EQUATION NUTRITION

DÉTERMINANTS DE LA SATIÉTÉ : DES MÉCANISMES INNÉS AUX COMPORTEMENTS ACQUIS

N°269 - **Mai 2026**

EDITO

L'environnement alimentaire occidental actuel se caractérise par une **disponibilité** accrue **d'aliments à forte densité énergétique, très appétissants,** ainsi que par **des portions plus copieuses.** Ces facteurs influencent les mécanismes de satiété et contribuent à **une augmentation des apports énergétiques,** favorisant ainsi le développement de l'**obésité** (Rolls, et al., 2025). Comprendre la régulation de **l'appétit et la satiété** constitue donc un enjeu majeur pour améliorer la santé par l'alimentation. En effet, ces processus reposent sur des interactions complexes entre **des facteurs intrinsèques et des facteurs externes** (Garutti et al., 2025; Cunningham et al., 2023).

Les enfants, par exemple, manifestent **des préférences innées** pour les **saveurs sucrées**, un trait évolutif avantageux qui les incite à consommer des aliments sources d'énergie (Mennella & Bobowski, 2015). Les comportements alimentaires se construisent ensuite progressivement, sous l'influence des expériences alimentaires, de la socialisation et de l'éducation (Birch & Fisher, 1996). Les **caractéristiques** sensorielles et **physiques des aliments** – texture, volume, présentation, densité énergétique, etc. – influencent également le comportement alimentaire et jouent un rôle déterminant dans la régulation de la **satiété** (Rolls, et al., 2025; Chambers et al., 2015).

Ce numéro s'intéresse au **rôle des fruits et légumes dans la régulation de la satiété**. Il mobilise des données sur les processus comportementaux, la forme et la structure des aliments, ainsi que les réponses physiologiques à l'alimentation.

Le premier article, une revue narrative de Bridget et al. (2026), met en évidence l'importance des préférences alimentaires d'origine biologique chez les enfants. Ces préférences relèvent de mécanismes automatiques qui ne favorisent pas spontanément des habitudes alimentaires saines. Pour adopter des comportements plus sains, **les enfants doivent s'appuyer sur des processus cognitifs descendants** impliquant un contrôle volontaire des prises alimentaires. La socialisation parentale (règles, cadre, encouragement, autonomie) joue un rôle déterminant dans le développement de ces capacités. L'étude souligne la nécessité de mieux comprendre ces mécanismes afin d'améliorer les stratégies de prévention de l'obésité chez l'enfant.

Le deuxième article, une étude expérimentale de Reigh et al. (2026), analyse **l'impact de la forme des fruits** (tranches de pomme, compote ou jus) **sur la satiété** chez 64 enfants. Les résultats montrent que la forme de la pomme n'influence pas significativement la satiété perçue. Toutefois, chez les garçons, la consommation de tranches de pomme avant une collation est associée à une meilleure compensation de l'apport énergétique lors de la collation suivante. À l'inverse, chez les filles, les apports restent comparables, indépendamment de l'apport préalable. Ces résultats suggèrent un effet plus faible sur la satiété chez les filles. Ces différences entre les sexes pourraient refléter des mécanismes sous-jacents distincts. Les garçons semblent davantage réagir aux signaux physiologiques de satiété, tandis que **les filles semblent plus influencées par des signaux acquis ou sociaux**. Cela souligne la nécessité d'interventions adaptées tenant compte des différences entre les sexes pour améliorer la régulation de l'appétit chez l'enfant.

Dans le dernier article, Mantzavinou et al. (2023) comparent les effets de la consommation de quantités égales de pomme et de chocolat, ainsi que d'une portion plus importante de pomme, sur les sensations liées à la satiété. Les résultats montrent que **la faim est influencée par la teneur énergétique des aliments**, tandis que **la sensation de satiété dépend davantage du volume alimentaire**. Les participants ont rapporté des sensations corporelles différentes selon les aliments consommés, suggérant que **la satiété résulte à la fois de signaux liés à l'énergie et de signaux liés à la distension gastrique**. Ces résultats montrent l'importance de distinguer les mécanismes physiologiques impliqués dans la régulation de l'appétit. Ils suggèrent également que les aliments à faible densité énergétique et à fort volume, tels que les fruits et légumes, peuvent favoriser la satiété par des voies complémentaires.

Dans l'ensemble, ces articles soulignent que **les fruits et légumes favorisent la satiété** par leur structure. Riches en **eau** et en **fibres** et **pauvres en énergie,** ils contribuent à la satiété par le biais de mécanismes physiologiques, cognitifs et sensoriels. Ils constituent ainsi un **levier** essentiel **pour adopter des habitudes alimentaires plus saines**.

