaient avec la maturation, ce qui explique la tendance à une récolte plus précoce pour augmenter la teneur en ces composés. De même, la manipulation et le raffinage de l'huile, en plus d'altérer sa composition, son goût et sa valeur nutritionnelle et biologique, peut également entraîner des pertes considérables de vitamine E.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Kayashima S., Ohno H., Fujioka T., Taniguchi N., Nagata N. "Leucocytosis as a marker of organ damage induced by chronic strenuous physical exercise" *Eur. J. Appl. Physiol.* (1995) 70: 413-420.
2. Viguie C., Balz F., Shigenaga M., Ames B., Packer L., Brooks G. "Antioxidant status and indexes of oxidative stress during consecutive days of exercise". *J. Appl. Physiol.* 75 (2):566-572, 1993.
3. P. Mena, M. Maynar, J.M. Gutierrez, J. Maynar, J. Timon, J.E. Campillo. "Erythrocyte free radical scavenger enzymes in bicycle professional racers. Adaptation to training". *Int. J. Sports Med.*, Vol. 12, No 6, pp: 563-566, 1991.
4. Kozar R., Mc Keone B., Pownall H. "Free radical-induced alterations in endothelial cell function". *Journal of Surgical Research* 56, 32-36 (1994).
5. Buil M., Sartí M., Ferrero J. "Free radical and oxidant stress in physical exercise". *Archivos de Medicina del Deporte*, Volumen XII No 49, pp 347-352, 1995.
6. Boraita Pérez A. El ejercicio como la piedra angular de la prevención cardiovascular. *Rev. Esp. Cardiol.* 2008 May; 61 (5): 514-28.
7. Romero C., Villalvilla S., Cabanillas E., Laguna M., Aznar S. "Achievement of physical activity healthy guidelines in hypertensive adults". *Nutr. Hosp.* Jan. 1; 31(1):415-420, 2014
8. Prieto J., Del Valle M., Nistal P, Méndez D., Abelairas-Gómez C., Barcala-Furelos R. "Impact of exercise on the body composition and aerobic capacity of elderly with obesity through three models of intervention". *Nutr. Hosp.* Dec. 17; 31(3):1217-1224, 2014
9. Benito Peinado P.J. Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte. UNED 2013. ISBN: 978-84-362-6706-8.

10. López Chicharro, J. Fisiología del ejercicio. Editorial Panamericana. 1995. ISBN: 84-7903-279-0
11. Jenkins R. "Free Radical Chemistry. Relationship to Exercise". *Sports Medicine* 5: 156-170, 1998.
12. Sastre J., Asensi M., Gasco E., Pallardo F., Ferrero J.A., Furukawa T., Viña J.: "Exhaustive physical exercise causes oxidation of glutathione status in blood: prevention by antioxidant administration". *Am. J. Physiol.* 263. R992-5, 1992.
13. Witt E.: "Exercise, oxidative damage and effects of antioxidant manipulation". *J. Nutr.* 122, 766-773, 1992.
14. Kanter M., Nolte L., Holloszy J. "Effects of an antioxidant vitamin mixture on lipid peroxidation at rest and post exercise." *J. Appl. Physiol.* 74(2): 965-969, 1993.
15. Ji L.L., Fu R. "Responses of glutathione system and antioxidant enzymes to exhaustive exercise and hydroperoxide". *J. Appl. Physiol.* 72 (2): 549-554, 1992.
16. Sayago A., Marín M.I., Aparicio R., Morales M.T. "Vitamina E y aceites vegetales". *Grasas y aceites*, 58 (1), 74-86, 2007.
17. Vargas-Robles H., Rios A., Arellano-Mendoza M., Escalante B.A., Schnoor M. Antioxidative diet supplementation reverses high-fat diet-induced increases of cardiovascular risk factors in mice. *Oxid. Med. Cell Longev.* Apr. 1.:467-471,2015.
18. Siti HN., Kamisah Y., Kamsiah J. "The role of oxidative stress, antioxidants and vascular inflammation in cardiovascular disease (a review)". *Vascul. Pharmacol. Apr.* 11(15). pp: S1537-1891.
19. Loffredo L., Perri L., Di Castelnuovo A., Lacovello L., De Gaetano G., Violi F. "Supplementation with vitamin E alone is associated with reduced myocardial infarction: A meta-analysis". *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. Apr.* 25(4):354-363, 2015.
20. Alimentos funcionales. Aproximación a una nueva alimentación. Instituto de Nutrición y Trastornos de la Alimentación INUTCAM. ISB: 978-84-690-9493-8.
21. Gimeno E. *et al.* "The effects of harvest and extraction method on antioxidants content in virgin olive oil". *Food Chem.* 78, 207-211, 2002a.
22. Angerosa F., Di Giovacchino L. "Antioxidantes naturales de aceite de oliva virgen obtenido por decantadores centrífugos de dos y tres fases". *Grasas y aceites* 47 (4), 247-254, 1996.
23. Almirante R., Cini E., Montel G. "Influencia del batido y de los parámetros de extracción en la calidad del aceite de oliva virgen". *Grasas y aceites* 53 (3-4) 198-201, 2001.

# L'huile d'olive vierge contre le vieillissement

**Dr María Elisa Calle Purón<sup>1</sup>, Blanca Valero de Bernabé<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Docteur en médecine et chirurgie. Professeur titulaire de médecine préventive et de santé publique. Faculté de médecine de l'Université Complutense de Madrid  
E-mail: mcalle@ucm.es

<sup>2</sup> Diplômée en nutrition humaine et diététique. Consultante pour Nutrasalus - Madrid

## Résumé

L'un des nombreux bienfaits de l'huile d'olive vierge sur la santé est qu'elle contribue à ralentir le processus de vieillissement. Certains composés de l'huile d'olive vierge agissent sur l'appareil circulatoire et préviennent l'athérosclérose et les maladies cardiovasculaires. Un régime alimentaire riche en huile d'olive vierge est associé à la diminution du cholestérol total et du cholestérol LDL, à la prévention de l'oxydation de ces lipoprotéines et à l'augmentation du cholestérol HDL.

Grâce à sa composition, l'huile d'olive vierge agit également sur le système endocrinien : elle améliore le contrôle du sucre dans le sang et augmente la sensibilité à l'insuline.

Au niveau du système nerveux, la consommation d'huile d'olive prévient la perte de mémoire et la faiblesse mentale et maintient les fonctions cognitives chez les sujets sains d'âge avancé, ce qui semble être lié au rôle de l'acide oléique dans la conservation de l'intégrité structurelle des membranes neuronales.

De même, l'huile d'olive stimule la croissance du tissu osseux et favorise l'absorption du calcium et la minéralisation.

Enfin, elle protège et tonifie la peau grâce à l'effet antioxydant – anti-âge – de la vitamine E.

## Mots clés

Huile d'olive vierge, polyphénols, antioxydation, inflammation, vieillissement, radicaux libres.

## Abstract

One of the numerous health benefits of virgin olive oil is that it slows down ageing. Among its nutritional assets, it helps to prevent atherosclerosis and cardiovascular diseases through its effect on the circulatory system. A diet rich in virgin olive oil lowers total and LDL cholesterol, prevents LDL oxidation and raises HDL cholesterol.

In addition, thanks to its composition, virgin olive oil affects the endocrine system by improving blood glucose control and enhancing insulin sensitivity.

It acts on the nervous system by preventing memory loss and mental weakness and maintaining cognitive function in healthy, elderly subjects. This appears to be related to the role played by oleic acid in maintaining the structural integrity of the neuronal membranes.

Virgin olive oil stimulates bone tissue growth and encourages calcium absorption and mineralisation.

It also protects and tones the skin due to the antioxidant, anti-ageing effect of vitamin E.

### Key words

Virgin olive oil; polyphenols; antioxidation; inflammation; ageing; free radicals.

