

LIPID CONSUMPTION AND FUNCTIONALITY: NEW PERSPECTIVES CONSOMMATIONS ET FONCTIONNALITÉS DES LIPIDES : NOUVEAUX HORIZONS

Lipides et comportement alimentaire chez les enfants

Sophie Nicklaus*

Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 17 rue Sully, 21000 Dijon, France

Reçu le 30 mars 2016 – Accepté le 8 avril 2016

Résumé – Cet article analyse la place des lipides dans l'alimentation des jeunes enfants. Premièrement, il montre d'une part la contribution importante que devraient avoir les lipides aux apports énergétiques totaux des enfants de moins de deux ans, en raison de leur intérêt fonctionnel dans le développement neuronal et de leur effet potentiellement protecteur d'une obésité ultérieure ; d'autre part, il souligne la faible contribution des lipides aux apports énergétiques totaux chez les enfants français, d'après les estimations disponibles, avec une minorité d'enfants pour lesquels les apports en lipides sont satisfaisants. Deuxièmement, il rapporte les connaissances disponibles concernant le contrôle « sensoriel » de la consommation de lipides. Chez les nouveau-nés et les nourrissons, quelques travaux portent sur les préférences pour les lipides, et indiquent l'absence d'une préférence pour les lipides. Chez les enfants, une teneur augmentée en lipides a parfois (mais pas toujours) un effet positif sur l'appréciation d'un aliment, avec souvent une teneur optimale ; mais elle n'est pas associée à une consommation plus élevée de l'aliment. Des teneurs élevées en lipides ont deux effets sur les apprentissages alimentaires. Chez des enfants de moins de 3 ans, un triplement de la densité énergétique par l'ajout de lipides est associé à la mise en place d'un rassasiement conditionné pour l'aliment concerné ; chez des enfants plus âgés, un doublement de la densité énergétique par l'ajout de lipides, est associé à une augmentation de l'appréciation des saveurs associées aux versions les plus riches en lipides. Des pistes d'études complémentaires sont discutées.

Mots clés : Lipides / enfants / préférence / appréciation / comportement alimentaire

Abstract – **Fats and eating behaviour in children.** This paper analyses the place of fats in young children's diet. Firstly, it shows on the one hand the important contribution that fats should have to total dietary intake of children younger than 2 years, because of their interest for neural development and their putative protective effect against the further development of obesity ; on the other hand it underlines the low contribution of fats to total dietary intakes in French children, according to the available data, with a minority of children with adequate fat intake. Secondly, it reports available knowledge regarding the sensory control of fat intake. In newborns and infants, some works have looked at preference for fats and indicate the absence of a fat preference. In children, a higher fat content in foods is sometimes (but not always) associated with a positive effect on liking, often with an optimal content, but it is not associated with a higher intake of the food. High fat content in foods have two effects on eating behaviour learning. In children younger than 3 years, tripling the energy density of a food by adding fat is associated with the development of a conditioned satiation for this food ; in older children, doubling the energy density by adding fat is associated with an increase in the liking for the flavours associated with fat. Perspectives for future research are discussed.

Keywords: Fat / children / preference / liking / eating behaviour

1 Introduction

Les lipides remplissent des fonctions nutritionnelles essentielles dans l'alimentation infantile, c'est-à-dire des enfants de moins de 36 mois, selon la réglementation européenne (La commission des Communautés Européennes, 2016), puisqu'ils permettent d'assurer le bon développement des fonctions cérébrales et visuelles (Uauy et Dangour, 2009). Cependant les lipides alimentaires peuvent avoir une image

négative, en particulier dans l'alimentation des enfants, en lien avec les campagnes de santé publique incitant à manger « moins gras, moins salé, moins sucré ». De plus, l'hypothèse a été posée que le caractère palatable, plaisant des aliments riches en lipides, combiné à une forte densité énergétique et à un faible caractère rassasiant pourrait conduire à une surconsommation de ces aliments, entraînant potentiellement le développement d'un surpoids ou d'une obésité (Drewnowski, 1989 ; Rolls, 2000 ; Rolls *et al.*, 2005). Cette hypothèse est-elle vérifiée chez l'enfant ?

* Correspondance : sophie.nicklaus@dijon.inra.fr

En outre, la consommation des lipides dans l'enfance soulève une autre question. En effet, il a été montré que le répertoire et les préférences alimentaires acquis dès la petite enfance étaient partiellement stables jusqu'au début de l'âge adulte (Nicklaus *et al.*, 2004 ; Nicklaus, Boggio *et al.*, 2005 ; Nicklaus et Remy, 2013). Ainsi, on peut s'interroger sur l'effet de la consommation d'aliments riches en lipides dans la petite enfance sur le développement des préférences ultérieures pour des aliments riches en lipides. Cela souligne l'importance de comprendre les facteurs qui déterminent l'appréciation des lipides et la consommation des aliments lipidiques dès la petite enfance.

Dans un contexte où la prévalence du surpoids et de l'obésité infantile reste élevée, 15,8 % et 2,8 % respectivement en 2007 chez les enfants de 7 à 9 ans (Salanave *et al.*, 2009), un peu plus en considérant les courbes de croissance de l'Organisation Mondiale de la Santé (Scherdel *et al.*, 2015), l'enjeu est de taille : et si les lipides contribuaient à la constitution de l'obésité pédiatrique ? Ainsi cet article présentera dans quelle mesure les lipides contribuent à l'alimentation des jeunes enfants, de quelle manière le comportement de consommation de lipides est contrôlé chez l'enfant, et comment se développent les préférences pour les aliments riches en matière grasse dans les premières années.