Barbara J. Rolls
Professeure

UNIVERSITÉ DE PENNSYLVANIE

A PROPOS DE L'AUTEUR

Barbara J. Rolls a obtenu son doctorat en physiologie à l'université de Cambridge. Après avoir débuté sa carrière de chercheuse à l'université d'Oxford, elle est devenue professeure de psychiatrie à la faculté de médecine de l'université Johns Hopkins. En 1992, elle a rejoint la Pennsylvania State University, où elle est professeure et titulaire de la chaire Helen A. Guthrie en sciences de la nutrition. Ses études ont démontré comment certaines caractéristiques des aliments, telles que la variété, la densité énergétique et la taille des portions, influencent l'apport énergétique et la gestion du poids. Elle est l'auteure de sept ouvrages, dont trois de la série Volumetrics. Barbara J. Rolls a été présidente de la Society for the Study of Ingestive Behavior (SSIB) et de la Obesity Society (TOS), et a siégé au conseil consultatif de l'Institut National du Diabète et es Maladies digestives rénales. Elle a reçu des distinctions pour l'ensemble de sa carrière de la part de l'American Society for Nutrition, de la SSIB et de la TOS, et est membre de l'Association américaine pour l'avancement des sciences.

Paige M. Cunningham
Professeure adjointe en sciences de la nutrition

UNIVERSITÉ CORNELL

A PROPOS DE L'AUTEUR

Paige M. Cunningham est professeure adjointe au sein de la division des sciences de la nutrition de l'université Cornell. Elle est titulaire d'une licence en psychologie de Yale University et d'un doctorat en sciences de la nutrition de la Pennsylvania State University. Elle a également effectué un postdoctorat en sciences des aliments au Penn State Sensory Evaluation Center. Spécialiste du comportement alimentaire humain, ses recherches portent sur l'influence des propriétés physiques, nutritionnelles et sensorielles des aliments sur l'appétit et l'apport énergétique. Ses études contribuent à mieux comprendre comment mobiliser l'alimentation au service de la santé humaine. Ses travaux ont été récompensés par de nombreux prix décernés par des organisations professionnelles, notamment la Society for the Study of Ingestive Behavior et The Obesity Society.

Note de l'équipe Aprifel

Également à découvrir dans ce numéro :

- Notre infographie fait le focus sur les facteurs impliqués dans la régulation de la prise alimentaire ;
- Avis d'expert, deux questions à Natalie Rigal ;
- En pratique: 5 conseils pour se reconnecter à ses sensations alimentaires ;
- En bref, notre mini veille de mai 2026 sur l'alimentation, la santé, la durabilité et les fruits et légumes.

RÉGULATION DE L'APPÉTIT CHEZ LES ENFANTS: ACCOMPAGNER DES PRÉFÉRENCES INNÉES VERS LES COMPORTEMENTS ACQUIS

Les comportements alimentaires des enfants reposent en partie sur des mécanismes biologiques innés qui orientent leurs choix vers des aliments plus riches en énergie ou sucrés. Les signaux de satiété, présents dès le plus jeune âge, ne suffisent pas à les guider vers des habitudes alimentaires favorables à la santé. La régulation de ces comportements spontanés dépend alors de processus cognitifs acquis progressivement. Une étude récente analyse le rôle de ces processus acquis dans le développement d'habitudes alimentaires saines et souligne le rôle capital des pratiques parentales.

Dès le plus jeune âge, les comportements alimentaires des enfants sont guidés par des **mécanismes biologiques innés** dits "bottom-up". Ces derniers incluent les **préférences innées** et les **signaux de faim et de satiété**. Cependant, ces processus seuls suffisent pas à assurer le développement de comportements alimentaires sains. Des **mécanismes cognitifs** dits "top-down", acquis au cours de la petite enfance permettent alors de les moduler. Ce processus est désigné sous le terme d'**autorégulation de l'appétit** (Russell & Russell, 2021).

Le rôle des mécanismes acquis reste peu étudié, notamment dans le développement des comportements alimentaires. Une revue récente de la littérature (Bridgett et al., 2026) apporte des éléments nouveaux sur la régulation des signaux de satiété et l'adoption progressive d'habitudes alimentaires saines chez les enfants.

Les comportements alimentaires des enfants sont guidés par des mécanismes hédoniques et des signaux de satiété innés

Ce travail rappelle que, dès le plus jeune âge, les choix alimentaires des enfants sont guidés par des **mécanismes hédoniques et biologiques** (bottom-up). Les enfants privilégient, ainsi, les aliments selon leurs préférences individuelles et ajustent leur consommation aux **signaux de faim et de satiété** (Mennella et al., 2016). Plus spécifiquement, les enfants sont spontanément attirés par les **saveurs sucrées** et les aliments riches en énergie. Au contraire, les goûts amers et acides suscitent une aversion (Mennella & Bobowski, 2015).