## Vieillessement : radicaux libres

Le vieillissement est un processus dynamique associé à l'âge mais également à d'autres causes de nature diverse – pas seulement génétique –, comme la capacité de réponse des cellules aux lésions externes au processus de respiration cellulaire. L'oxydation des tissus, qui résulte de réactions chimiques provoquées par des espèces réactives d'oxygène, notamment les ions d'oxygène, les peroxydes et les radicaux libres, est l'un des facteurs du vieillissement qui a été le plus étudié.

Les radicaux libres sont des atomes ou molécules très instables qui possèdent un électron non apparié. L'organisme humain est le théâtre de réactions continues, provoquées par l'oxygène, qui donnent lieu à la formation de radicaux libres.

Le corps humain est doté d'un réseau complexe de métabolites et d'enzymes antioxydants pour prévenir le dommage oxydatif potentiel des cellules. Toutefois, à long terme, l'évolution des acides nucléiques, des enzymes et des acides gras polyinsaturés, qui constituent les lipides des membranes cellulaires, entraîne le vieillissement et la mort cellulaire.

Le corps humain est composé de molécules, ensembles d'atomes appariés. C'est cette caractéristique qui fait que les molécules sont stables. Les membranes des cellules sont notamment composées d'acides gras. Certains sont peu stables, plus enclins à l'oxydation et plus sensibles à l'action des radicaux libres. En agissant sur les lipides des membranes, l'oxydation entraîne la destruction de la cellule. Les radicaux libres peuvent nuire à n'importe quelle cellule de l'organisme et aux tissus. Leurs effets sont variés et généralisés. Les structures les plus sensibles à ces effets sont les tissus nerveux et le cerveau dont le système contient une très grande quantité d'acides gras polyinsaturés ; le système cardiovasculaire, car l'oxydation du « mauvais » cholestérol est impliquée dans l'apparition de l'athérosclérose (l'oxydation des LDL consiste principalement en l'oxydation des acides gras

insaturés et estérifiés avec les molécules de cholestérol) ; les tissus osseux et conjonctif, car l'oxydation du collagène et de l'élastine favorise l'usure des articulations et la perte de la masse osseuse ; et la peau, dont l'élasticité dépend en partie du collagène et de l'élastine (la détérioration de ces protéines entraîne l'amincissement de l'épiderme et l'apparition des rides).

Agir sur les antioxydants et sur les mécanismes régulateurs du stress oxydant qui permettent d'interrompre la chaîne de réaction de l'oxydation est le moyen le plus efficace de lutter contre les radicaux libres. Tant que des quantités suffisantes d'antioxydants sont disponibles et que les mécanismes de défense face au stress oxydant fonctionnent correctement, il est possible de freiner la détérioration cellulaire provoquée par les radicaux libres. L'huile d'olive vierge, et en particulier l'huile d'olive vierge extra, contient une multitude de composés antioxydants qui peuvent jouer un rôle protecteur important contre le vieillissement. Le bêta-carotène, caractérisé par l'activité antioxydante de la vitamine A, la vitamine E et d'autres composés phénoliques sont quelques exemples de ces composés (1).

L'huile d'olive vierge et l'huile d'olive vierge extra sont riches en acide oléique, un acide gras monoinsaturé oméga-9 qui protège les vaisseaux sanguins et réduit le risque de souffrir de maladies cardiovasculaires. L'acide oléique agit également sur le métabolisme des lipides. L'huile d'olive vierge et l'huile d'olive vierge extra contiennent plus de trente composés phénoliques - essentiellement l'oleuropéine, l'hydrotyrosol et le tyrosol. Ces composés sont des antioxydants qui permettent d'éliminer les radicaux libres. L'hydroxytyrosol est d'ailleurs l'un des antioxydants les plus efficaces et puissants que l'on connaisse. Vissers *et al.* (2) ont analysé les effets des composés phénoliques de l'huile d'olive vierge sur les biomarqueurs d'oxydation cellulaire sur des humains et des animaux et ils ont observé que 50 g d'huile d'olive vierge, soit trois cuillérées à soupe, fournissaient 2 mg d'hydroxytyrosol

Les effets antioxydants de l'huile d'olive vierge sont dus au contenu en acide oléique et à la présence des composants minoritaires cités (3).

## Activité anti-inflammatoire

Les polyphénols et les composés phénoliques de l'huile d'olive vierge ont également des propriétés anti-inflammatoires : 10 g de ces huiles contiennent

presque 5 mg de polyphénols (4). L'hydroxytyrosol et l'oléocanthal inhibent la cyclo-oxygénase, l'enzyme qui permet la formation de prostaglandines, tandis que l'oleuropéine bloque l'oxydation des lipoprotéines de faible densité associées au cholestérol.

Certains micronutriments de l'huile d'olive vierge pourraient également modifier l'expression de certains gènes, notamment en empêchant la transcription des gènes qui codifient les protéines directement liées à la réponse inflammatoire. Une étude publiée en 2010 par Camargo *et al.* (5) montrait à ce titre que la consommation d'huile d'olive vierge contrariait l'activité des gènes impliqués dans l'apparition de la dyslipidémie et du diabète de type 2 et atténuait le processus d'inflammation des tissus. Dans une étude publiée récemment, les mêmes auteurs observent que la consommation d'huile d'olive vierge réduit le risque et renforce le profil antioxydant de l'endothélium vasculaire (6). Par rapport à d'autres graisses, l'huile d'olive vierge réduit de manière significative certains marqueurs de l'inflammation et augmente les niveaux plasmatiques des apolipoprotéines A-1, ce qui freine les changements cellulaires associés au vieillissement (7) en agissant sur l'endothélium vasculaire (paroi interne des vaisseaux sanguins).

L'une des caractéristiques du vieillissement est qu'il est associé à un certain niveau d'inflammation liée à la détérioration et au handicap chez les personnes âgées (8), qui affecte non seulement le système nerveux, les vaisseaux sanguins ou le tissu squelettique mais également le système immunitaire (9).

La vitamine E, présente dans l'huile d'olive vierge, agit au niveau cellulaire sur le cytoplasme et le noyau de la cellule, en modifiant l'expression de certains gènes responsables de la réponse inflammatoire et de la réponse immunitaire (10).

## Effet sur le système vasculaire associé au vieillissement, athérosclérose

Différentes études ont montré qu'un régime alimentaire riche en huile d'olive vierge permettait d'atténuer la tendance à l'agrégation plaquettaire (11) et de diminuer les niveaux plasmatiques de facteurs de coagulation comme le thromboxane A2 ou le facteur Von Willebrand (FVW). Ce facteur est une glycoprotéine qui intervient au moment initial de l'hémostase. Sa fonc-

tion est, avec la fribronectine, de favoriser l'adhésion des plaquettes à la surface d'un endothélium endomagé. Le FVW protège également contre le facteur VIII de la coagulation.

La consommation régulière d'huile d'olive vierge augmente l'activité fibrinolytique, réduisant ainsi le risque de thrombose.

Des études menées sur des personnes âgées de plus de 65 ans consommant habituellement de l'huile d'olive vierge comme principale source de matière grasse dans leur alimentation ont permis de démontrer le lien entre la consommation d'huile d'olive vierge et la réduction, jusqu'à 40 %, du risque d'ictus par rapport à des personnes qui n'en consommaient jamais (12). L'étude PREDIMED (13), réalisée sur une grande cohorte d'individus présentant un risque cardiovasculaire, a montré que les patients soumis durant un an à un régime riche en huile d'olive vierge avaient vu leur tension systolique et diastolique diminuer. Cet effet s'est avéré être lié à l'augmentation de l'oxyde nitrique et de l'excrétion urinaire des polyphénols issus de l'alimentation. L'oxyde nitrique permet le relâchement de la paroi artérielle et est essentiel pour réguler la tension artérielle. Les polyphénols protégeraient le système cardiovasculaire, non seulement en améliorant les niveaux de cholestérol dans le sang et en évitant l'oxydation du cholestérol LDL mais également en permettant le relâchement de la paroi artérielle et en diminuant la tension vasculaire. L'étude PREDIMED a également permis d'observer une diminution de la mortalité globale et de celle associée aux maladies cardiovasculaires (14). Pour chaque dose de 10 g d'huile d'olive vierge, la mortalité totale diminuait de 7 % et la mortalité cardiovasculaire de 10 %.