2 Place des lipides dans l'alimentation des enfants

En matière d'alimentation, les premières années de vies se distinguent par des transitions majeures dans les modalités d'apport (Nicklaus, 2015). Les nutriments sont d'abord apportés par le cordon ombilical, puis par un seul aliment, le lait, fourni par la mère ou par des préparations de substitution. À partir de la diversification alimentaire, des aliments « solides » sont introduits progressivement, d'abord sous une forme mixée adaptée aux capacités orales en développement (Nicklaus, 2015), puis sous une forme de plus en plus proche de l'alimentation de l'adulte. Une des conséquences de cette transition entre la consommation d'un aliment unique et d'aliments variés est que l'enfant doit adapter sa consommation énergétique à des aliments de densité énergétique variable, et apprendre à apprécier ces différents aliments. Nous reviendrons sur cet aspect ultérieurement.

Les lipides alimentaires consommés par les nourrissons et les enfants sont d'origine et de nature très différentes : lors de la grossesse et de la période d'allaitement, les profils lipidiques dépendent en grande partie de l'alimentation de la mère (Drouillet *et al.*, 2009 ; Kent *et al.*, 2006 ; Mitoulas *et al.*, 2003 ; Xiang *et al.*, 2005). Le lait maternel est riche en lipides : de 44 % (en pourcentage de l'énergie totale) à 1 mois à 39 % à 6 mois (Grote *et al.*, 2016). Selon le règlement européen, la composition des préparations pour nourrissons est alignée sur cette composition et la contribution des lipides à l'énergie totale qu'elles apportent est encadrée entre 39,6 et 58,5 % (entre 4,4 et 6,5 g pour 100 kcal, à raison de 9 kcal/g) (La commission des Communautés Européennes, 2016). À partir de l'introduction d'aliments solides, les profils lipidiques dépendent de la nature et du mode de préparation des aliments choisis (Nicklaus *et al.*, 2009).

Lors de la période d'alimentation lactée et pendant les trois premières années de vie de l'enfant, différents travaux soulignent la nécessité d'un apport en lipides important, et selon un profil optimisé en acides gras (Uauy et Dangour, 2009). De la naissance à 3 ans, les apports lipidiques contribuent au développement neuronal et visuel, à la croissance et au poids corporel (Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation, 2010 ; Uauy et Dangour, 2009). Plus précisément, jusqu'à l'âge de 6 mois, l'organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation recommande que la part des lipides dans les apports énergétiques s'établisse autour de 40 % à 60 %, puis qu'elle diminue progressivement vers 35 % jusqu'à l'âge de 2 ans ; pour varier après 2 ans entre 25 et 35% comme pour les adultes (Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation, 2010). L'EFSA (European Food and Safety Authority) a émis des recommandations relativement proches : les lipides devraient apporter 40 % de l'énergie entre 6 et 12 mois ; 35–40 % entre 12 et 24 mois ; puis 20–35 % après 2 ans (EFSA Panel on Dietetic Products). Du point de vue qualitatif, les acides gras saturés ne devraient pas représenter plus de 10 % de l'apport énergétique, et les acides gras polyinsaturés à longue chaîne devraient représenter de 5 à 15 % de l'énergie (4–13 % pour les acides gras polyinsaturés n-6 ; 1–2 % pour les acides gras polyinsaturés n-3, avec un rapport n-6/n-3 variant de 5/1 à 10/1). De plus, le rôle fonctionnel de certains acides gras polyinsaturés (acides linoléique, α -linoléique, docosahexaénoïque) justifie leur statut « d'essentiel » (Uauy et Dangour, 2009). Ainsi, les lipides auraient un rôle fonctionnel à court terme dans l'alimentation de l'enfant. Il est important de souligner également la contribution de la consommation des lipides dans la petite enfance à la « programmation métabolique ». Ainsi, il a été montré que des apports plus élevés en lipides à 2 ans étaient associés à l'âge de 20 ans à une adiposité moindre, et à des taux de leptine plasmatique plus faibles (Rolland-Cachera *et al.*, 2013), alors que la consommation d'un excès de protéine dans les deux premières années de vie était associée à un rebond d'adiposité plus précoce et à un indice de masse corporelle plus élevé plus tard dans l'enfance (Rolland-Cachera *et al.*, 1995 ; Scaglioni *et al.*, 2000). Certains travaux montrent l'absence de lien systématique entre la part d'énergie apportée par les lipides et l'obésité chez l'enfant (Mace *et al.*, 2006 ; Rodriguez et Moreno, 2006). Néanmoins, la consommation de certains lipides pourrait être impliquée dans le développement de l'inflammation et de l'obésité chez l'enfant, en particulier un profil de consommation riche en acides gras n-6, saturés et *trans* et pauvre en acides gras n-3 (Ailhaud *et al.*, 2007 ; Innis, 2007 ; Robinson et Godfrey, 2008 ; Zimmermann et Aeberli, 2008).