L'alimentation des enfants ne s'oriente donc pas spontanément vers les aliments bénéfiques à la santé tels que les **fruits et légumes**. Au sein même de cette catégorie, ils privilégient les aliments les plus riches en énergie

(Gibson & Wardle, 2003). En outre, certains mécanismes physiologiques sont associés à l'évitement des fruits et légumes. (Dovey et al., 2008). C'est par exemple le cas de la **néophobie alimentaire** ou de la sensibilité à la satiété. En l'absence d'action pour pallier ces mécanismes, ces comportements peuvent conduire à **une perte de diversité et de qualité alimentaires** (Da Costa et al., 2022; Vilela et al., 2018).

L'adoption d'habitudes saines et la régulation de l'appétit dépendent de processus cognitifs acquis

Ainsi, la littérature montre que les comportements alimentaires innés des enfants ne les orientent pas en priorité vers les aliments favorables à la santé. L'ajustement aux signaux de faim et de satiété n'est ainsi **pas suffisant pour adopter une alimentation équilibrée et variée**. Au cours de la croissance de l'enfant, des mécanismes dits "top down" se développent. Ils permettent aux enfants de **réguler les impulsions alimentaires** associées aux processus innés. Selon ce travail, plusieurs types de mécanismes acquis existent : (Custers & Aarts, 2010)

- Le **contrôle inhibiteur** qui consiste à privilégier une alternative saine à une option appétente préférée spontanément.
- La **mémoire de travail** qui permet aux enfants de se souvenir et réappliquer les règles et attentes des adultes en matière d'alimentation.
- La **flexibilité cognitive** qui est la capacité à alterner entre les préférences innées et les comportements socialement attendus.

Ces processus cognitifs acquis **régulent progressivement l'alimentation vers des habitudes plus équilibrées**. Ils permettent notamment la consommation d'aliments favorables à la santé, dont les fruits et légumes. Pour autant, leur développement représente un effort pour les enfants. La fixation d'un objectif y est donc souvent associée. Par exemple, la découverte d'un nouvel aliment par un jeune enfant implique les mécanismes acquis et lui permet d'atteindre un objectif de satisfaction parentale (Wesarg-Menzel et al., 2023).

Les pratiques parentales jouent un rôle central dans la régulation de l'appétit des enfants

Cette revue de la littérature **souligne le rôle essentiel des parents** dans le développement et l'acquisition des processus d'auto-régulation "top-down" chez l'enfant. Différentes pratiques parentales peuvent exercer une influence :

- Les parents **régulent les comportements alimentaires** lorsque l'enfant est encore en phrase d'apprentissage – par exemple, en déterminant **les choix et les quantités d'aliments disponibles** ou en transmettant les premiers messages associés aux aliments (Grusec & Davidov, 2019),
- Ils représentent une **motivation externe** à l'adoption de comportements alimentaires sains (Dweck, 2017),
- Ils constituent des **exemples** pour les enfants par leurs **propres pratiques alimentaires**,
- Ils mettent en place **des opportunités de pratique** des mécanismes "top-down".

Cependant, les auteurs soulignent que certaines pratiques parentales sont plus favorables au développement des mécanismes acquis d'auto-régulation. La mise en place d'**un cadre structuré, la promotion de l'autonomie et l'exposition répétée aux aliments** sont clés dans l'acceptation des légumes et autres aliments sains. Au contraire, des pratiques trop strictes ou contrôlantes peuvent perturber les pratiques d'auto-régulation des enfants. Cela s'observe notamment lorsque les aliments sont utilisés comme récompense (Vaughn et al., 2016).