## Effets de l'huile d'olive sur la démence et sur la maladie d'Alzheimer

Les études les plus récentes (15) indiquent que l'huile d'olive vierge protège de la détérioration cellulaire caractéristique de l'âge en réduisant le processus de vieillissement de la peau et le risque d'ostéoporose et même de la maladie d'Alzheimer.

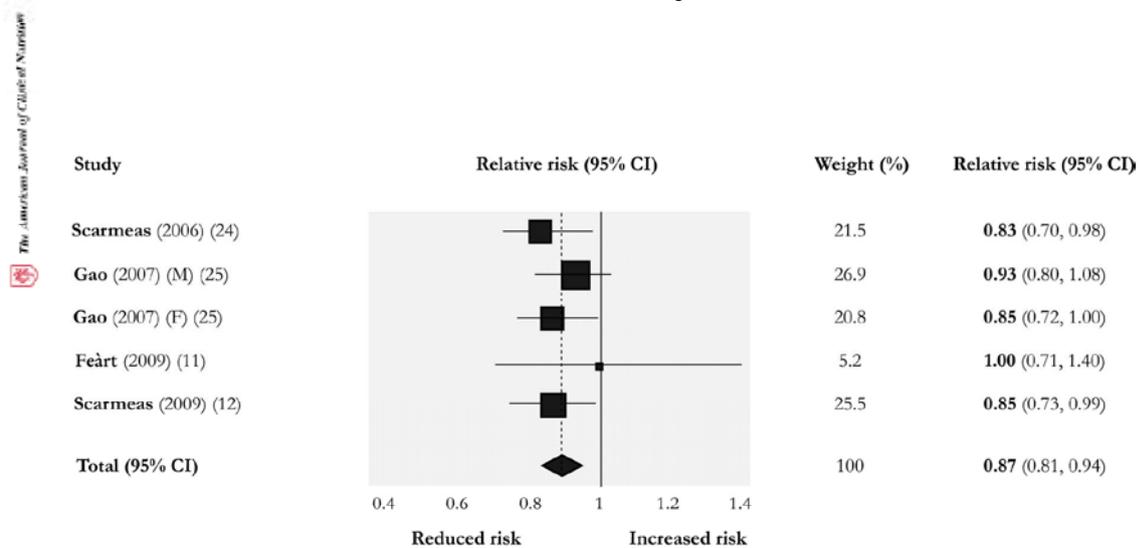
À ce titre, l'oléocanthal (un composant exclusif de l'huile d'olive vierge lié de manière structurelle à l'oleuropéine, probablement à l'origine de certaines caractéristiques organoleptiques de cette huile) ralentit l'accumulation de la bêta-amyloïde au niveau cérébral. La présence de cette

peptide diminue car l'activité des enzymes responsables de sa dégradation augmente (15). Quant à l'oleuropéine, elle aurait un impact sur la toxicité de cette amyloïde. L'étude PREDIMED a également montré que les individus qui consommaient plus d'huile d'olive vierge avaient une plus grande capacité cognitive, d'apprentissage et de mémoire et que l'incidence de la démence était moindre.

Dans une révision de l'année 2006 (16), Sofi *et al.*, ont observé la relation inversement proportionnelle entre le suivi d'un régime alimentaire dont la principale source de matière grasse était l'huile d'olive vierge et le

risque de maladies neurodégénératives (Figure 1). Les polyphénols et l'acide oléique de l'huile d'olive vierge agissent sur les sucres (glucose) dans les cellules liées à l'activité des hormones et des neurotransmetteurs. Il s'agit des molécules chargées de transmettre l'information au système nerveux. Les principaux neurotransmetteurs affectés par l'oxydation sont l'acide gamma-aminobutyrique (GABA), acide lié à la mémoire et à l'apprentissage ; la sérotonine, le précurseur de la mélatonine ; l'adrénaline ; la noradrénaline ; l'acétylcholine et la dopamine, dont l'insuffisance provoque la maladie de Parkinson (17).

Graphique en forêt de la relation entre une augmentation de 2 points du taux d'adhésion au régime alimentaire méditerranéen et le risque d'incidence de maladies neurodégénératives



Francesco Sofi *et al.* Am J Clin Nutr 2010;92:1189-1196

©2010 by American Society for Nutrition

D'autre part, un certain degré d'inflammation du système nerveux central (SNC) lié à l'activation de la production de la microglie et à la production des cytokines, comme le facteur alfa de nécrose tumorale (TNF $\alpha$ ) et l'interleukine-6 (IL-6), est associé à l'apparition de symptômes neuropsychiatriques chez les personnes d'âge avancé (18). L'étude de Berr (19) avait déjà permis d'observer que les personnes qui consommaient des quantités importantes d'huile d'olive vierge souffraient moins de déclin cognitif et avaient une meilleure mémoire visuelle que les personnes qui n'en consommaient jamais. Ces observations sont un exemple du rôle que joue l'huile d'olive vierge dans la prévention de la démence vasculaire.

## Effets de l'huile d'olive sur le système musculaire et squelettique

La consommation d'huile d'olive vierge est également associée à la diminution du risque d'ostéoporose : elle réduit la déminéralisation osseuse en aidant les os à capter le calcium à travers l'ostéocalcine (20)

L'huile d'olive vierge permet aussi d'améliorer la fonctionnalité du muscle squelettique liée au stress oxydant dû à l'âge (21). L'hydroxytyrosol maintient les capacités de fonctionnement des muscles dont la fonc-

tionnalité diminue avec l'âge en raison du stress oxydant. La teneur élevée en acide oléique de l'huile d'olive prévient la perte de calcium dans les os due au vieillissement. Des études menées par Laval-Jeantet (22) montraient dès 1976 la relation positive entre la consommation d'huile d'olive vierge et la minéralisation osseuse. Ce même résultat a été vérifié dans le cadre d'études expérimentales (23) et observationnelles (24). Après un suivi de deux ans, les individus qui avaient adopté un régime alimentaire riche en huile d'olive vierge avaient une plus grande concentration d'ostéocalcine en sérum (une hormone produite dans les cellules des os, qui contribue à l'assimilation du calcium par les os) et de procollagène, un précurseur du collagène dont l'effet protecteur contre la déminéralisation osseuse et l'ostéoporose est connu. En outre, l'acide oléique monoinsaturé aide les mitochondries des cellules à assurer le remplacement adéquat du système osseux en freinant la perte osseuse associée à l'âge (25).

## Le rôle protecteur de l'huile d'olive sur le vieillissement cutané

L'huile d'olive est utilisée depuis des siècles dans la fabrication des cosmétiques. Comme c'est une source importante de vitamine E, nécessaire au maintien de l'élasticité cutanée, elle est fréquemment utilisée en application externe pour améliorer et entretenir l'élasticité des cheveux. Ils sont moins secs et se cassent moins facilement.

Le vieillissement cutané est dû à des facteurs inhérents à l'individu mais également à des facteurs externes, notamment la radiation solaire ultraviolette responsable de l'apparition des taches cutanées et des rides et de la perte d'élasticité. Avec l'âge, l'activité enzymatique de la peau diminue et change. Le collagène – molécule protéinique primordiale dans la constitution du derme et du cartilage – est la principale fibre de soutien de la peau. Avec l'âge, sa structure se modifie : le tissu de support de la peau et la cohésion entre le derme et l'épiderme s'affaiblissent et la peau finit par perdre de sa tonicité et de sa fermeté.

Les radicaux libres contribuent au vieillissement car ils vont chercher l'électron qui leur manque dans les cellules du tissu connectif, en particulier dans le collagène.

