

Y a-t-il un impact de l'alimentation sur la qualité de la peau ?

Christine LAFFORGUE

Maître de Conférences des Universités
Laboratoire de Dermopharmacologie & Cosmétologie
Faculté de Pharmacie - Paris XI

De formation scientifique, elle a obtenu un doctorat d'Université à l'Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lyon dont le sujet portait sur la "Mise en place d'un modèle d'étude du vieillissement cellulaire". D'abord assistante de recherche au Centre Européen de Dermocosmétologie, Christine Lafforgue a intégré comme maître de conférences le laboratoire de Recherche et Développement en Pharmacie Galénique Industrielle de la faculté de Pharmacie de Lyon. Ses travaux lui ont permis de développer des modèles d'absorption percutanée sur peau animale et sur peau humaine *ex vivo*. En utilisant les techniques d'évaluation de l'efficacité des produits à usage cutané, elle s'est attachée à l'étude des corrélations *ex vivo / in vivo* en collaboration avec le Centre Interuniversitaire de Recherche et d'Enseignement "Pharmapeptides". En 2000, elle rejoint le laboratoire de Dermopharmacologie et Cosmétologie de l'université Paris sud 11 aux côtés du professeur JP Marty. L'activité développée au sein de ce département concerne l'impact de la formulation des produits topiques sur le métabolisme cutané et ses conséquences en terme de pharmacologie. Ses travaux ont donné lieu à plusieurs publications internationales, communications lors de congrès nationaux ou internationaux, ouvrage et brevet. Membre de la Société Française de Cosmétologie, elle participe à des groupes de travail au sein de l'AFSSAPS et de l'AFSSA. Les relations entre le département universitaire et les industriels de la Dermocosmétologie ont permis la mise en place d'un Master de Cosmétologie dont elle a la charge, ainsi qu'un Diplôme Universitaire de Conseil Cosmétologique appliqué à l'officine.

Faculté de Pharmacie
Université Paris Sud XI
5 rue Jean-Baptiste Clément
92290 Chatenay-Malabry cedex

RÉSUMÉ

L'état général de la peau dépend de plusieurs éléments, et des preuves cliniques montrent que certains nutriments issus de l'alimentation améliorent la qualité de la peau en agissant au niveau cellulaire, par exemple en stimulant la différenciation des kératinocytes. Si les scientifiques s'intéressent à l'utilisation d'ingrédients issus de l'alimentation pour les produits cosmétiques, le rôle de l'alimentation et des nutriments pour la peau est encore trop peu étudié.

La qualité de la peau dépend entre autres des nutriments apportés par le système vasculaire et cela apparaît clairement lorsque des déficiences nutritionnelles surviennent.

En examinant les preuves scientifiques des relations entre l'alimentation et la peau, l'idée d'une alimentation "peau" peut être abordée.

Conférence de Christine Lafforgue du 15 septembre 2009

La Lettre Scientifique de l'IFN engage la seule responsabilité de son auteur.



La peau, et tout spécialement l'épiderme, est particulièrement bien adaptée, structurellement et biochimiquement, pour jouer sa fonction essentielle de "barrière" vis-à-vis de l'environnement. Les apports en nutriments de notre peau sont assurés, comme pour tous les autres organes de notre corps, par l'alimentation.

LA PEAU : UN ORGANES À PART ENTIÈRE

A première vue, la peau est un tégument (du latin *tegere*, couvrir). En effet, il s'agit bien selon la définition d'un tissu biologique situé à l'interface du milieu intérieur et du milieu extérieur d'un organisme.

De façon plus physiologique, la peau est l'organe le plus important du corps humain en poids (environ 3,5kg) et en surface (1,80 m² pour un adulte de 75 kg). Son bon fonctionnement est vital comme le montrent les grands brûlés.

Organe protecteur, la peau limite l'entrée des agents extérieurs, empêche la déperdition des composants vitaux de l'organisme et participe à l'homéostasie générale de l'organisme en régulant la perte en eau transépidermique.

Ses fonctions physiologiques principales, la sudation, la sécrétion de sebum, s'accompagnent d'un renouvellement permanent de sa surface. Enfin, capteur et émetteur elle joue un rôle social très important.

Sa situation d'interface la soumet à de nombreuses agressions auxquelles elle est capable de répondre par une défense autonome et surtout une réparation unique : la cicatrisation.