Au-delà des aspects réglementaires et des recommandations nutritionnelles, le choix des matières grasses utilisées dans l'alimentation des enfants dépend de la culture culinaire et des disponibilités alimentaires offertes aux parents. Par exemple, les mères italiennes ajoutent de l'huile d'olive aux aliments de diversification de leurs enfants (Greco *et al.*, 1998). Une enquête sur les pratiques de diversification alimentaire indiquait que parmi les mères françaises qui préparaient les aliments de leur enfant (46 % de l'échantillon interrogé), 17 % ajoutaient de l'huile, 30 % de la crème et 52 % du beurre (Maier *et al.*, 2007). Néanmoins, des données

de consommation conduites en France montrent une insuffisance des apports lipidiques : en 2005, les lipides représentaient moins de 45 % des apports énergétiques dès 5 mois, et moins de 35 % à partir de 13–18 mois (Fantino et Gourmet, 2008) ; en 2003–2006, parmi les enfants inclus dans la cohorte française EDEN, le pourcentage d'enfants recevant moins de 35 % de lipides (en pourcentage des apports énergétiques totaux) s'élevait à 71 % à 8 mois et à 88 % à 12 mois (Yuan *et al.*, soumis).

Ainsi, deux constats peuvent être dressés : d'une part, l'importance des lipides dans l'alimentation des enfants de moins de deux ans en raison de leur intérêt fonctionnel dans le développement neuronal et de leur effet potentiellement protecteur d'une obésité ultérieure ; d'autre part, la faible contribution des lipides aux apports énergétiques totaux chez les enfants français, d'après les estimations disponibles, avec une minorité d'enfants pour lesquels les apports sont satisfaisants.

3 Contrôle « sensoriel » de la consommation de lipides

Au-delà de ces observations, il importe de comprendre dans quelle mesure les lipides présents dans les aliments consommés par les enfants sont susceptibles de moduler le comportement de consommation envers ces aliments. En d'autres termes, la question est de comprendre l'influence des propriétés sensorielles et nutritionnelles des lipides dans le contrôle de la prise alimentaire des aliments en contenant.

On sait de manière générale que la prise alimentaire est modulée par un ensemble de facteurs tant externes (contexte du repas, facteurs sensoriels) qu'internes (contrôles hormonaux et nerveux) (Berthoud, 2011 ; Herman et Polivy, 2008). Les lipides, en raison de leur apport énergétique élevé, sont susceptibles d'être fortement consommés, d'autant plus qu'ils présentent des propriétés sensorielles généralement jugées agréables, combinées à une forte densité énergétique et à un faible caractère rassasiant (Drewnowski, 1992 ; Drewnowski et Almiron-Roig, 2010). Qu'en est-il de manière plus spécifique chez l'enfant ?

L'existence d'une préférence pour les lipides présuppose que ces nutriments puissent être perçus par l'organisme. La perception des lipides est complexe puisqu'elle est associée à plusieurs composantes sensorielles : une composante texturale, une composante olfactive et peut-être une composante gustative, notamment en terme de détection des acides gras, dont le mécanisme complet est toujours à l'étude chez l'homme (Chevrot *et al.*, 2014 ; Keast et Costanzo, 2015 ; Tucker *et al.*, 2014). Les lipides ont un impact important sur la texture des aliments et contribuent à leur appréciation. Chez l'enfant, il est possible que la texture soit un déterminant plus important de la consommation d'un aliment que le goût ou la couleur (Werthmann *et al.*, 2015), même si cela n'a pas été montré spécifiquement dans le cas des lipides. Ils sont aussi un véhicule d'arômes important, car beaucoup de molécules odorantes sont liposolubles ; de plus certains acides gras possèdent leur propre composante olfactive, susceptible d'impact le comportement alimentaire (Boesveldt et Lundstrom, 2014).

L'étude du comportement et des préférences alimentaires chez l'enfant de moins de deux ans est compliquée par les

contraintes méthodologiques imposées par le développement cognitif limité de cette population. Néanmoins, l'observation du comportement de consommation peut renseigner indirectement sur les préférences ou l'appréciation. Différents signaux pourront être utilisés à cette fin : étude des expressions faciales manifestées par l'enfant lors de la consommation d'un aliment, durée de consommation, quantité consommée, etc.

Différents travaux explorant la préférence des enfants pour les lipides seront rapportés ici, qui ne distinguent pas généralement la nature des acides gras utilisés. Ces travaux répondent à trois questions :

- quelle est l'influence de la teneur en lipides sur la préférence pour l'aliment ?
- quelle est l'influence de la teneur en lipides sur la quantité d'aliment consommée ?
- dans quelle mesure les lipides favorisent-ils l'apprentissage de l'appréciation d'un aliment ?

3.1 Influence de la teneur en lipides sur l'appréciation d'un aliment

La réaction envers des aliments lipidiques à la naissance a reçu peu d'attention. Alors que la présentation de sucre ou de quinine (substance amère) à des nouveau-nés entraîne des modifications marquées (dans un sens positif ou négatif) de leurs cris, de leurs expressions faciales et de leur comportement général, la présentation de quelques gouttes d'huile de maïs n'entraîne aucun effet (Graillon *et al.*, 1997). Ainsi, on ne peut avancer l'existence d'une préférence « innée » pour le gras, contrairement à l'appréciation de la saveur sucrée et au rejet de l'amertume. D'autres travaux montrent aussi que des nouveau-nés et des nourrissons de 1 mois consomment autant de lait à teneur élevée en matière grasse que de lait à teneur réduite en matière grasse, mettant à nouveau en doute l'hypothèse d'une préférence innée pour les lipides (Chan *et al.*, 1979 ; Woolridge *et al.*, 1980). En revanche, les patterns de succion des nouveau-nés sont plus longs lors de la consommation de lait le plus gras, ce qui peut être interprété comme un signe d'appréciation (Nysenbaum et Smart, 1982).