Durant le vieillissement, cette molécule se désorganise progressivement, ce qui entraîne une plus grande rigidité et rend la récupération du tissu endommagé suite aux différentes agressions plus difficile. Cette dégradation de la fonctionnalité du collagène peut provoquer une perte d'élasticité, entraînant ainsi l'apparition des rides et la déshydratation de la peau caractéristiques de la vieillesse. À cet égard, plusieurs études ont montré que la consommation d'acides gras monoinsaturés provenant des végétaux et en particulier de l'huile d'olive permettait de ralentir le processus de vieillissement cellulaire.

Dans une étude portant sur 1 264 femmes et 1 677 hommes âgés de 45 à 60 ans, Latreille (26) a observé une réduction des signes de vieillissement cutané (moindre incidence de photovieillissement, des rides et du dessèchement de la peau) sur les individus qui avaient consommé de plus grandes quantités d'huile d'olive. Certains acides gras présents dans l'olive étaient capables de restaurer les enzymes antioxydantes des cellules productrices de kératine et les fibroblastes de la peau (27) ; les cellules qui produisent l'élastine, un composé essentiel du derme qui lui apporte fermeté et élasticité. C'est pour cette capacité de l'huile d'olive vierge et des dérivés de l'olive qu'elle est largement utilisée en cosmétique, car elle améliore non seulement l'aspect de la peau mais elle peut également freiner l'apparition des taches cutanées associées au vieillissement et provoquées par le soleil. Parmi les polyphénols, l'hydroxytyrosol – un composé spécifique de l'olivier (présent dans les feuilles de l'arbre et dans l'huile d'olive vierge extra, qui disparaît dans les processus de raffinage) – montre des propriétés notables de dépigmentation de la peau. Il inhibe l'accumulation incontrôlée de la mélanine (taches cutanées) en agissant sur les mélanocytes, les cellules qui la produisent.

## Effet de l'huile d'olive sur l'espérance de vie

Les résultats de plusieurs études (28-30) menées sur différentes populations montrent que la consommation d'huile d'olive vierge est liée à une moindre incidence de mortalité chez les personnes âgées, due à son apport en acide oléique et en acides gras monoinsaturés. Cette diminution de la mortalité globale est également associée à un niveau supérieur de caroténoïdes dans le sang et à l'augmentation de la teneur en tocophérol et en

vitamine E. L'huile d'olive apporte de nombreuses vitamines : la A (qui renforce les défenses de l'organisme), la D (propriétés antirachitiques), la E (pouvoir antioxydant sur les membranes cellulaires) et la K (antihémorragique).

En revanche, aucun effet négatif sur la santé n'a été observé du fait de la consommation d'huile d'olive même si, comme toutes les matières grasses, son apport calorique est élevé (9 calories par gramme), ce qui fait que sa consommation doit être modérée (maximum 4 cuillérées par jour), tout en étant constante.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Tuck KL, Hayball PJ. Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *J Nutr Biochem* 13: 636-644, 2002
2. Vissers MN, Zock PL, Katan MB. Bioavailability and antioxidant effects of olive oil phenols in humans: a review. *Eur J Clin Nutr* 58: 955-965 2004
3. Wahle KW, Caruso D, Ochoa JJ, Quiles JL. Olive oil and modulation of cell signaling in disease prevention. *Lipids*.2004; 39:1223-31.
4. Psaltopoulou T, Naska A, Orfanos P, Trichopoulos D, Mountokalakis T, Trichopoulou A. Olive oil, the Mediterranean diet, and arterial blood pressure: the Greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80:1012-1018.
5. Camargo A, Ruano J, Fernandez JM, Parnell LD, Jiménez A, Santos-Gonzalez M *et al*. Gene expression changes in mononuclear cells in patients with metabolic syndrome after acute intake of phenol-rich virgin olive oil. *BMC Genomics* 2010; 11:253.
6. Meza-Miranda ER, Rangel-Zúñiga OA, Marín C, Pérez-Martínez P, Delgado-Lista J, Haro C *et al*. Virgin olive oil rich in phenolic compounds modulates the expression of atherosclerosis-related genes in vascular endothelium. *Eur J Nutr* 2015
7. Rietjens SJ, Bast A, de Vente J, Haenen GR. The olive oil antioxidant hydroxytyrosol efficiently protects against the oxidative stress-induced impairment of the NObullet response of isolated rat aorta. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2007; 292:H1931
8. Santoro A, Pini E, Scurti M, Palmas G, Berendsen A, Brzozowska A, Pietruszka B, Szczecinska A, Cano N, Meunier N, de Groot CP, Feskens E, Fairweather-Tait S, Salvioli S, Capri M, Brigidi P, Franceschi C; NU-AGE Consortium. Combating inflammaging through a Mediterranean whole diet approach: the NU-AGE project's conceptual framework and design. *Mech Ageing Dev* 2014; 136:3-13
9. Cevenini E, Monti D, Franceschi C. Inflammaging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2013; 16:14-20.
10. Mocchegiani E, Costarelli L, Giacconi R, Malavolta M, Basso A, Piacenza F *et al*. Vitamin E-gene interactions in aging and inflammatory age-related diseases: implications for treatment. A systematic review. *Ageing Res Rev* 2014; 14:81-101.
11. Lopez-Miranda J, Delgado-Lista J, Perez-Martinez P, Jimenez-Gómez Y, Fuentes F, Ruano J, Marin C. Olive oil and the haemostatic system. *Mol Nutr Food Res* 2007 ;51:1249-59.
12. Fuentes F, López-Miranda J, Pérez-Martínez P, Jiménez Y, Marín C, Gómez P, Fernández JM *et al*. Chronic effects of a high-fat diet enriched with virgin olive oil and a low-fat diet enriched with alpha-linolenic acid on postprandial endothelial function in healthy men. *Br J Nutr* 2008; 100:159-6.
13. Medina-Remón A, Tresserra-Rimbau A, Pons A, Tur JA, Martorell M, Ros E, Buil-Cosiales P, *et al*. Effects of total dietary polyphenols on plasma nitric oxide and blood pressure in a high cardiovascular risk cohort. The PREDIMED randomized trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015; 25:60-7.
14. Guasch-Ferré M, Hu FB, Martínez-González MA, Fitó M, Bulló M, Estruch R, Ros E, Corella D *et al*. Olive oil intake and risk of cardiovascular disease and mortality in the PREDIMED Study. *BMC Med* 2014; 12:78.
15. Abuznait AH, Qosa H, Busnena BA, El Sayed KA, Kaddoumi A. Olive-oil-derived oleocanthal enhances beta-amyloid clearance as a potential neuroprotective mechanism against Alzheimer's disease: in vitro and in vivo studies. *ACS Chem Neurosci* 2013;4:973-82.
16. Sofi F, Abbate R, Gensini GF, Casini A. Accruing evidence on benefits of adherence to the Mediterranean diet on health: an updated systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2010; 92:1189-9
17. Capuron L, Schroeksnadel S, Féart C, Aubert A, Higuieret D, Barberger-Gateau P, Layé S, Fuchs D. Chronic low-grade inflammation in elderly persons is associated with altered tryptophan and tyrosine metabolism: role in neuropsychiatric symptoms. *Biol Psychiatry* 2011 Jul 15; 70:175-82
18. Samieri C, Féart C, Proust-Lima C, Peuchant E, Tzourio C, Stapf C, Berr C, Barberger-Gateau P. Olive oil consumption, plasma oleic acid, and stroke