IMPACT DES NUTRIMENTS SUR LA PEAU

Les besoins biochimiques de l'organe peau pour se maintenir en bon état de fonctionnement sont nombreux et des apports percutanés et/ou nutritionnels optimaux sont nécessaires.

Lors de carences ou de déficit important de vitamines, de minéraux ou d'acides gras essentiels, les répercussions cutanées sont notables et leur effet est assez souvent réversible par une correction nutritionnelle.

Les vitamines

Depuis de nombreuses années, l'apport vitaminique est surveillé pour la croissance de l'individu et son bon développement. Au niveau cutané, plusieurs signes cliniques ont été associés à des carences (tableau 1).

Carence vitaminique	Signes cliniques
A - B8	Peau sèche
C	Kératose
C - PP - B2 - B5 - B12 - B8 - B9	Trouble de pigmentation
A - B1 - B2 - PP - B5 - B6 - B12	Lésions, ulcérations
A - B1 - B2 - B6	Atteintes séborrhéiques
C - B1 - B2 - PP - B6 - B8 - B9	Inflammation dermique
B2	Lèvres sèches
K - C	Hémorragies cutanées
B5 - B8	Chute de cheveux
B5 - B12	Troubles des ongles

Tableau 1 : Signes cliniques cutanés et carences vitaminiques

Lors d'états de carence avérée, l'impact cutané est non négligeable et en particulier pour la famille des vitamines B, sans oublier les vitamines A, C et PP. Néanmoins, aujourd'hui ces états carenciels sont très rares même si de nombreuses subcarences sont fréquemment relevées dans la population.

Les éléments et les minéraux (1)

Comme pour les vitamines, la présence de ces éléments est essentielle au bon fonctionnement des cellules cutanées. En effet, nombre de ces éléments participent au métabolisme général en étant des cofacteurs enzymatiques collaborant au renouvellement cellulaire et à la chaîne respiratoire mitochondriale (tableau 2).

Carence	Signe clinique cutané
Fer (avec ou sans anémie)	Cheveux secs - Chute de cheveux - Prurit
Zinc	Peau sèche - Eczéma - Retard de cicatrisation - Trouble du cuir chevelu
Cuivre	Troubles de la pigmentation peau et cheveux - Hyperkératose folliculaire
Sélénium	Ongles blancs - Troubles de pigmentation peau et cheveux

Tableau 2 : Signes cliniques cutanés et carences en minéraux

Pour beaucoup, les effets rencontrés sont liés à l'impact des minéraux sur le fonctionnement des enzymes qui synthétisent la kératine. Etant le constituant majeur de la peau, une kératine imparfaite entraîne un dysfonctionnement de la différenciation kératinocytaire et donc du renouvellement de la peau en perturbant son effet barrière.

Les acides gras essentiels

La différenciation épidermique, c'est-à-dire la transformation des kératinocytes en cornéocytes desquamants passe par la libération de lipides intercellulaires spécifiques dont les céramides. Le rôle des acides gras essentiels dans la kératinisation n'est plus à démontrer ; aussi un large déficit en acides gras essentiels se traduit assez rapidement en un épiderme hyperprolifératif et hyperkératosique. La desquamation se trouve alors perturbée donnant naissance à des rougeurs diffuses et à une peau sèche pouvant conduire au niveau du cuir chevelu à une légère chute de cheveux. Cette sécheresse cutanée "généralisée" peut atteindre les ongles qui deviennent alors cassants (2).

L'apport d'acides gras essentiels participe donc largement au maintien d'une peau saine.

Les réelles carences ont donc un fort impact cutané qu'il s'agisse des vitamines, des minéraux ou des acides gras essentiels. Néanmoins, ces carences s'accompagnent souvent de troubles métaboliques graves mettant en jeu le pronostic vital de l'individu.

NUTRITION ET PATHOLOGIES

De nombreuses pathologies cutanées courantes ont donné lieu à des études en lien avec l'alimentation. C'est le cas du psoriasis, de la dermatite atopique et de l'acné.