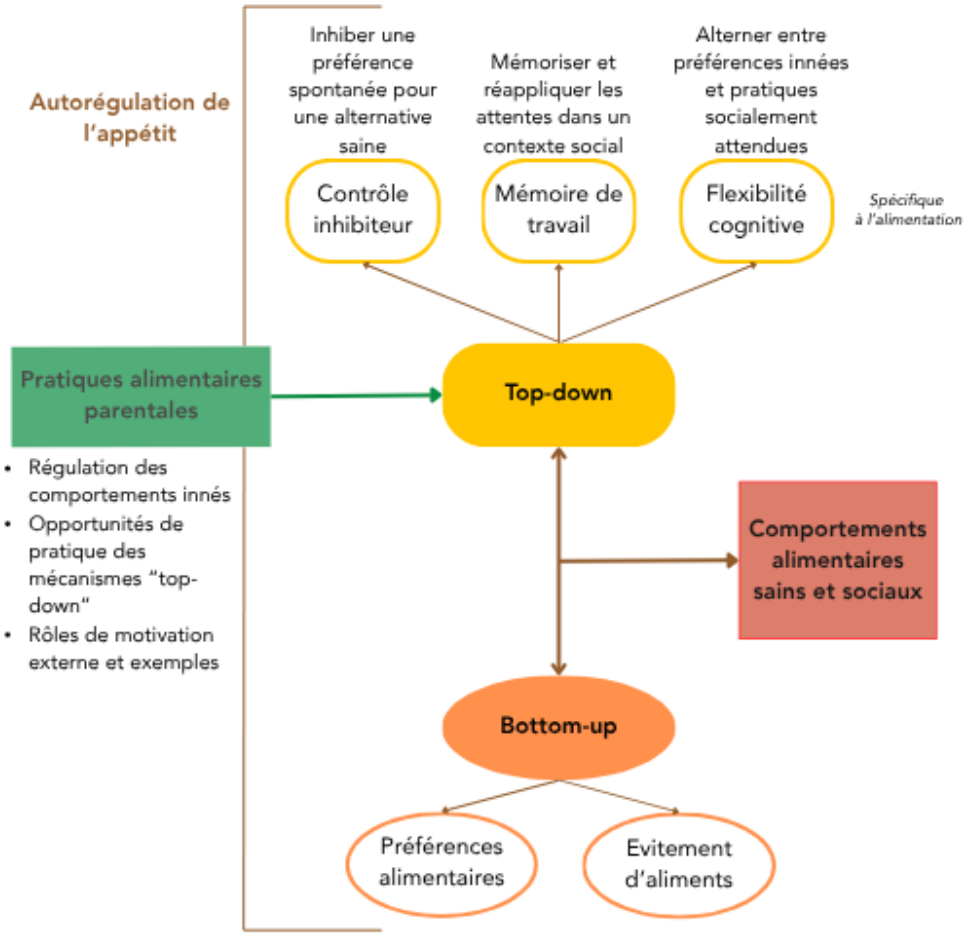

Figure 1: Modélisation de l'auto-régulation de l'appétit chez l'enfant, adaptée selon Bridgett et al., 2026

La consommation de fruits et légumes chez l'enfant résulte donc de **mécanismes acquis au cours de son développement**. Elle dépend en grande partie des pratiques parentales et des expériences alimentaires et interactions sociales qui en découlent. Pour conclure, l'étude souligne les nouvelles influences sociales et environnementales qui accompagnent le passage à **l'adolescence**. Les **motivations autonomes** remplacent progressivement la régulation externe guidée par les parents. **La capacité de régulation acquise pendant l'enfance apparait ainsi primordiale lors de cette période charnière** afin de maintenir des habitudes saines et durables.

Basé sur: Bridgett, D. J., Hughes, S. O., Broussard, M., McCourt, D., Croce, C. M., & Fisher, J. O. (2026). The role of top-down appetite self-regulation in the development of healthy eating behaviors among children: a narrative review and socialization framework.Appetite,218, 108384. https://doi.org/10.1016/j.appet.2025.108384

Méthodologie

- Revue narrative s'appuyant sur des travaux de recherches en psychologie du développement, en pratiques alimentaires parentales et en comportements alimentaires.

Messages clés

- Dès leur plus jeune âge, les enfants sont guidés par des mécanismes innés- préférences, impulsions, signaux de satiété – qui les orientent vers des aliments riches en énergie et en sucres
- Lors du développement, des processus cognitifs d'auto-régulation sont acquis, permettant d'aller vers des comportements plus sains et durables, notamment la consommation de fruits et légumes.
- Le rôle des parents est clé dans cet apprentissage. Ils posent un cadre structurel qui permet à l'enfant d'acquérir de bonnes pratiques alimentaires.

Références

Russell, A., & Russell, C. G. (2021). Appetite self-regulation declines across childhood while general self-regulation improves: A narrative review of the origins and development of appetite self-regulation. Appetite, 162, Article 105178

Mennella, J. A., Bobowski, N. K., & Reed, D. R. (2016). The development of sweet taste: From biology to hedonics. Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders, 17(2), 171–178

Mennella, J. A., & Bobowski, N. K. (2015). The sweetness and bitterness of childhood: Insights from basic research on taste preferences. Physiology & Behavior, 152(Pt B), 502–507.

Gibson, E. L., & Wardle, J. (2003). Energy density predicts preferences for fruit and vegetables in 4-year-old children. Appetite, 41(1), 97–98.

Dovey, T. M., et al. (2008). Food neophobia and 'picky/fussy' eating in children: A review. Appetite, 50(2–3), 181–193.

da Costa, M. P., et al. (2022). Longitudinal bidirectional relationship between children's appetite and diet quality: A prospective cohort study. Appetite, 169, Article 105801

Vilela, S., et al. (2018). Tracking diet variety in childhood and its association with eating behaviours related to appetite: The generation XXI birth cohort. Appetite, 123, 241–248

Custers, R., & Aarts, H. (2010). The unconscious will: How the pursuit of goals operates outside of conscious awareness. Science (New York, N.Y.), 329(5987), 47–50

Wesarg-Menzel, C., et al. (2023). Development and socialization of self-regulation from infancy to adolescence: A meta-review differentiating between self-regulatory abilities, goals, and motivation. Developmental Review, 69, 1–27.