- incidence: the Three-City Study. *Neurology* 2011; 77:418-25.
19. Berr C, Portet F, Carriere I, Akbaraly TN, Feart C, Gourlet V *et al.* Olive oil and cognition: results from the three-city study. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2009; 28:357-64.
  20. Hagiwara K, Goto T, Araki M, Miyazaki H, Hagiwara H. Olive polyphenol hydroxytyrosol prevents bone loss. *Eur. J. Pharmacol* 2011; 662:78–84.
  21. Pierno S, Tricarico D, Liantonio A, Mele A, Digennaro C, Rolland JF *et al.* An olive oil-derived antioxidant mixture ameliorates the age-related decline of skeletal muscle function. *Age (Dordr)* 2014; 36:73-88
  22. Laval-Jeantet, M. Interactions humaine. *Path Biol* 1976; 24: 213-225.
  23. Navarro MP, Duarte T, Pérez-Granados AM, Vaquero MP. Pregnant rats consuming diets with uncooked and fried olive oil, mineral levels in their offspring and changes in their body storage levels. *Nutr Hosp* 1990; 5:153-7.
  24. Fernández-Real JM, Bulló M, Moreno-Navarrete JM, Ricart W, Ros E, Estruch R, Salas-Salvadó J.A. Mediterranean diet enriched with olive oil is associated with higher serum total osteocalcin levels in elderly men at high cardiovascular risk. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97:3792-8.
  25. Bullon P, Battino M, Varela-Lopez A, Perez-Lopez P, Granados-Principal S, Ramirez-Tortosa MC *et al.* Diets based on virgin olive oil or fish oil but not on sunflower oil prevent age-related alveolar bone resorption by mitochondrial-related mechanisms *PLoS One* 2013;8:e74234: .
  26. Latreille J, Kesse-Guyot E, Malvy D, Andreeva V, Galan P, Tschachler E, Hercberg S, Guinot C, Ezzedine K. Dietary monounsaturated fatty acids intake and risk of skin photoaging. *PLoS One* 2012; 7:e44490
  27. Osborne R, Hakozaiki T, Laughlin T, Finlay DR. Application of genomics to breakthroughs in the cosmetic treatment of skin ageing and discoloration. *Br J Dermatol* 2012; 166 Suppl 2:16-9.
  28. Trichopoulou A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML, Gnardellis C, Lagiou P, Polychronopoulos E *et al.* Diet and overall survival in elderly people. *BMJ* 1995; 311:1457-60
  29. Osler M, Schroll M. Diet and mortality in a cohort of elderly people in a north European community. *Int J Epidemiol.* 1997; 26:155-9
  30. Masala G, Ceroti M, Pala V, Krogh V, Vineis P, Sacerdote C *et al.* A dietary pattern rich in olive oil and raw vegetables is associated with lower mortality in Italian elderly subjects. *Br J Nutr* 2007; 98:406-15

# L'importance de l'huile d'olive dans la prévention de la surcharge pondérale, du développement et de la précocité sexuelle chez les adolescentes

**Dr Rafael Gómez y Blasco**

Spécialiste en endocrinologie, métabolisme et nutrition  
Groupe Euroclínica. Représentant en Europe de la Fédération latino-américaine des sociétés d'obésité (Flaso).  
e-mail : gomezyblasco@gmail.com

## Résumé

L'augmentation de la surcharge pondérale et de l'obésité chez les enfants et les adolescents affecte de manière préoccupante les pays développés et en voie de développement. Aux États-Unis, la situation est grave mais elle s'avère encore plus alarmante dans les pays de la Méditerranée, sachant que ces derniers sont caractérisés par l'un des modèles nutritionnels les plus sains du monde.

Les conséquences de la surcharge pondérale et de l'obésité sont bien connues : problèmes ostéo-articulaires, cardiovasculaires, métaboliques, voire psychologiques. L'industrialisation, la globalisation et l'acculturation ont conduit à la modification des habitudes nutritionnelles dans de nombreuses régions, notamment à l'augmentation importante de la consommation des graisses saturées. Toutefois, l'impact de cet éloignement du régime méditerranéen – et de la réduction de la consommation de son pilier essentiel, l'huile d'olive (vierge et surtout vierge extra) – a également été observé sur le développement sexuel des adolescentes, notamment l'apparition prématurée des premières règles, la puberté précoce et certaines dysfonctions sexuelles.

## Mots clés

Puberté précoce, ménarche, dysfonctions sexuelles, précocité sexuelle, régime alimentaire méditerranéen, huile d'olive vierge.

## Abstract

The increase in overweight and obesity in childhood and adolescence is a cause for concern in both developed and developing countries. While the situation is serious in the United States, it is even more alarming in the Mediterranean countries which are characterised by one of the healthiest dietary styles in the world.

The consequences of overweight and obesity are well known: bone, joint, cardiovascular, metabolic and even psychological problems. Industrialisation, globalisation and acculturation have produced changes in nutritional habits in many regions, bringing with them a large increase in saturated fat intake. In addition, the move away from the Mediterranean diet and the low intake of olive oil (virgin and especially extra virgin), its fundamental pillar, is also affecting the sexual development of teenage girls with consequences such as early menarche, precocious puberty, sexual precocity and sexual dysfunctions.

## Key words

Precocious puberty; menarche; sexual dysfunctions; sexual precocity; Mediterranean diet; virgin olive oil.



Les olives, l'aliment du futur (C. Barbieri)

## Surcharge pondérale et obésité durant l'enfance et l'adolescence

Parmi les troubles nutritionnels qui concernent l'enfance et l'adolescence, la surcharge pondérale et l'obésité constituent non seulement les problèmes métaboliques les plus fréquents mais ils sont également devenus un enjeu de santé publique au niveau mondial (1). L'augmentation importante du poids corporel à toutes les étapes de la vie a commencé à être observé il y a quelques décennies (2). L'obésité est une épidémie globale qui affecte les pays développés et en voie de développement. Aux États-Unis, 69 % de la population présente une surcharge pondérale : 36 % de cette population est obèse (3).

En Europe, selon un rapport du Groupe de travail international sur l'obésité (International Obesity Task Force, *IOTF*), ce problème ne cesse de s'aggraver. Paradoxalement, c'est dans les pays riverains de la Méditerranée, berceau du merveilleux régime alimentaire qui porte son nom, que l'on observe les niveaux les plus élevés (presque 40 %) d'incidence de surcharge pondérale et d'obésité chez les enfants et les adolescents. Sur près de 42 millions d'enfants obèses dans le monde, l'Europe en compterait plus de 15 millions (4). En Espagne, l'étude Aladino (5), menée récemment au niveau national, montre que l'excès de poids (obésité + surcharge pondérale) affecte 44,5 % des enfants de 6 à 9 ans (18,3 % souffrent d'obésité et 26,2 % de surcharge pondérale). Jusqu'en

2011, l'Italie était le premier pays affecté par ce problème de santé publique (3). L'obésité infantile n'est pas un simple problème esthétique : elle suppose des risques importants à long terme. Entre 30 et 80 % des enfants obèses le seront encore à l'âge adulte et leur traitement sera plus difficile que celui des sujets dont l'obésité a commencé plus tard.

On estime que 25 à 35 % des cas d'obésité se produisent dans les familles dont les parents ont un poids normal. Le risque d'obésité est donc supérieur si les parents sont eux-mêmes obèses (6) : ce risque est 4 fois plus grand si l'un des parents est obèse et 8 fois plus grand si les deux parents le sont (7). Certains styles d'alimentation sont plus sains et permettent d'améliorer de manière significative non seulement l'espérance de vie mais également la qualité de la vie. Le concept de régime alimentaire méditerranéen a été décrit pour la première fois par Ancel et Margaret Keys dans leur célèbre « Étude des sept pays » (8). Cette étude a montré qu'un régime alimentaire pauvre en graisses saturées et riche en graisses monoinsaturées issues de l'huile d'olive vierge offrait une protection contre les maladies cardiovasculaires. Le contenu en graisses totales du régime alimentaire était élevé en Grèce (environ 40 % de l'apport calorique total) et modéré en Italie (approximativement 28 % de l'apport calorique total) mais le rapport entre les graisses monoinsaturées et les graisses saturées était bien plus élevé que dans les autres pays étudiés (États-Unis, Finlande, Japon, Pays-Bas et ex-Yougoslavie). La deuxième phase de cette étude a montré que plus ce rapport augmentait, plus la mortalité coronarienne diminuait (9). L'ingestion d'huile d'olive vierge associée à une consommation régulière de légumineuses, céréales, légumes frais, fruits, produits laitiers, une quantité modérée de poissons et un peu de vin dans le cadre d'une consommation habituelle, constituent une partie essentielle de ce que l'on appelle le « régime alimentaire méditerranéen ». Ce dernier est considéré comme le prototype du régime sain et ses principes de base devraient être appliqués dès l'enfance, ce qui est tout à fait aisé dans l'environnement géographique de la Méditerranée.