Le psoriasis

Le psoriasis est une maladie inflammatoire dans laquelle sont impliqués les lymphocytes T. Certains facteurs jouent un rôle déclenchant dans les poussées comme le stress ou les infections. Une étude américaine (3) effectuée dans l'Utah a montré que l'obésité est 2 fois plus fréquente chez les patients atteints de psoriasis que dans le reste de la population et le diabète 1,5 fois plus fréquent. En effet, le psoriasis peut conduire à des troubles alimentaires notamment en période de poussée : perte de l'appétit ou, au contraire, accès de boulimie ou encore, abus de boissons alcoolisées. Mais, si l'obésité est beaucoup plus fréquente chez les patients atteints de psoriasis que dans la population générale, elle apparaît plus comme une conséquence de l'évolution du psoriasis que comme une de ses causes. Ces résultats ne sont guère étonnants quand on connaît l'intensité du retentissement sur la qualité de vie et sur l'équilibre psychique du patient atteint de psoriasis.

Une consommation excessive d'alcool joue également un rôle aussi bien dans la survenue des plaques de psoriasis que dans la pérennisation de certaines de ses formes. Ainsi, 5,3 % des éthyliques présentent un psoriasis, un chiffre 2 à 3 fois plus élevé que dans la population générale. Ainsi, le psoriasis des éthyliques est plus sévère, plus étendu et plus inflammatoire.

La vitamine D possède des propriétés antiprolifératives et immuno-régulatrices qui sont utilisées pour le traitement topique du psoriasis. Or, le statut en vitamine D est souvent déficient (dans une étude portant sur 11 pays européens, un déficit en vitamine D était trouvé chez 36 % des hommes et 47 % des femmes). Ainsi, une supplémentation orale en vitamine D chez des patients atteints de psoriasis est possible lorsqu'aucun topique avec les analogues de la vitamine D n'est prescrit en raison du risque d'hypercalcémie (4).

Les acides gras polyinsaturés peuvent moduler l'activité de cytokines pro-inflammatoires. Mais les études conduites avec une supplémentation orale d'huile de poisson sont décevantes. Des essais cliniques ont été réalisés sur l'influence de la consommation d'huile de poisson sur les poussées de psoriasis, et la plupart ont montré des résultats discordants. De même, des traitements locaux (crèmes, pommades, etc.) à base d' $\omega 3$ ont été testés sans succès sur le psoriasis. On sait que, lorsqu'on mange beaucoup de graisses de type $\omega 6$, l'utilisation des $\omega 3$ par l'organisme peut être perturbée. Pour éviter ce problème, des chercheurs allemands (5) ont donc choisi de faire des perfusions intraveineuses (IV) d' $\omega 3$ chez des personnes souffrant de psoriasis. L'amélioration des lésions a été rapide tant sur la rougeur que sur les squames. En revanche, les perfusions d' $\omega 6$ n'ont entraîné aucune amélioration. Il n'y a pas néanmoins de preuve suffisante pour inclure les IV d' $\omega 3$ dans le traitement des psoriasis (6).

La dermatite atopique (DA)

L'hypothèse d'un déséquilibre de la flore intestinale chez les patients atteints de DA a été évoquée pour expliquer la physiopathologie. Les probiotiques ont donc logiquement été étudiés pour un possible effet bénéfique sur les manifestations de l'atopie (7,8).

Différentes études ont confirmé l'effet positif sur l'immunité des probiotiques administrés dès le plus jeune âge (9,10,11,12).

Ainsi, certains probiotiques permettraient une réduction de l'intensité des poussées d'eczéma, mais aussi de réduire la fréquence et la durée de ces poussées (13).

Les résultats d'une étude australienne ont montré une réduction des poussées de DA chez les enfants de femmes ayant des antécédents de DA supplémentées en $\omega 3$. D'autres études se sont intéressées au rôle des $\omega 6$. Une étude a montré qu'une supplémentation en $\omega 6$ pendant les 6 premiers mois de la vie d'enfants dont la mère présentait un terrain atopique permettait aux bébés de faire des poussées moins sévères de DA (14).

Cependant, une autre étude de supplémentation à hautes doses d'huile de bourrache (riche en $\omega 6$) chez des patients présentant un eczéma depuis l'enfance avait donné des résultats décevants (15).

L'ensemble de ces études montrent le caractère relatif de l'impact alimentaire sur la dermatite atopique. De plus, les dernières études génétiques montrant le lien entre le déficit acquis en filaggrine et la dermatite atopique de l'enfant complique l'approche nutritionnelle de cette pathologie.