La préférence pour une émulsion lipidique (0,35 g/100 g d'huiles de tournesol et de colza (50 %/50 %) dans de l'eau) a été évaluée relativement à de l'eau, dans une cohorte d'enfants vus à 3, 6 et 12 mois (Schwartz, 2009). Cette préférence est évaluée par la présentation brève de biberons contenant de l'eau ou l'émulsion lipidique ; elle est traduite par un indice de consommation de l'émulsion lipidique par rapport à l'eau (Schwartz *et al.*, 2009). Alors qu'on observe une augmentation de la préférence pour les solutions sucrée (lactose) et salée (NaCl) de 3 à 12 mois, on observe une diminution de l'appréciation de la solution lipidique entre ces âges, partant d'un niveau reflétant l'indifférence et arrivant à un niveau indiquant le rejet (Schwartz *et al.*, en préparation). Ce rejet pourrait être lié à la présence dans l'émulsion de composants volatils issus de l'oxydation des lipides, qui est difficile à éviter lors de la préparation.

Les résultats reportés ici traduisent donc chez le nourrisson l'existence d'une appréciation pour des ingrédients tels que le sucre (dès la naissance) ou le sel (à partir de 6 mois), mais ils

ne montrent pas une préférence claire pour les lipides présentés en émulsion dans la première année.

Chez des enfants plus âgés, une teneur en lipides plus élevée dans un aliment n'est pas systématiquement associée à une préférence plus élevée. Un travail conduit aux États-Unis chez des enfants et des adultes a évalué quel était le taux de matière grasse ou de sucre préféré dans des yaourts (Mennella *et al.*, 2012). Le yaourt contenant le plus de sucre (36,2 %) est le plus apprécié pour 31 % des enfants et 24 % des mères. Par contraste, le yaourt contenant le plus de crème (15,6 %) est le plus apprécié pour 16 % des enfants seulement, et par 39 % des mères. Ainsi, comparativement aux adultes, les enfants apprécieraient davantage des teneurs élevées en sucre qu'en matière grasse. Une étude conduite dans notre laboratoire auprès d'enfants de 8 à 10 ans et d'adultes a comparé l'appréciation de différents aliments en fonction de variations de la teneur en sel, en sucre ou en matière grasse (Nicklaus et Lange, 2013). Elle a montré que les variantes les plus appréciées par les enfants sont la plupart du temps plus salées ou plus sucrées que celles les plus appréciées par les adultes ; mais pour certains aliments (biscuits par exemple), les variantes les plus appréciées par les enfants sont moins grasses que celles qui sont les plus appréciées par les adultes.

Malgré ces observations qui ne mettent pas en avant une appréciation systématique des aliments les plus gras, les travaux interrogeant chez les enfants l'appréciation d'aliments plus ou moins riches en lipides montrent quasiment systématiquement que les aliments dont l'appréciation est la plus élevée sont ceux qui contiennent le plus de lipides (Alexy *et al.*, 2001 ; Birch, 1992 ; Cooke et Wardle, 2005 ; Perl *et al.*, 1998 ; Rogers et Emmett, 2002). Ainsi, on constate l'appréciation élevée d'aliments riches en lipides, bien que, pour un aliment donné, l'augmentation de la teneur en lipides ne soit pas la garantie d'une préférence systématique.

3.2 Influence de la teneur en lipides sur la quantité d'aliment consommée

Dans le contexte du PNNS qui encourage à manger « moins gras, moins salé, moins sucré » (Ministère de la Santé, 2006), nous nous sommes interrogés sur l'effet d'une modification de la teneur de ces ingrédients sur la quantité d'aliment consommé. On peut supposer que le caractère plaisant des lipides puisse entraîner une consommation plus élevée d'un aliment contenant une teneur en lipides plus importante, toutes choses égales par ailleurs.

Cette question a été abordée en mesurant les consommations d'enfants de 2 à 3 ans, lors de repas pris dans leur contexte habituel de consommation, c'est-à-dire lors du déjeuner en crèche collective (Bouhhal *et al.*, 2011). Nous avons fait varier la teneur en sel, sucre, et matière grasse dans différents aliments et mesuré la quantité consommée (exprimée en grammes) par les enfants, lors de différents repas espacés de 2 semaines, au cours desquels toutes les conditions étaient maintenues constantes à l'exception de la teneur en sel, sucre ou matière grasse. L'ajout de beurre (2,5 ou 5 %) dans des pâtes ou des haricots verts n'a eu aucun effet significatif sur la quantité consommée par les enfants (environ 100 g pour les pâtes et 45 g pour les haricots verts). En revanche, cette étude

met en évidence l'effet de la teneur en sel sur la consommation des mêmes aliments : plus la teneur en sel est élevée, plus l'aliment est consommé. De plus, ce travail a montré une relation positive entre la consommation de pâtes et la corpulence des enfants, relation d'autant plus forte que les pâtes étaient riches en beurre (Bouhhal *et al.*, 2011).

Une étude assez comparable conduite aux États-Unis auprès de jeunes enfants a mis en évidence également une absence d'effet de la teneur en matière grasse sur la consommation (en grammes) de l'aliment dans lequel elle variait ; cependant cette étude montrait que les repas où l'aliment le plus lipidique était proposé étaient associés à une prise calorique plus élevée (Leahy *et al.*, 2008).