L'acculturation et l'industrialisation, qui s'accompagnent d'une consommation croissante d'aliments transformés, ont entraîné un certain nombre de changements dans les préférences et habitudes des consommateurs, en particulier des enfants et des jeunes. S'il est vrai que l'apport calorique qui en résulte peut être adapté à l'âge de l'adolescent, la répartition des différentes catégories d'aliments s'en trouve profondément déséquilibrée. On observe une consommation excessive de viandes et produits dérivés et d'aliments trans-

formés et raffinés, alors que la consommation de légumineuses, fruits, céréales et poisson est déficitaire. En ce qui concerne les lipides, la consommation d'huile d'olive vierge est inférieure aux quantités recommandées, ce qui altère le rapport entre les graisses saturées et les graisses monoinsaturées.

Curieusement, on observe plus de cas d'obésité et de surcharge pondérale chez les écoliers qui rentrent déjeuner à la maison que chez ceux qui prennent leur repas à la cantine de l'école, ce qui montre l'utilité des campagnes d'information menées par les écoles et les lycées en matière d'alimentation. La prévention de l'obésité chez les enfants de parents obèses est fondamentale (11).



### L'apprentissage de la nutrition (C. Barbieri)

Outre les problèmes bien connus que suppose un excès de poids, l'effet qu'il produit sur le développement sexuel à la puberté a commencé à être étudié il y a quelques années.

Au lendemain des guerres qui ont dévasté l'Europe et le reste du monde au XX<sup>e</sup> siècle, l'accès aux différents groupes d'aliments, notamment aux protéines d'origine animale, s'est nettement amélioré mais il a également été accompagné d'un déséquilibre sur le plan qualitatif des modèles de nutrition recommandés. En facilitant l'accès aux aliments, l'industrialisation et la globalisation croissantes ont entraîné une consommation excessive de protéines (viandes, charcuterie, plats cuisinés) aux dépens d'autres types d'aliments (fruits, légumineuses, céréales, poissons et légumes frais notamment). En 2005, une étude consacrée à l'importance de la taille des rations sur l'apport calorique menée par le Comité consultatif des recommandations

diététiques aux Américains a permis d'observer l'impact de la taille des rations sur la qualité de l'alimentation : logiquement, plus les rations étaient importantes, plus l'apport calorique augmentait (12).

De nombreuses études menées dans différents pays sur les adultes montrent que le rapport entre la surconsommation de protéines et la diminution de la consommation de légumes entraîne la surcharge pondérale, l'obésité et d'autres maladies. Kahn *et al.* (13) ont par exemple évalué l'évolution de l'indice de masse corporelle (IMC) et du tour de taille de 79 236 adultes pendant 10 ans. Ils ont observé que l'augmentation de l'IMC était liée à une plus grande consommation de viande et à la diminution de la consommation d'aliments d'origine végétale. En 2006, Rosell *et al.* (14) ont étudié le gain de poids chez 21 966 adultes pendant 5 ans. Après ajustement des facteurs de confusion, ils ont observé que le gain de poids était significativement inférieur chez les volontaires qui avaient accepté de modifier leur régime alimentaire pour adopter une alimentation moins riche en aliments d'origine animale. De la même manière, après avoir suivi 8 401 volontaires en 2008, Vang (15) a observé l'augmentation du risque d'un gain de poids significatif associé à la consommation de viandes rouges, volailles et viandes transformées. Dans une étude consacrée au lien entre la consommation de viande (viande rouge, volailles et viande transformée) et le gain de poids chez les adultes, menée pendant 5 ans sur 270 348 femmes et 103 455 hommes – Vergnaud (16) a observé une association positive entre la consommation de ce type de viandes et l'augmentation de l'IMC (après exclusion des facteurs potentiels de confusion).

Le problème est identique durant l'enfance et l'adolescence et a des implications globales. Ainsi, en Iran, où le problème de l'obésité est déjà considéré par les autorités comme un problème de santé publique, le suivi de 36 000 adolescents a permis d'observer que ceux des zones rurales avaient un poids corporel supérieur à ceux des villes (17, 18). En Espagne, l'alimentation de plus de 90 % des enfants montre un apport de protéines supérieur et d'hydrates de carbone inférieur aux quantités recommandées. La proportion moyenne de l'énergie quotidienne issue des graisses est supérieure au niveau maximum recommandé chez 80 % des enfants, principalement en raison d'une plus grande consommation de graisses saturées (la consommation de protéines et de graisses saturées de 90,6 % des enfants est supérieure aux niveaux recommandés).

Malgré ces chiffres, l'Espagne n'est pas le pays qui consomme le plus de protéines. La première place

revient aux États-Unis, suivis du Royaume-Uni, de l'Argentine, du Brésil et de l'Uruguay. Les niveaux de graisses monoinsaturées propres à l'huile d'olive vierge sont insuffisants, alors que les niveaux de cholestérol et le risque de souffrir de maladies cardiovasculaires et de syndrome métabolique augmentent (19, 20).



## Puberté précoce

Il existe des preuves manifestes du lien entre la surcharge pondérale, l'augmentation de la sécrétion d'insuline et la maturité sexuelle (21, 22). La puberté est considérée comme la période finale de maturation de l'enfant lorsqu'il atteint sa taille définitive et que la capacité reproductive et psychosociale du jeune adolescent est assurée. Le système nerveux central (SNC) déclenche le développement sexuel à travers l'axe hypothalamo-hypophysio-gonadique. Ce processus est contrôlé génétiquement mais la composante environnementale est également importante (23). L'hormone libératrice des gonadotrophines (GnRH), les hormones de libération de l'hormone de croissance (GHRH) et la somatostatine sont produites dans l'hypothalamus. L'hypophyse antérieure libère l'hormone folliculo-stimulante (FSH) et l'hormone lutéinisante (LH) ainsi que l'hormone de croissance (GH). Les ovaires et les testicules produisent des gamètes matures (ovocytes et spermatozoïdes) et des stéroïdes sexuels (progestérone, œstrogènes, androgènes et inhibine). Les facteurs de croissance analogues à l'insuline (IGF) comme l'IGF-1 augmentent, ce qui stimule la maturation des follicules ovariens, la production d'œstrogènes et la croissance de l'hormone libératrice des gonadotrophines (GnRH), entraînant ainsi la maturation sexuelle et la poussée de croissance (24).

La puberté précoce est définie comme la présence prématurée et progressive des signes de la puberté à

un âge chronologique inférieur de 2,5 à l'écart type (inférieur de 2 aux USA) par rapport à l'âge moyen du début de la puberté (23). Si elle est dépendante des gonadotrophines LHRH ou due à l'activation prématurée de la décharge pulsatile de facteur de libération des hormones lutéinisantes (LHRH), la puberté précoce est alors appelée *centrale, vraie* ou *isosexuelle complète* (idiopathique, due à des altérations du SNC, congénitales, acquises ou tumorales). Si elle est indépendante des gonadotrophines, la puberté précoce est alors appelée *puberté précoce périphérique* ou *précocité isosexuelle incomplète* : elle est due notamment à des tumeurs sécrétantes de stéroïdes sexuels ou gonadotrophines, à une hyperplasie congénitale des surrénales ou au syndrome de McCune-Albright (25). La puberté précoce est cinq fois plus fréquente chez les filles que chez les garçons et affecte les filles ayant un IMC élevé ou une tendance à l'obésité ou à une prise de poids rapide (26).