L'acné

Le rôle de l'alimentation dans l'acné a longtemps été évoqué, les aliments gras et/ou sucrés tels que la charcuterie, les sucreries sont souvent incriminés par les familles. Une étude publiée en 2002 sur l'incidence de l'acné dans certaines populations "primitives" a montré une absence d'incidence de l'acné dans ces populations (île de Kivatan en Nouvelle-Guinée et Indiens Aché au Paraguay) (16).

Plusieurs études rapportent quant à elles une augmentation de fréquence de l'acné lorsque des populations "primitives" adoptent un style de vie occidental (Zoulous), impliquant d'autres facteurs que génétiques et notamment des facteurs environnementaux tels que l'alimentation. Celle de ces populations "primitives" est fondée sur des légumes à tubercules, les noix de coco, des fruits et du poisson, donc avec un apport en hydrates de carbone très faible ce qui la différencie beaucoup des populations occidentales.

Une hypothèse d'hyperinsulinisme est donc avancée. En effet, un régime riche en hydrates de carbone induit un hyperinsulinisme, qui stimulerait le facteur de croissance IGF-1 localisé, notamment au niveau des sébocytes matures, et qui inhiberait le facteur IGF-BP3. Les conséquences sont une hyperkératinisation folliculaire et une augmentation de la séborrhée par la stimulation de la synthèse des androgènes ovariens et testiculaires.

Ainsi, un régime alimentaire avec un ratio $\omega 6/\omega 3$ proche de 1 chez les peuples Kivatan et Aché peut jouer un rôle synergique, avec une glycémie basse, de prévention de l'acné en réduisant les éicosanoïdes pro-inflammatoires et l'hyperkératinisation du follicule pilosébacé (17).

D'autres études seront nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

L'adolescence n'étant pas une période de la vie caractérisée par une hygiène alimentaire exceptionnelle, ces études permettront probablement de mettre en évidence de vrais déséquilibres alimentaires.

NUTRITION ET PEAU SAIN

Même lorsqu'il n'y a aucune manifestation pathologique, la peau peut présenter au cours du vieillissement des inconforts ou des dysfonctionnements ressentis de façon marquée par l'individu. De nombreux compléments alimentaires sont envisagés pour pallier ces problèmes.

La sécheresse de la peau est un phénomène courant lié à l'âge, mais également aux détergents, à l'environnement climatique ou au stress. Une étude sur 99 sujets de plus de 68 ans supplémentés pendant 2 mois avec de l'huile de bourrache a montré une amélioration de la barrière cutanée avec une diminution de la perte insensible en eau de 10 %, une disparition du prurit chez 34 % des patients et une diminution de la peau sèche (ils n'étaient plus que 14 % après l'étude au lieu de 42 %) (18).

Aujourd'hui, une des façons de prolonger la vie serait la restriction calorique en diminuant le stress oxydant et donc la fabrication des ERO (espèces réactives de l'oxygène).

L'analyse des modes alimentaires de 450 sujets âgés de plus de 70 ans avec des habitudes alimentaires très différentes en fonction de leur origine (Grecs, Suédois, Australiens) montre que les sujets les moins ridés et présentant le vieillissement photo-induit le moins important sont ceux qui ont un régime alimentaire à base de légumes et d'huile d'olive (19).

Organe aérobie, la peau ne peut se maintenir qu'avec la présence et l'utilisation d'oxygène. Néanmoins, la consommation cellulaire d'oxygène donne naissance à des molécules oxygénées contenant un ou plusieurs électrons libres célibataires les rendant très réactives.

Respirer, c'est donc générer des espèces radicalaires de l'oxygène (ROS) capables d'altérer différentes structures de l'organisme ; c'est l'"oxygen paradox".

Les systèmes de défense cutanée sont représentés par des enzymes et des antioxydants.

L'activité de la superoxyde dismutase, de la catalase ou de la glutathion peroxydase est liée à la présence d'oligoéléments comme le sélénium, le zinc, le cuivre, le manganèse ou le magnésium. Les antioxydants les plus sollicités dans la peau sont le glutathion, l'acide urique, le coenzyme Q10, les caroténoïdes, les polyphénols et les vitamines A, C et E.