Grusec, J. E., & Davidov, M. (2019). Parent socialization and children's values. In M. H. Bornstein (Ed.), Handbook of parenting: Being and becoming a parent (3rd ed., pp. 762–796). Routledge/Taylor & Francis Group

Dweck, C. S. (2017). From needs to goals and representations: Foundations for a unified theory of motivation, personality, and development. Psychological Review, 124(6), 689–719.

Vaughn, A. E., et al. (2016). Fundamental constructs in food parenting practices: A content map to guide future research. Nutrition Reviews, 74(2), 98–117

COLLATION ET SATIÉTÉ CHEZ L'ENFANT : UN EFFET SIMILAIRE QUELLE QUE SOIT LA FORME DES ALIMENTS MAIS DES DIFFÉRENCES SELON LE SEXE

Les études chez l'adulte montrent qu'à calories égales, la satiété varie selon la forme des aliments (solide, liquide, intermédiaire). Cet effet reste peu documenté chez l'enfant. Une étude récente apporte un nouvel éclairage sur ce sujet. Elle montre que la satiété est influencée de manière similaire après la consommation d'une collation à base de pomme, quelle que soit sa forme. Cette consommation entraine une réduction de l'apport énergétique au repas suivant. Cependant, l'ampleur de la compensation diffère entre filles et garçons, suggérant des mécanismes plus complexes.

La capacité à **réguler ses apports énergétiques** est essentielle dans le cadre d'une alimentation équilibrée et pour maintenir un "poids sain". Cette régulation est en partie orientée par les **signaux de satiété**, eux-mêmes influencés par divers facteurs.

Chez l'adulte, de nombreuses études se sont intéressées à **l'impact de la forme des aliments** sur la satiété. Il est ainsi établi que les boissons rassasient moins que les aliments solides (Yeomans, 2020). Les données sur les fruits et légumes sont cohérentes avec ce résultat. A apport énergétique équivalent, une pomme entière génère une satiété plus élevée qu'une compote ou un jus (Rolls et al., 2025). Cependant, les données restent insuffisantes pour conclure à un effet similaire chez l'enfant.

Une étude récente (Reight et al., 2026) apporte ainsi de nouveaux éléments quant à **l'impact de la forme des aliments sur la satiété chez l'enfant**. Elle examine l'impact de la consommation de pommes, sous différentes formes, sur la régulation de l'appétit chez des enfants de 4 à 6 ans.

Chez les enfants, toutes les formes de pomme influencent la satiété de manière similaire

Cette étude **ne met pas en évidence de différence de satiété** suite à la consommation de **pomme entière, de compote ou de jus** chez l'enfant. Lorsqu'ils consomment ces aliments avant de manger, les enfants réduisent leur apport énergétique au repas suivant. Cette collation (préchargé) donne donc lieu à **une compensation partielle**, sans différence entre les trois formes.

Ce premier résultat contraste avec les données disponibles chez l'adulte. Les auteurs proposent plusieurs pistes pour l'expliquer :

- **Perception de l'aliment** : les aliments donnés en amont du repas étaient masqués aux enfants, minimisant certains **biais cognitifs** au profit des effets sensoriels et physiologiques.
- **Vitesse de consommation** : la vitesse de consommation du jus de pomme était **contrôlée et ralentie**, ce qui peut améliorer l'effet sur la satiété (Flood & Rolls, 2007 ; Mattes, 2005).
- **Différences adulte-enfant** : les enfants peuvent être sensibles à **des signaux différents** de ceux perçus par les adultes. En particulier, une hypothèse propose que les enfants naissent avec une capacité à **ajuster leurs apports à l'énergie consommée**, qui se modifie ensuite sous l'influence de l'environnement alimentaire (Brugaillères et al., 2019 ; Smethers et al., 2019)

Les garçons ajustent plus efficacement leurs apports énergétiques que les filles après une collation

Autre résultat de ce travail, **les garçons semblent compenser plus efficacement leurs apports énergétiques** que les filles pendant le repas suivant la collation. Indépendamment de la forme de la pomme, leur compensation est estimée entre entre 99 et 114 % de l'apport énergétique. Autrement dit, ils consomment **des quantités d'énergie très similaires lors d'un repas pris seul ou précédé d'une collation.** Au contraire, la compensation chez les filles était estimée entre 118 et 130 % de l'apport.

> Les filles ne semblent pas prendre en compte la consommation d'une collation et ajustent moins leurs apports énergétiques pendant le repas.
>
> **Reight et al., 2026**

Cette différence se retrouve également dans **les sensations de satiété** décrites par les enfants. Alors qu'elles varient chez les garçons, selon la présence ou non d'une collation préalable, elles sont inchangées chez les filles.