Les différences concernant le métabolisme de repos (de base) et la dépense énergétique totale des filles avant la puberté sont liées au poids de leurs parents et à leur groupe ethnique (27) alors que les différences concernant les besoins énergétiques sont liées à l'étape de la puberté et à la race (28). Les filles blanches en surcharge pondérale sont en effet plus susceptibles de présenter une puberté précoce.

Chez les garçons, la surcharge pondérale et l'obésité peuvent être à l'origine d'altérations du développement pubertaire et se traduire par une puberté précoce. La majorité des garçons obèses présente un percentile supérieur au 50<sup>e</sup> pour leur âge. Une grande partie présente une croissance linéaire précoce, un âge osseux avancé et leur maturation sexuelle et leur poussée pubertaire sont précoces. Pourtant, certains peuvent aussi être de petite taille à l'âge adulte. Le pseudo hypogénitalisme chez les garçons prépubères est également un problème très fréquent. L'enfouissement du pénis dans la graisse sus-pubienne le fait paraître plus petit (29). La gynécomastie – l'accumulation de graisse dans la région mammaire, généralement sans augmentation réelle du tissu glandulaire mammaire – est un autre problème fréquent chez les garçons.

L'âge moyen auquel les filles ont leurs premières règles (ménarche) a diminué drastiquement depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, bien qu'il semble commencer à se stabiliser aujourd'hui. On sait désormais que ce phénomène est dû à un accès plus facile à la nourriture, à un sédentarisme plus grand et à l'augmentation des niveaux de surcharge pondérale et d'obésité, avec l'impact hormonal qui en résulte (30). Les pédiatres espagnols ont observé l'avancée de l'âge des premières

règles à un peu plus de 12 ans (30). La prise de poids rapide jusqu'à 45 kg chez les filles peut entraîner le début des règles à 9 ans, voire à l'âge de 4 ans selon le Pr Moreno Esteban (31). De la même manière, comme le montrent des études (33) en cours, ce phénomène touche les jeunes immigrantes (32) chez qui l'amélioration de l'accès à la nourriture favorise l'apparition précoce du développement sexuel.

D'autres études montrent que la consommation de viande au cours des premières années de l'enfance est fortement liée à une ménarche précoce (34). On a observé non seulement l'avancée du développement sexuel mais également que la viande était une source importante de graisse, de zinc et de fer. Curieusement, ces deux minéraux sont essentiels durant la grossesse. Toutefois, si un régime alimentaire riche en viande peut être indiqué pour le déroulement optimal de la grossesse, il s'avère que les filles qui ont consommé de plus grandes quantités de viande avaient 75 % de probabilité d'avoir leurs premières règles à l'âge de 12 ans. Bien que ce résultat ne tienne pas compte du poids corporel, d'autres recherches ont montré que les filles présentant un poids supérieur avaient tendance à avoir leurs premières règles plus tôt que les autres.

Il a également été observé que la consommation excessive de graisses saturées favorisait non seulement le développement sexuel mais qu'elle altérait également leur proportion correcte par rapport aux graisses insaturées et en particulier aux graisses monoinsaturées (huile d'olive vierge). C'est ce qu'a montré une étude menée à Grenade (35) sur des écoliers dont 57 % des calories consommées venaient des graisses (dont 20 % de graisses monoinsaturées, 10 % de graisses polyinsaturées et 27 % de graisses saturées). Ce type d'alimentation a montré les effets délétères de la consommation excessive de graisses saturées : augmentation du cholestérol LDL et réduction de l'impact positif des graisses monoinsaturées. Un régime alimentaire sain, équilibré et appétissant pour les enfants et les adolescents peut contenir 30 % d'huile d'olive vierge (36).

Dans le même ordre d'idées, on a pu également observer que la consommation de zinc, d'acide folique et de vitamines D et E chez les filles et les garçons et de fer et de vitamine B6 chez les filles était inférieure aux doses recommandées pour ce groupe de population. C'est ce que montrent les études menées sur des enfants des deux sexes âgés de 5 à 12 ans dans la région de Madrid. Les individus présentant une surcharge pondérale ou souffrant d'obésité sont aussi plus susceptibles de développer des troubles du comportement alimentaire (2) comme l'anorexie ou la boulimie. Leur maturation

osseuse est plus rapide, leurs plaques de croissance sont soudées avant et leur taille définitive n'est pas élevée car la croissance pubertaire suppose 15 à 20 % de la taille adulte (37).



Le danger d'une prise de poids rapide (C. Barbieri)

## Précocité sexuelle, agressions et troubles métaboliques liés à la nutrition

La maturité corporelle des enfants en surpoids ne correspond pas à la maturité psychologique. Le comportement et l'adaptation sociale sont différents chez les enfants présentant une puberté précoce pendant la phase préscolaire jusqu'à l'adolescence précoce. Dans une certaine mesure, l'association entre la puberté précoce et l'altération du comportement semble être le résultat de processus qui commencent bien avant l'apparition de la puberté (38). Certaines études (39) montrent l'étroite relation entre la puberté précoce, les relations sexuelles précoces et sans protection durant l'adolescence et le nombre de partenaires sexuels lorsqu'ils sont jeunes adultes, bien que l'on ne dispose pas d'études suffisantes dissociant ce problème de ses aspects socioculturels. Des cas de fillettes enceintes à 5 ans - victimes d'abus - affectées de puberté précoce vraie ont été signalés (40). Les abus sexuels sur les enfants assez courants et ils concernent une femme sur trois et un homme sur huit. La précocité sexuelle de filles ayant un corps de femme mais l'âge mental d'un enfant, peut attirer les prédateurs sexuels et les grossesses non désirées qui résultent de leurs agressions. Les victimes d'agressions sexuelles durant l'enfance sont sujettes à l'âge adulte à de nombreuses séquelles psychologiques : dépression, anxiété,

troubles de l'alimentation, consommation de substances toxiques, somatisation, etc. Les victimes du terrible traumatisme psychologique que supposent ces agressions montrent une plus grande prédisposition aux troubles métaboliques liés à la nutrition (41).

## Conclusions

Le problème de la surcharge pondérale et de l'obésité infantile a atteint des proportions réellement alarmantes. Ces pathologies sont favorisées par la disponibilité accrue d'aliments élaborés faciles à consommer, la diminution de l'activité physique, aggravée aujourd'hui par les nouvelles technologies, et l'éloignement du modèle de régime alimentaire méditerranéen, avec la diminution de la consommation de fruits, légumineuses, céréales, poissons et la réduction des quantités d'huile d'olive vierge au profit d'une plus grande consommation de protéines animales, de repas de restauration rapide (*fast food*), de pâtisseries industrielles ou de boissons sucrées. Les problèmes qu'ils génèrent et leur impact négatif sur le système cardiovasculaire, ostéoarticulaire, métabolique et psychologique sont importants. Ils supposent en outre un coût sanitaire exorbitant. Toutes les actions visant à reconduire cette situation depuis l'enfance, grâce à la formation, à la communication et à l'éducation, doivent être envisagées. La proportion de graisses saturées et insaturées doit être rétablie pour éviter des complications comme celles que nous avons commentées dans cet article. La consommation d'huile d'olive (l'huile d'olive vierge extra étant par définition la meilleure) et le retour au régime alimentaire méditerranéen doivent être encouragés pour réduire l'impact de la surcharge pondérale et de l'obésité sur le développement sexuel des adolescents, qui se traduit par une puberté précoce, une taille définitive inférieure, une précocité sexuelle et une plus grande vulnérabilité à différents troubles métaboliques graves qui peuvent entraîner des problèmes sociaux et comportementaux.