Les UV participent également au vieillissement cutané en provoquant des réactions aiguës et chroniques dans la peau humaine. Ces rayonnements induisent la production de nombreux ERO provoquant ainsi une diminution des taux cutanés de vitamine E, d'ubiquinone et de vitamine C (20,21,22).

Les antioxydants cutanés utilisent trois classes de produits avec différents mécanismes pour éliminer ces molécules néfastes :

- élimination directe par activité enzymatique
- inhibition de la chaîne radicalaire
- piégeage des ions métalliques de transition.

Pour pallier stress oxydatif, il est donc nécessaire de maintenir et de préserver l'efficacité des antioxydants déjà présents. Il s'agit donc d'augmenter leur concentration intracellulaire ou plasmatique, ou pour les antioxydants lipidiques de favoriser leur incorporation membranaire.

L'apport extérieur, par voie orale ou cutanée, doit permettre de renforcer le taux des molécules de petit poids moléculaire comme le β -carotène, les flavonoïdes, les isoflavones ou le propyl gallate. Cet afflux pourra alors réguler l'activité enzymatique en maintenant un équilibre sans favoriser un seul système enzymatique au détriment d'un autre. En effet, les antioxydants cutanés majeurs sont des molécules interdépendantes. Le cas des vitamines E et C est particulier puisque dans la peau, la vitamine C est l'élément indispensable à la régénération d'une vitamine E efficace (figure 1).

Les nutriments antioxydants ont des effets bénéfiques sur la population générale et dans l'amélioration de certains états pathologiques. Leur apport permet de maintenir un taux efficace, cette efficacité n'étant en rien thérapeutique et ne jouant qu'un rôle de prévention.

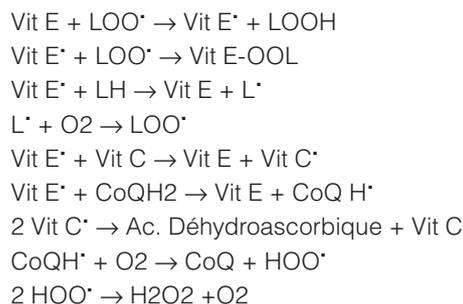


Figure 1 : Régénération de la vitamine E et interaction entre les autres antioxydants et la peroxydation lipidique (LOOH : lipide peroxydable)

Dans le cas des vitamines C et E en particulier, des différences sont observables entre leur comportement vis-à-vis de l'organisme et leur efficacité cutanée (tableau 3).

L'apport d'antioxydants est donc nécessaire au maintien de l'équilibre cutané et des mécanismes réversibles d'oxydoréduction. Néanmoins, selon les structures (la vitamine E correspond à 8 formes d'antioxydants), et les concentrations mises en jeu, l'agent antioxydant peut déplacer ces équilibres et se révéler pro-oxydant. L'intérêt résidera donc dans un apport normal et varié pour multiplier les formes de molécules antioxydantes afin de mettre à profit l'ensemble des mécanismes possibles sans favoriser une voie ou un mécanisme particulier.

POPULATION, ALIMENTATION ET ÉTAT DE LA PEAU

Beaucoup des études rassemblées ici concernent l'analyse de carence, de déficit ou de supplémentation. Dans le monde occidental, peu de vraies carences ou de vrais déficits sont relevés ; aussi l'état cutané de la population moyenne mérite une analyse.

L'état général d'une peau apparemment saine peut se mesurer à l'aide de "paramètres" : son état d'hydratation, son pH de surface et son taux de sebum. Lors d'une étude sur 302 sujets de 18 à 75 ans, ces paramètres ont été corrélés aux taux sériques de rétinol, d'antioxydants ou de caroténoïdes retrouvés dans le cadre d'une alimentation évaluée comme normale après questionnaire. Les résultats montrent une nette différence du pH et de l'hydratation cutanés selon qu'il s'agit d'hommes ou de femmes, l'hydratation étant plus