Ainsi, ces travaux montrent qu'une teneur élevée en lipides n'est pas associée à une consommation plus élevée de l'aliment, en grammes ; en revanche, du fait de la densité énergétique importante des lipides, une teneur plus élevée en lipides est systématiquement associée à une consommation énergétique plus importante.

3.3 Contribution des lipides au développement du comportement alimentaire

Le comportement alimentaire est appris, sous l'effet des expériences alimentaires, notamment les expériences les plus précoces (Nicklaus, 2015). Ces apprentissages précoces permettent à l'enfant d'apprendre « quoi » manger, et « combien » en manger. Sous l'effet des expériences répétées, l'organisme apprend à associer les propriétés sensorielles d'un aliment (texture, arômes, saveurs), à ses propriétés nutritionnelles (densité énergétique), ce qui permet le contrôle qualitatif et quantitatif des prises alimentaires.

Dans les premières années de vie, la densité énergétique du lait varie normalement assez peu, ce qui facilite la prise énergétique du nourrisson. Cependant, lorsque les nourrissons sont placés dans des conditions inhabituelles, par exemple lorsque le lait qu'ils consomment est plus dilué, ils sont capables d'adapter la quantité de lait consommée après une période d'apprentissage (Fomon *et al.*, 1975). L'analyse de données d'une enquête américaine confirme l'efficacité de cette capacité d'adaptation jusqu'à l'âge de 11 mois, alors qu'au-delà de cet âge, les enfants tendent à manger des quantités de plus en plus indépendantes de la densité énergétique des aliments qui leur sont proposés (Fox *et al.*, 2006).

À partir de la diversification alimentaire, la densité énergétique des aliments proposés aux enfants devient plus variable, selon le mode de préparation des aliments. Ainsi, l'ajout de matières grasses à une purée de légumes en modifie à la fois les propriétés nutritionnelles et les propriétés sensorielles. Quel est l'effet de cet ajout sur la consommation de cet aliment ? On peut envisager deux hypothèses : d'une part, que l'ajout de matières grasses rende l'aliment plus palatable, entraînant ainsi une consommation plus élevée et d'autre part que cet ajout rende l'aliment plus énergétique, entraînant ainsi une consommation moindre. Nous avons évalué ces hypothèses chez des enfants au début de la diversification alimentaire, vers 6 mois, en utilisant comme support une purée d'artichaut (Remy *et al.*, 2013). Les résultats montrent que suite à la consommation

d'une variante « nature », la consommation augmente (soulignant un effet d'apprentissage classique dit d'expositions répétées); alors que suite à la consommation d'une variante « enrichie en lipides » (associée à un triplement de la densité énergétique), la consommation restait stable. Ceci valide la deuxième hypothèse et révèle la mise en place d'un rassasiement conditionné suite aux expositions à la variante de forte densité énergétique. La consommation stable de l'aliment laisse penser qu'aucun rejet de sa saveur ne s'est mis en place. Ce travail révèle donc la capacité d'apprentissage du contrôle des quantités consommées en fonction de la densité énergétique. Ces résultats ont été reproduits chez des enfants jusqu'à trois ans (Caton *et al.*, 2013 ; 2014 ; Hausner *et al.*, 2012).

La sensibilité à la densité énergétique des aliments (et à leur contenu en lipides) peut également être associée à une capacité à ajuster la consommation alimentaire en réponse à la quantité d'énergie ingérée lors du repas précédent, qui est bien développée chez l'enfant mais qui semble « perdue » chez l'adulte (Birch et Deysher, 1985, 1986). Cette capacité d'ajustement à la densité énergétique n'est pas spécifique à l'énergie apportée par les lipides, elle s'applique également à l'énergie apportée par les sucres (Remy *et al.*, 2014). Par ailleurs, la consommation d'un aliment pauvre en lipides lors d'un repas n'est pas associée à la sélection ou à la consommation de plus de lipides lors d'un repas consécutif (Birch, 1993).

La densité énergétique peut aussi servir de signal renfort lors de l'apprentissage de l'appréciation d'un aliment. Des travaux conduits avec des enfants de 2 à 4 ans montrent ainsi clairement qu'un arôme associé au cours de consommations répétées à une forte densité énergétique (associée à des lipides ou au sucre) est plus apprécié qu'un arôme associé à une faible densité énergétique (Birch *et al.*, 1990 ; Johnson *et al.*, 1991 ; Kern *et al.*, 1993). Cet effet est d'autant plus important que l'enfant a faim au moment de la présentation de l'aliment. L'effet de cet apprentissage est toujours observé deux mois après la phase d'apprentissage (Kern *et al.*, 1993). Ceci pourrait expliquer que lorsque les enfants sont laissés libres de leurs choix, les aliments qu'ils choisissent sont ceux qui leur apportent le plus d'énergie (Nicklaus, Chabanet *et al.*, 2005). Ces observations révèlent une capacité importante de l'organisme à associer une caractéristique sensorielle *a priori* neutre (l'arôme) à un effet nutritionnel (ici la quantité d'énergie apportée par l'aliment). Ce mécanisme de conditionnement associatif dit « saveur-nutriments » est très puissant et probablement hérité d'une époque où les ressources alimentaires étaient rares, et où le repérage des sources de nutriments dans l'environnement était essentiel pour la survie individuelle.