Illustrations : Carlos Barbieri. Peintre, illustrateur, dessinateur. Prix Penagos. Collaborateur à *La Codorniz*, *Tiempo*, *Diario 16*, *ABC*.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Dietz WH., Bellizzi MC. Assessment of childhood and adolescent obesity: results from an International Obesity Task Force works-hop. *Am J Clin Nutr* 1999; 70:117S-75S
2. Azcona C. *et al.* *Revista Española de Obesidad* 2005.
3. *Nutrition Journal*. 2014; 13: 12. Published online 2014 Jan 29. doi: 10.1186/1475-2891-13-12
4. OCDE. *Obesity and the Economics of Prevention Fit not Fat*. OCDE. 2010.
5. Estudio ALADINO. *Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España*. Naos. 2013
6. Bouchard C., Perussel. *Heredity and body fat*. *Ann Rev Nutr*, 1988; 8: 259-277.
7. Leibel RL. *Obesity*. in: *Nutrition du jeune enfant*. Vevey. Nestlé Nutrition Ed., New York, Raven Press 1986; 155-166
8. Keys A., Menotti A., Karvonen M.J., Aravanis C., Blackburn H., Buzina R., Djordjevic B.S., Dontas A.S., Fidanza F., Keys M.H. *et al.* The diet and 15-year death rate in the Seven Countries Study. *Am J Epidemiol*. 1986; 124:903-915
9. *Nutrients*. 2014 Apr; 6(4): 1406-1423. Published online 2014 Apr 4. doi: 10.3390/nu6041406 PMID: PMC4011042 Mediterranean Diet and Diabetes: Prevention and Treatment. M. Georgoulis, Meropi D. Kontogianni, Nikos Yiannakouris
10. DuráTravé T. *et al.* *Obesidad infantil: ¿un problema de educación individual, familiar o social?* *Acta Pediátrica Española*. 2005; 63: 204-207
11. Vidal-Puig A. Carmena, R. *Obesidad y síndrome metabólico*. *Metabolismo y nutrición*. *Medicina interna*. Farreras. 2012
12. *Dietary Guidelines for Americans 2005*. 6th ed. Washington DC: January 2005.
13. Kahn HS. *et al.* *Am J Public Health*. 1997. Kahn HS., Simoes EJ., Koponen M., Hanzlick R. The abdominal diameter index and sudden coronary death in men. *Am J Cardiol*. 1996; 78 (8): 961-4; Kahn HS. Alternative anthropometric measures of risk: possible improvements on the waist-hip ratio. In: Medeiros-Neto G, Halpern A, Bouchard C. (eds.). *Progress in obesity research*. 9th ed. London: John Libbey Eurotext Ltd; 2003 .p. 639-43.
14. Rosell M. in *EPIC-Oxford*. *Int J Obes (Lond)*. 2006;
15. Vang *et al.* *Ann Nutr Metab*. 2008; *Adventist Health Study*.
16. Vergnaud AC. *Am J Clin Nutr*. 2010; *Proyecto EPIC-PANACEA*.
17. Morteza A. *et al.* *Overweight and obesity in Iranian adolescents*. National nutrition and food technology research institute, Tehran Islamic Republic of Iran. *Endocrine Abstracts*. Berlin 2008.
18. Nahid S. *et al.* *The Obesity, physical activity status and dietary pattern in 10-12 years old girls of a*

- mountainous region in north of Iran. National nutrition and food technology research institute, Tehran Islamic Republic of Iran. *Endocrine Abstracts*. Berlin 2008.
19. Rubio M. *et al.* Nutritional treatment in the metabolic syndrome. A genetic and molecular approach. Elsevier. 2005. Madrid.
  20. Díez-Gañán L., Galán Labaca I., León Domínguez CM., Zorrilla Torras B. Encuesta de Nutrición Infantil de la Comunidad de Madrid. Madrid: Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid; 2008.
  21. Bray, G. The metabolic syndrome and obesity: 82-85. Humana press. New Jersey. 2005.
  22. Link Between Body Fat and the Timing of Puberty Paul B. Kaplowitz, MD, PhD Department of Endocrinology, Children's National Medical Center, Washington, DC; 2008.
  23. Tembury MC. Desarrollo puberal normal. Pubertad precoz. *Revista pediatría de atención primaria*. Volumen XI. Suplemento, 16, 2009.
  24. Muñoz MT., Pozo J. Pubertad normal y sus variantes. *Pediatría Integral* 2011; XV(6): 507-518.
  25. Grumbach M., Styne D. Pubertad: ontogenia, neuroendocrinología, fisiología y alteraciones. 1302. Willians. *Tratado de endocrinología*. Elsevier. Saunder. 2004.
  26. Grumbach M., Styne D. Pubertad: ontogenia, neuroendocrinología, fisiología y alteraciones. 1304-1306. Willians. *Tratado de endocrinología*. Elsevier. Saunder. 2004.
  27. Prevalence of Obesity Among US Preschool Children in Different Racial and Ethnic Groups. Sarah E. Anderson, PhD; Robert C. Whitaker, MD, MPH. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009; 163(4):344-348.
  28. Bandini L., Must A., Spadano JL., Dietz W; 2005.
  29. López Siguero J.P. *Revista Española de Endocrinología Pediátrica* 2013;4(1):93-98 | Doi. 10.3266/Revista Española de Endocrinología Pediátrica. Pre 2013. Mar. 146.
  30. Gómez y Blasco R. De los pecados de la carne a la edad del pavo. I congreso de Gastronomía y nutrición. Círculo de Bellas Artes. Madrid, octubre 2013.
  31. Moreno E. B. Cursos de doctorado. "Obesidad y Factores de Riesgo Cardiovascular". Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid. 4 febrero 2010.
  32. Gómez-Cuevas R. Descubra el lado dulce de su diabetes. Editorial Bubok publishing. Madrid 2014.
  33. Proyecto Nueva América. Gómez-Cuevas R. Asociación Colombiana de Obesidad. Gómez y Blasco R. Euroclínica. Madrid (España). Fanghanel G. Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología. Walter Torre W Asociación Ecuatoriana de Obesidad. Villalobos M. Asociación Salvadoreña de Obesidad. Díaz ME. Asociación Panameña de Obesidad. IV Congreso Latinoamericano de Cirugía Bariátrica y Metabólica (ACOCIB). Marzo 15-18 de 2011. Cartagena de Indias (Colombia). Título: "Nueva Geografía de la Obesidad en Latinoamérica".
  34. Rogers, Nutrición humana de la Universidad de Brighton, Inglaterra Public Health Nutrition; 2010.
  35. González JE. *Revista Clínica de Medicina Familiar* vol. 4 no. 3 Albacete oct. 2011.
  36. Álvarez-Sala L., Oya M. Dieta Mediterránea: 547-553 *Medicina Cardiovascular*. Masson. 2005.
  37. Tembours Molina. Desarrollo puberal normal. Pubertad precoz. *Revista Pediatría en Atención Primaria*. 2009; 11 Supl 16; s127-s14218.
  38. Mensah F., Bayer J., Wake M., Carlin J., Allen N., Patton G. Early Puberty and Childhood Social and Behavioral Adjustment. *Journal of adolescent health*. Received: June 4, 2012; Accepted: December 19, 2012; Published Online: April 02, 2013.
  39. Tresch C., Ohl J. Age of puberty and western young women sexuality. *Gynecol Obstet Fertil*. 2015 Feb; 43(2):158-62. doi: 10.1016/j.gyobfe.2014.12.010. E-pub 2015 Jan. 21.
  40. Grumbach M., Styne D. Pubertad: ontogenia, neuroendocrinología, fisiología y alteraciones. 1303. Willians. *Tratado de endocrinología*. Elsevier. Saunder. 2004.
  41. Childhood sexual abuse and obesity. Gustafson T.B., Sarwer D.B. University of Pennsylvania School of Medicine, Department of Psychiatry, Weight and Eating Disorders Program, Philadelphia, PA, USA. *Obesity reviews* (2004)5, 129-135.



Príncipe de Vergara, 154  
28002 Madrid, Espagne

Tel.: 34-915 903 638

Fax: 34-915 631 263

E-mail: [iooc@internationaloliveoil.org](mailto:iooc@internationaloliveoil.org)

[www.internationaloliveoil.org](http://www.internationaloliveoil.org)