	Organisme	Peau
Vitamine C	Conc. Plasmatique : 30 à 100 µM Conc. Intracellulaire ≈ mM Synthèse de carnitine, catécholamine Métabolisme de la tyrosine	0,4 à 1 mg/100g de poids sec de peau 3,8 µmol/g épiderme 0,7 µmol/g derme Cofacteur de la synthèse de collagène Normalisation de l'équilibre glucosphingolipides/céramides
	Corrélation directe entre la prise orale et la concentration plasmatique	
Vitamine E α tocophérol	Régulation de la protéine kinase C Très biodisponible Conc. Plasmatique : 15 à 40 µM	31 nmol/g épiderme 16 nmol/g derme Gradient de concentration dans le stratum corneum (77 nmol/g vers 6,7 nmol/g) Conc. Des zones photoexposées >> Conc. Des zones protégées
	Pas de Corrélation directe entre la prise orale et la concentration plasmatique	

Tableau 3 : Données concernant les vitamines E et C dans l'organisme et dans la peau (23)

faible chez les sujets jeunes. L'analyse sérique quant à elle met en évidence une relation entre le taux de lycopène et l'âge sans impact sur la peau. Une augmentation de 4,8% de rétinol sérique se traduit par une hausse de 0,3% du pH et une baisse de 1,4 % du taux de sebum. De plus, 3,5 % de prise de liquide en plus provoque une baisse de 0,8 % du pH cutané de la peau masculine mais aucun lien avec le taux d'hydratation. En conséquence, les auteurs montrent un lien plus étroit chez les hommes entre l'alimentation et l'état de la peau que chez les femmes. Il est probable que les variations hormonales et les habitudes de soin des femmes influent sur l'état de la peau de façon plus intense. Cette étude confirme que les liens alimentation /taux sanguin et alimentation/tissu sont beaucoup plus délicats à appréhender que les liens taux sanguin/organe (24).

Les études effectuées dans le cadre de NHAES III (3rd National Health and Nutrition Examination Survey) enrichissent les données associant alimentation et état cutané. C'est le cas de l'examen des allergies cutanées et alimentaires. Sur une population de 30000 personnes des tests épicutanés d'allergies et des dosages sanguins ont été réalisés. Il ressort qu'une association directe peut être réalisée chez les adultes entre le taux de lycopène sérique et la sensibilité cutanée aux allergènes contrairement aux enfants où aucun lien n'a pu être établi. De même, l'effet protecteur de la vitamine E, de l'α carotène ou de la β-cryptoxanthine chez l'adulte ne se retrouve pas chez l'enfant (25). L'hypothèse d'un métabolisme altéré par les réactions allergiques modifiant la biodisponibilité des nutriments reste donc à envisager.

Enfin, concernant le vieillissement cutané, NHAES I apporte des éléments concernant la consommation d'acides gras essentiels (26). Sur une population de 4 025 femmes de 40 à 74 ans, une alimentation pauvre en protéines, en cholestérol, en phosphate et vitamines A, C et K se traduit par des rides plus marquées. Enfin, une sécheresse et une atrophie cutanées notables sont directement liées à une faible consommation d'acide linoléique et de vitamine C.

La nécessité d'avoir une alimentation saine est importante, d'abord pour rester en bonne santé, mais aussi pour prévenir les maladies dégénératives. Les données de la littérature

scientifique montrent que les rapports entre l'alimentation et la peau existent mais ils sont encore mal définis. Néanmoins, des pistes ont été ouvertes qui peuvent avoir des implications directes dans notre consommation alimentaire (27). Appliquer sur la peau des topiques pour traiter des pathologies, en corriger les défauts ou tout simplement l'entretenir reste néanmoins indispensable. Mais désormais, nous prenons conscience que l'alimentation peut agir en synergie avec les traitements topiques et/ou les cosmétiques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Sarno Ryan A, Goldsmitt LA - Nutrition and the skin - Clinics in Dermatology **14**, 389-406 (1996).
- 2 - Nelder KH - Nutrition, aging and the skin - Geriatrics **39**, 69-82 (1984).
- 3 - Herron MD *et al.* - Impact of obesity and smoking on psoriasis presentation and management - Arch Dermatol **141**, 1527-34 (2005).
- 4 - Wolters M - Diet and psoriasis: experimental data and clinical evidence - Br J Dermatol **153**, 706-14 (2005).
- 5 - Mayser P *et al.* - Omega-3 fatty acid-based lipid infusion in patients with chronic plaque psoriasis: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multicenter trial - J Am Acad Dermatol **38**, 539-47 (1998).
- 6 - Chalmers RR *et al.* - A systematic review of treatments for guttate psoriasis - Br J Dermatol **145**, 891-4 (2001).
- 7 - Isolauri E *et al.* - Approaches to the nutritional management of the allergic infant - Acta Paediatr Suppl **94**, 110-4 (2005).
- 8 - Viljanen M *et al.* - Induction of inflammation as a possible mechanism of probiotic effect in atopic eczema-dermatitis syndrome - J Allergy Clin Immunol **115**, 1254-9 (2005).
- 9 - Rantava S *et al.* - Probiotics during pregnancy and breast feeding might confer immune modulatory protection against atopic disease in the infant - J Allergy Clin Immunol **109**, 119-21 (2002).
- 10 - Kalliomäki M *et al.* - Probiotics in primary prevention of atopic disease: a randomised placebo-controlled trial - Lancet **357**, 1076-9 (2001).
- 11 - Kalliomäki M *et al.* - Probiotics and prevention of atopic disease: 4-year follow-up randomised placebo-controlled trial - Lancet **361**, 1869-71 (2003).