4 Conclusion

En conclusion, il est possible et souhaitable de développer des offres alimentaires adaptées aux besoins des jeunes enfants et permettant d'optimiser leur statut nutritionnel, notamment lipidique. Les connaissances des profils lipidiques les plus adaptés doivent encore être renforcées, en dégagant notamment des optimums pour différents âges critiques du développement, en fonction des recommandations en vigueur. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour d'une part évaluer de manière plus systématique, dans différentes matrices

alimentaires, l'impact de la teneur en lipides sur l'appréciation des aliments et les quantités consommées, avant et après apprentissages ; et d'autre part pour comprendre la contribution de la consommation *précoce* de lipides au développement des préférences pour des aliments lipidiques.

Remerciements. Ce travail a été permis par un contrat du Conseil Régional de Bourgogne (PARI Agral 1) et par le FEDER (Fonds Européen pour le Développement de l'Économie Régionale). La contribution des personnes suivante est remerciée : C. Schwartz, S. Bouhhal, E. Remy, C. Divert, W. Yuan, C. Chabanet, C. Lange, R. Schoumacker, V. Feyen, E. Szeleper, S. Issanchou.

Conflit d'intérêt. Aucuns.

Références

- Ailhaud G, Massiera F, Alessandri JM, Guesnet P. 2007. Fatty acid composition as an early determinant of childhood obesity. *Genes Nutr*. 2: 39–40.
- Alexy U, Sichert-Hellert W, Kersting M, Manz F. 2001. The foods most consumed by German children and adolescents: Results of the DONALD Study. *Ann. Nutr. Metab.* 45: 128–134.
- Berthoud HR. 2011. Metabolic and hedonic drives in the neural control of appetite: who is the boss ? *Curr. Opin. Neurobiol.* 21: 888–896.
- Birch LL. 1992. Children's preferences for high-fat foods. *Nutr. Rev.* 50: 249–255.
- Birch LL. 1993. Effects of a nonenergy fat substitute on children's energy and macronutrient intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 58: 326–333.
- Birch LL, Deysher M. 1985. Conditioned and unconditioned caloric compensation: evidence for self regulation of food intake in young children. *Lear. Motiv.* 16: 341–355.
- Birch LL, Deysher M. 1986. Caloric compensation and sensory specific satiety: evidence for self regulation of food intake by young children. *Appetite* 7: 323–331.
- Birch LL, McPhee L, Steinberg L, Sullivan S. 1990. Conditioned flavor preferences in young children. *Physiol. Behav.* 47: 501–505.
- Boesveldt S, Lundstrom JN. 2014. Detecting fat content of food from a distance: Olfactory-based fat discrimination in Humans. *PLoS One* 9.
- Bouhhal S, Issanchou S, Nicklaus S. 2011. The impact of salt, fat and sugar levels on toddler food intake. *Br. J. Nutr.* 105: 645–653.
- Caton SJ, Ahern SM, Remy E, Nicklaus S, Blundell P, Hetherington MM. 2013. Repetition counts: repeated exposure increases intake of a novel vegetable in UK pre-school children compared to flavour-flavour and flavour-nutrient learning. *Br. J. Nutr.* 109: 2089–2097.
- Caton SJ, Blundell P, Ahern SM, Nekitsing C, Olsen A, Møller P, Hausner H, Remy E, Nicklaus S, Chabanet C, Issanchou S, Hetherington MM. 2014. Learning to eat vegetables in early life: the role of timing, age and individual eating traits. *PLoS One* 9, e97609.
- Chan S, Pollitt E, Leibel R. 1979. Effects of nutrient cues on formula intake in 5-week-old infants. *Infant. Behav. Dev.* 2: 201–208.
- Chevrot M, Passilly-Degrace P, Ancel D, Bernard A, Enderli G, Gomes M, Robin I, Issanchou S, Vergès B, Nicklaus S, Besnard P. 2014. Obesity interferes with the orosensory detection of long-chain fatty acids in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 99: 975–983.
- Cooke LJ, Wardle J. 2005. Age and gender differences in children's food preferences. *Br. J. Nutr.* 93: 741–746.