Ce travail suggère donc que la régulation des prises alimentaires repose sur des **signaux différents** chez les filles et les garçons. Ces derniers seraient davantage influencés par des signaux internes. Au contraire, **les signaux externes, cognitifs et sociaux seraient le déterminant majeur chez les filles**, expliquant une dissociation des prises alimentaires avec la faim et les besoins énergétiques. Des travaux ont ainsi montré que les filles mangent davantage pour faire plaisir à leurs parents et obtenir leur validation (Orrell-Valente et al., 2007).

Cet effet pourrait cependant varier au fil de l'âge. Les auteurs soulignent, ainsi, le jeune âge des participantes à l'étude. En grandissant, celles-ci pourront faire face à de nouvelles injonctions environnementales, comme l'injonction à la minceur et aux régimes, qui pourrait modifier leur régulation des prises alimentaires.

Pour conclure, ce travail souligne le rôle potentiel des **fruits et légumes comme modulateurs de la prise alimentaire.** Encourager la consommation de fruits et légumes en début de repas chez l'enfant pourrait favoriser une meilleure régulation de l'appétit. Cependant, cette approche pourrait être plus efficace en s'adaptant aux spécificités individuelles. Pour conclure, ce travail souligne le rôle potentiel des fruits et légumes comme modulateurs de la prise alimentaire. Encourager la consommation de fruits et légumes en début de repas chez l'enfant pourrait favoriser **une meilleure régulation de l'appétit.** Cependant, cette approche pourrait être plus efficace en s'adaptant aux spécificités individuelles.

Basé sur: Reigh, N. A., Rolls, B. J., Baney, B. A., Francis, L. A., Buss, K. A., Hayes, J. E., Hetherington, M. M., Moding, K., Kling, S. M. R., & Keller, K. L. (2026). Effects of apple form on satiety in 4-6 year-old children: possible evidence of sex differences.Appetite,216, 108269. https://doi.org/10.1016/j.appet.2025.108269

Méthodologie

- Etude expérimentale croisée (intra-sujets) sur 64 enfants âgés de 4 à 6 ans.
- Organisation de cinq sessions : à chaque session, les enfants consomment une précharge différente (tranche de pomme, compote de pomme, jus de pomme, jus de pomme édulcoré, aucune précharge) suivi d'un repas standardisé 20 minutes après.
- Les précharges sont équivalentes en énergie, poids et densité énergétique (sauf le jus édulcoré).
- Les aliments sont présentés dans un contenant masqué pour limiter le biais visuel.

Messages clés

- Contrairement aux adultes, la forme de la pomme n'impacte pas la satiété des enfants.
- Cette différence peut en partie s'expliquer par l'absence de perception du volume consommé.
- Lors du repas, les garçons compensent mieux l'effet d'une précharge avec de la pomme, quelle que soit sa forme. Les filles consomment plus au repas suivant.
- Les garçons semblent plus guidés par des processus internes alors que les filles répondent à l'environnement externe.

Références

Yeomans, M. R. (2020). Satiety. In H. L. Meiselman (Ed.), Handbook of eating and drinking: Interdisciplinary perspectives (pp. 293–313). Springer International Publishing

Rolls, B. J., Roe, L. S., Cunningham, P. M., Keller, K. L., & Zuraikat, F. M. (2025). High satiety: Evaluating determinants of energy compensation and intake in multiple preloading studies. Appetite, 213, Article 108036

Flood, J. E., & Rolls, B. J. (2007). Soup preloads in a variety of forms reduce meal energy intake. Appetite, 49(3), 626–634

Mattes, R. (2005). Soup and satiety. Physiology & Behavior, 83(5), 739–747

Brugaill`eres, P., Issanchou, S., Nicklaus, S., Chabanet, C., & Schwartz, C. (2019). Caloric compensation in infants: Developmental changes around the age of 1 year and associations with anthropometric measurements up to 2 years. The American journal of clinical nutrition, 109(5), 1344–1352.

Smethers, A. D., Roe, L. S., Sanchez, C. E., Zuraikat, F. M., Keller, K. L., & Rolls, B. J. (2019). Both increases and decreases in energy density lead to sustained changes in preschool children's energy intake over 5 days. Physiol Behav, 204, 210–218.

Orrell-Valente, J. K., Hill, L. G., Brechwald, W. A., Dodge, K. A., Pettit, G. S., & Bates, J. E. (2007). « Just three more bites »: an observational analysis of parents' socialization of children's eating at mealtime. Appetite, 48(1), 37–45

RÉGULATION DE L'APPÉTIT : LE RÔLE DISTINCT DU VOLUME ALIMENTAIRE ET DES CALORIES

Une étude récente a comparé les sensations corporelles liées à la consommation de portions de pomme et de chocolat, de grammage ou de teneur énergétique identiques. Ce travail montre que la satiété est déterminée par le volume alimentaire. La sensation de faim dépend quant à elle, à la fois, du volume et de l'énergie ingérée. Ces résultats suggèrent que les aliments à faible densité énergétique et fort volume, tels que les fruits et légumes, peuvent favoriser la satiété et aider à réguler la prise alimentaire. Ils soulignent aussi l'importance de distinguer les mécanismes physiologiques impliqués dans la régulation de l'appétit.