- 12 - Rosenfelt V *et al.* - Effects of probiotic *Lactobacillus* strains in children with atopic dermatitis - *J Allergy Clin Immunol* **111**, 389-95 (2003).
- 13 - Dunstan JA *et al.* - Fish oil supplementation in pregnancy modifies neonatal allergen-specific immune responses and clinical outcomes in infants at high risk of atopy: a randomized, controlled trial - *J Allergy Clin Immunol* **112**, 1178-84 (2003).
- 14 - Van Gool CJ *et al.* - Gamma-linolenic acid supplementation for prophylaxis of atopic dermatitis. A randomized controlled trial in infants at high familial risk - *Am J Clin Nutr* **77**, 943-51 (2003).
- 15 - Takwale A *et al.* - Efficacy and tolerability of borage oil in adults and children with atopic eczema: randomized, double blind, placebo controlled, parallel group trial - *Br Med J* **327**, 1385-9 (2003).
- 16 - Cordain L *et al.* - Acne vulgaris: a disease of western civilization - *Arch Dermatology* **138**, 1584-90 (2002).
- 17 - Logan AC - Omega-3 fatty acids and acne - *Arch Dermatol* **139**, 941-2 (2003).
- 18 - Brosche T *et al.* - Effect of borage oil consumption on fatty acid metabolism, transepidermal water loss and skin parameters in elderly people - *Arch Gerontol Geriatr* **30**, 139-50 (2000).
- 19 - Purba MB *et al.* - Skin wrinkling. Can food make a difference? - *J Am Coll Nutr* **20**, 71-80 (2001).
- 20 - Shindo Y *et al.* - Recovery of antioxidants and reduction in lipid hydroperoxides in murine epidermis and dermis after acute ultraviolet radiation exposure - *Photodermatol Photoimmunol Photomed* **10**, 183-191 (1994).
- 21 - Podda M *et al.* - UV-irradiation depletes antioxidants and causes oxidative damage in a model of human skin - *Fre Radic Biol Med* **24**, 55-59 (1998).
- 22 - Tyrell RM - Ultraviolet radiation and free radical damage to skin - *Biochem. Soc. Trans.* **61**, 47-53 (1996).
- 23 - Shapiro SS *et al.* - Role of vitamins in skin care - *Nutrition* **17**, 839-844 (2001).
- 24 - Boelsma E *et al.* - Human skin condition and its associations with nutrient concentrations in serum and diet - *Am J Clin Nutr* **77**, 348-355 (2003).
- 25 - Mc Keever TM *et al.* - Serum nutrient markers and skin prick testing using data from the third National Health and Nutrition Examination Survey - *Clin Immunol* **114**, 1398-1402 (2004).
- 26 - Cosgrove MC *et al.* - Dietary nutrient intakes and skin-aging appearance among middle-aged American women - *Am J Clin Nutr* **86**, 1225-1231 (2007).
- 27 - Pomaredé N - L'alimentation et la peau : psoriasis, dermatite atopique, sécheresse, photo protection, acné et vieillissement cutané - *Nouv Dermatol* **26** (Suppl.10) 1-20 (2007).



Institut Français pour la Nutrition, 71 avenue Victor Hugo, 75116 PARIS
Tél. : 01 45 00 92 50, Fax : 01 40 67 17 76
Institut.nutrition@ifn.asso.fr