- Drewnowski A. 1989. Sensory preferences for fat and sugar in adolescence and adult life. *Ann. NY Acad. Sci.* 561: 243–250.
- Drewnowski A. 1992. Sensory properties of fats and fat replacements. *Nutr. Rev.* 50: 17–20.
- Drewnowski A, Almiron-Roig E. Human Perceptions and Preferences for Fat-Rich Foods. In: Montmayeur JP, le Coutre J (eds.), *Fat Detection: Taste, Texture, and Post Ingestive Effects*. Boca Raton, FL (USA): CRC Press Taylor & Francis Group, 2010, pp. 243–264.
- Drouillet P, et al. 2009. Maternal fatty acid intake and fetal growth: evidence for an association in overweight women. The 'EDEN mother-child' cohort (study of pre- and early postnatal determinants of the child's development and health). *Br. J. Nutr.* 101: 583–591.
- EFSA Panel on Dietetic Products N, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal* 8: 1461.
- Fantino M, Gourmet E. 2008. Apports nutritionnels en France en 2005 chez les enfants non allaités âgés de moins de 36 mois. *Arch. Pédiatr.* 15: 446–455.
- Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. 2010. FAO Food and Nutrition Paper 91, pp. 1–166.
- Fomon SJ, Filmer LJ, Jr., Thomas LN, Anderson TA, Nelson SE. 1975. Influence of formula concentration on caloric intake and growth of normal infants. *Acta Paediatr. Scand.* 64: 172–181.
- Fox MK, Devaney B, Reidy K, Razafindrakoto C, Ziegler P. 2006. Relationship between Portion Size and Energy Intake among Infants and Toddlers: Evidence of Self-Regulation. *J. Am. Diet. Assoc.* 106: 77–83.
- Graillon A, Barr RG, Young SN, Wright JH, Hendricks LA. 1997. Differential Response to Intraoral Sucrose, Quinine and Corn Oil in Crying Human Newborns. *Physiol. Behav.* 62: 317–325.
- Greco L, Musmarra F, Franzese C, Auricchio S. 1998. Early childhood feeding practices in southern Italy: is the Mediterranean diet becoming obsolete? Study of 450 children aged 6–32 months in Campania, Italy. *Cultural Paediatric Association. Acta Paediatr.* 87: 250–256.
- Grote V, Verduci E, Scaglioni S, Vecchi F, Contarini G, Giovannini M, Koletzko B, Agostoni C, Project EC O. 2016. Breast milk composition and infant nutrient intakes during the first 12 months of life. *Eur. J. Clin. Nutr.* 70: 250–256.
- Hausner H, Olsen A, Møller P. 2012. Mere exposure and flavour-flavour learning increase 2–3 year-old children's acceptance of a novel vegetable. *Appetite* 58: 1152–1159.
- Herman CP, Polivy J. 2008. External cues in the control of food intake in humans: The sensory-normative distinction. *Physiol. Behav.* 94: 722–728.
- Innis SM. 2007. Dietary lipids in early development: relevance to obesity, immune and inflammatory disorders. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.* 14: 359–364.
- Johnson SL, McPhee L, Birch LL. 1991. Conditioned preferences: young children prefer flavors associated with high dietary fat. *Physiol. Behav.* 50: 1245–1251.
- Keast R, Costanzo A. 2015. Is fat the sixth taste primary? Evidence and implications. *Flavour* 4: 5.
- Kent JC, Mitoulas LR, Cregan MD, Ramsay DT, Doherty DA, Hartmann PE. 2006. Volume and frequency of breastfeedings and fat content of breast milk throughout the day. *Pediatrics* 117: e387–e395.
- Kern DL, McPhee L, Fisher J, Johnson S, Birch LL. 1993. The post-ingestive consequences of fat condition preferences for flavors associated with high dietary fat. *Physiol. Behav.* 54: 71–76.
- La commission des Communautés Européennes. Directive 2006/125/CE DE La commission du 5 décembre 2006 concernant les préparations à base de céréales et les aliments pour bébés destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge.
- La commission des Communautés Européennes, Règlement Délégué (UE) 2016/127 De La commission du 25 septembre 2015 complétant le règlement (UE) no 609/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences spécifiques en matière de composition et d'information applicables aux préparations pour nourrissons et aux préparations de suite et les exigences portant sur les informations relatives à l'alimentation des nourrissons et des enfants en bas âge. *Journal officiel de l'Union Européenne*, 2016.
- Leahy KE, Birch LL, Rolls BJ. 2008. Reducing the energy density of an entree decreases children's energy intake at lunch. *J. Am. Diet. Assoc.* 108: 41–48.
- Mace K, Shakhhalili Y, Aprikian O, Stan S. 2006. Dietary fat and fat types as early determinants of childhood obesity: a reappraisal. *Int. J. Obes. (Lond.)* 30: S50–S57.
- Maier A, Chabanet C, Schaal B, Leathwood P, Issanchou S. 2007. Food-related sensory experience from birth through weaning: Contrasted patterns in two nearby European regions. *Appetite* 49: 429–440.
- Mennella JA, Finkbeiner S, Reed DR. 2012. The proof is in the pudding: children prefer lower fat but higher sugar than do mothers. *Int. J. Obes.* 36: 1285–1291.
- Ministère de la Santé. Deuxième Programme National Nutrition Santé (2006–2010). 2006, p. 55.
- Mitoulas LR, Gurrin LC, Doherty DA, Sherriff JL, Hartmann PE. 2003. Infant intake of fatty acids from human milk over the first year of lactation. *Br. J. Nutr.* 90: 979–986.
- Nicklas T, O'Neil C, Keast D. 2009. Food sources of discretionary fats in diets of children aged 9 to 13 years: What we eat in America, Nhanes 2003–2004. *J. Am. Diet. Assoc.* 109, A94–A94.
- Nicklaus S. 2015. The role of food experiences during early childhood in food pleasure learning. *Appetite*, doi:10.1016/j.appet.2015.08.022.
- Nicklaus S, Lange C. 2013. Comparaison des préférences déclarées et mesurées vis-à-vis du gras, du salé et du sucré, entre adultes et enfant. In: ANR and INRA Vitagora (eds.), *Journée d'information et d'échange sur les préférences vis-à-vis du gras, du salé, du sucré*. Restitution du projet ANR 08-ALIA-006 EPIPREF. Paris, France, 44 p. (slides).
- Nicklaus S, Remy E. 2013. Early origins of overeating: Tracking between early food habits and later eating patterns. *Curr. Obes. Rep.* 2: 179–184.
- Nicklaus S, Boggio V, Chabanet C, Issanchou S. 2004. A prospective study of food preferences in childhood. *Food Qual. Prefer.* 15: 805–818.
- Nicklaus S, Boggio V, Chabanet C, Issanchou S. 2005. A prospective study of food variety seeking in childhood, adolescence and early adult life. *Appetite* 44: 289–297.
- Nicklaus S, Chabanet C, Boggio V, Issanchou S. 2005. Food choices at lunch during the third year of life: increase in energy intake but decrease in variety. *Acta Paediatr.* 94: 1023–1029.
- Nysenbaum AN, Smart JL. 1982. Sucking behaviour and milk intake of neonates in relation to milk content. *Early Hum. Dev.* 6: 205–213.
- Perl MA, Mandic ML, Primorac L, Klapac T, Perl A. 1998. Adolescent acceptance of different foods by obesity status and by sex. *Physiol. Behav.* 65: 241–245.