Les études sur l'appétit reposent souvent sur l'évaluation de deux dimensions : **la faim** et **la satiété**. Ces états sont régulés par des **mécanismes physiologiques distincts**. Une faible distension gastrique constitue un signal majeur de faim et favorise l'envie de manger (Rogers et al., 20216; de Castro, 1988; Stricker, 1984). Au contraire, le rassasiement et la satiété dépendent d'une distension gastrique plus importante mais aussi, de la détection par l'organisme de macronutriments dans le tube digestif (Williams et al., 2016 ; Steinert et al., 2012; Janssen et al., 2011; Powley & Philips, 2004; Woods, 2004; Smith., 1988).

La faim et la satiété sont ainsi **influencées par le volume et la teneur énergétique des aliments.** Cependant, l'effet de ces signaux sur **les sensations corporelles** reste peu connu. En effet, la faim et la satiété correspondent à des ressentis subjectifs perçus par les individus.

Une étude récente (Mantzavinou & Rogers, 2023) a ainsi analysé l'effet des signaux de volume et de teneur énergétique des aliments sur les sensations corporelles de faim et de satiété. L'étude s'appuie sur **des méthodes originales** pour décrire les sensations ressenties après la consommation de différents aliments (voir méthodologie). Elles permettent notamment d'en préciser **la nature, l'intensité, la localisation** et l'évolution au cours du temps.

Satiété : le volume alimentaire, principal déterminant

Pour ce faire, les participants à l'étude ont été invités à consommer lors de journées distinctes, 380 g de pomme (200 kcal), 38 g de chocolat (200 kcal) ou 38 g de pomme, 3 heures après leur petit déjeuner. L'intensité, la localisation, l'évolution dans le temps des sensations corporelles liées à la satiété ont ensuite été mesurées 10 minutes, 1 heure et 2 heures après ces prises alimentaires.

Les participants de l'étude expriment une sensation de satiété plus élevée après la consommation d'un grand volume de pomme. Au contraire, la consommation d'une portion de chocolat, bien qu'ayant la même valeur énergétique mais de volume plus faible, induit une moindre sensation de satiété. Le **volume alimentaire** apparait donc comme **le déterminant principal de la sensation de satiété**. La densité énergétique ne semble au contraire pas jouer un rôle déterminant sur la sensation de satiété.

Après la consommation d'un grand volume de pomme, les participants localisent principalement la satiété au niveau de l'abdomen. Cette localisation s'explique par la forte teneur en eau du fruit, qui favorise la **distension mécanique de l'estomac** (Khan, 2018). La sensation de satiété **persiste aussi dans le temps**. Soixante minutes après l'ingestion, elle se maintient à un niveau plus élevé qu'après la consommation de faibles volumes.

Faim : une sensation liée à la fois au volume et à la charge calorique

A l'inverse, la **sensation de faim apparait comme plus complexe, intégrant à la fois le volume et la charge calorique** des aliments.

Ainsi, une heure après l'ingestion, les participants expriment des sensations de faim distinctes selon les portions consommées, même à volume égal :

- Le ressenti de faim est le plus haut pour la consommation de 38g de pomme,
- Il est intermédiaire pour la consommation de 38g de chocolat,
- Et plus faible pour la consommation de 380g de pomme.

L'écart observé entre la petite portion de pomme et le chocolat, pourtant de volume équivalent, **confirme le rôle de la teneur énergétique, en plus du volume sur le ressenti de faim.**

Ainsi, la sensation de faim se distingue de la sensation de satiété par sa dépendance conjointe au volume et à la charge calorique des aliments. Contrairement à la satiété, elle ne peut être expliquée uniquement par la distension gastrique, mais résulte de **l'intégration de signaux mécaniques et métaboliques.**

Les sensations post-ingestion reposent sur des mécanismes distincts et complémentaires

Ce travail démontre, ainsi, que les effets postprandiaux de l'ingestion alimentaire reposent sur **deux systèmes distincts mais complémentaires** : un système **volumétrique** lié à la distension gastrique, principalement responsable de la satiété, et un système **énergétique**, influençant la faim. Cette dissociation a des implications majeures pour la compréhension du contrôle de l'appétit via les sensations de faim et de satiété.

> La nature, l'intensité, la localisation ou la persistance des sensations post-ingestion varient selon le type de signal impliqué.
>
> **Mantzavinou & Rogers, 2023**

La faim étant influencée à la fois par la distension gastrique, le métabolisme et la cognition, **augmenter la charge calorique d'un repas sans modifier son volume impactera principalement cette sensation**. A l'inverse, consommer des aliments à faible densité énergétique mais à fort volume, comme l**es fruits et légumes**, favorise la satiété et contribue à **la régulation des apports énergétiques**.