- Remy E, Issanchou S, Chabanet C, Nicklaus S. 2013. Repeated exposure of infants at complementary feeding to a vegetable puree increases acceptance as effectively as flavor-flavor learning and more effectively than flavor-nutrient learning. *J. Nutr.* 143: 1194–1200.
- Remy E, Divert C, Rousselot J, Brondel L, Issanchou S, Nicklaus S. 2014. Impact of energy density on liking for sweet beverages and caloric-adjustment conditioning in children. *Am. J. Clin. Nutr.* 100: 1052–1058.
- Robinson SM, Godfrey KM. 2008. Feeding practices in pregnancy and infancy: relationship with the development of overweight and obesity in childhood. *Int. J. Obes. (Lond.)* 32: S4–S10.
- Rodriguez G, Moreno LA. 2006. Is dietary intake able to explain differences in body fatness in children and adolescents? *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 16: 294–301.
- Rogers I, Emmett PM. 2002. Fat content of the diet among pre-school children in Britain. II. Relationship with food and nutrient intakes. *Pediatrics* 108: e49–e57.
- Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Akrouf M, Bellisle F. 1995. Influence of macronutrients on adiposity development: a follow up study of nutrition and growth from 10 months to 8 years of age. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 19: 573–578.
- Rolland-Cachera MF, Maillot M, Deheeger M, Souberbielle JC, Peneau S, Hercberg S. 2013. Association of nutrition in early life with body fat and serum leptin at adult age. *Int. J. Obes.* 37: 1116–1122.
- Rolls BJ. 2000. The role of energy density in the overconsumption of fat. *J. Nutr.* 130: 268S–271S.
- Rolls BJ, Drewnowski A, Ledikwe JH. 2005. Changing the energy density of the diet as a strategy for weight management. *J. Am. Diet. Assoc.* 105, S98–S103.
- Salanave B, Peneau S, Rolland-Cachera MF, Hercberg S, Castetbon K. 2009. Stabilization of overweight prevalence in French children between 2000 and 2007. *Int. J. Pediatr. Obes.* 4: 66–72.
- Scaglioni S, Agostoni C, De Notaris R, et al. 2000. Early macronutrient intake and overweight at five years of age. *Int. J. Obes.* 24: 777–781.
- Scherdel P, Botton J, Rolland-Cachera MF, et al. 2015. Should the WHO Growth Charts Be Used in France? *PLoS One* 10: e0120806.
- Schwartz C. 2009. *Dynamique des préférences gustatives du nourrisson : effet des expériences alimentaires et impact sur l'appréciation des aliments*. Thèse de doctorat en Science de l'Alimentation, Univ. Bourgogne, Dijon, 2009.
- Schwartz C, Issanchou S, Nicklaus S. 2009. Developmental changes in the acceptance of the five basic tastes in the first year of life. *Br. J. Nutr.* 102: 1375–1385.
- Schwartz C, Chabanet C, Szleper E, Feyen V, Issanchou S, Nicklaus S. Infant's acceptance of primary tastes and of fat emulsion: developmental changes and links with maternal and infant characteristics (en préparation).
- Tucker RM, Mattes RD, Running CA. 2014. Mechanisms and effects of "fat taste" in humans. *Biofactors* 40: 313–326.
- Uauy R, Dangour AD. 2009. Fat and fatty acid requirements and recommendations for infants of 0–2 years and children of 2–18 years. *Ann. Nutr. Metabol.* 55: 76–96.
- Werthmann J, Jansen A, Havermans R, Nederkoorn C, Kremers S, Roefs A. 2015. Bits and pieces. Food texture influences food acceptance in young children. *Appetite* 84: 181–187.
- Woolridge MW, Baum JD, Drewett RF. 1980. Does a change in the composition of human milk affect sucking patterns and milk intake? *Lancet* 2: 1292–1294.
- Xiang M, Harbige LS, Zetterstrom R. 2005. Long-chain polyunsaturated fatty acids in Chinese and Swedish mothers: diet, breast milk and infant growth. *Acta Paediatr.* 94: 1543–1549.
- Yuan WL, Nicklaus S, Lioret S, et al. (soumis). Early factors related to carbohydrate and fat intake at 8 and 12 months: results from the EDEN mother-child cohort.
- Zimmermann MB, Aeberli I. 2008. Dietary determinants of subclinical inflammation, dyslipidemia and components of the metabolic syndrome in overweight children: a review. *Int. J. Obes. (Lond.)* 32: S11–S18.

Cite this article as: Sophie Nicklaus. Lipides et comportement alimentaire chez les enfants. OCL 2016, 23(3) D307.