Pour conclure, ce travail invite à distinguer les notions de faim et de satiété et à intégrer des mesures multidimensionnelles dans les études futures, afin d'affiner la compréhension des mécanismes de la prise alimentaire. Les auteurs soulignent également le rôle central de **la dimension hédonique.** La satisfaction alimentaire dépend en effet d'un équilibre entre plaisir gustatif et sensations corporelles.

Basé sur: Mantzavinou A., Rogers P. J. (2023). Apple versus chocolate: Evidence for discrimination of distension-related and calorie-related satiety signals in post-prandial fullness and hunger, and in the quality and location of other body sensations, Physiology & Behavior, 259, 114051

Méthodologie

Étude expérimentale comparant, chez les mêmes individus, les effets de trois consommations alimentaires, réalisées des jours distincts :

- 380g de pomme, soit 200 kcal,
- 38g de chocolat, soit 200 kcal,
- 38g de pomme, soit 20 kcal.

Échantillon : 6 participants, effets très élevée (Cohen's d jusqu'à 1.96)
Mesures post-prandiales des sensations corporelles réalisées à 0, 10, 60 et 120 minutes

Mesures multidimensionnelles :

- Description des sensations corporelles via des mots ou phrases courtes par les participants
- Localisation des sensations sur un schéma de corps humain
- Utilisation d'échelles VAS validées [1,12] pour les sensations de faim et de satiété

Messages clés

- Les signaux liés à la distension gastrique (volume) et ceux liés à l'énergie (nombre de calories) produisent des effets différenciés sur les sensations de faim et de satiété tant en intensité qu'en temporalité et en localisation corporelle.
- Le volume alimentaire est le principal déterminant de la sensation de satiété
- La sensation de faim est influencée à la fois par le volume et la charge calorique des aliments
- L'originalité du travail réside dans l'intégration de mesures rarement utilisées en recherche sur l'appétit : des tâches permettant d'évaluer la qualité, l'intensité et la localisation des sensations corporelles post-ingestion.

Références

Rogers, P. J., & Brunstrom, J. M. (2016). Appetite and energy balancing.Physiology & behavior,164, 465-471.

de Castro, J. M. (1988). Physiological, environmental, and subjective determinants of food intake in humans: a meal pattern analysis.Physiology & behavior,44(4-5), 651-659.

Strieker, E. M. (1984). Biological bases of hunger and satiety: therapeutic implications.Nutrition Reviews,42(10), 333-340.

Williams, E. K., Chang, R. B., Strochlic, D. E., Umans, B. D., Lowell, B. B., & Liberles, S. D. (2016). Sensory neurons that detect stretch and nutrients in the digestive system.Cell,166(1), 209-221.

Steinert, R. E., Meyer-Gerspach, A. C., & Beglinger, C. (2012). The role of the stomach in the control of appetite and the secretion of satiation peptides.American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism,302(6), E666-E673.

Janssen, P., Vanden Berghe, P., Verschueren, S., Lehmann, A., Depoortere, I., & Tack, J. (2011). The role of gastric motility in the control of food intake.Alimentary pharmacology & therapeutics,33(8), 880-894.

Powley, T. L., & Phillips, R. J. (2004). Gastric satiation is volumetric, intestinal satiation is nutritive.Physiology & behavior,82(1), 69-74.

Woods, S. C. (2004). Gastrointestinal satiety signals I. An overview of gastrointestinal signals that influence food intake.American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology,286(1), G7-G13.

Smith, G. P. (Ed.). (1998).Satiation: from gut to brain. Oxford University Press.

Khan, M. I. H., Farrell, T., Nagy, S. A., & Karim, M. A. (2018). Fundamental understanding of cellular water transport process in bio-food material during drying.Scientific Reports,8(1), 15191.

INFOGRAPHIE – FACTEURS IMPLIQUÉS DANS LA RÉGULATION DE LA PRISE ALIMENTAIRE

Les **signaux** régulant les prises alimentaires **se succèdent tout au long de la journée**, entre faim , appétit , rassasiement et satiété.

Ce processus est régi en partie par des de **mécanismes physiologiques** liés au système gastro-intestinal (réponses hormonales, transformation chimique et mécanique des aliments dans la bouche, capacité d'étirement du système digestif, etc.). Cependant, au-delà de ces régulations internes, **de multiples facteurs entrent également en jeu**: facteurs sensoriels, cognitifs, environnementaux ou liés aux habitudes de vie (sommeil, activité physique, stress, temps d'écran...). Ainsi, dans des **environnements alimentaires** où les aliments palatables sont omniprésents, **l'appétit peut être stimulé indépendamment des besoins.** La régulation alimentaire peut alors être perturbée en faveur de comportements plus obésogènes.

La satiété résulte donc d'un **équilibre complexe entre des facteurs biologiques intrinsèques et des déterminants externes modifiables**. Ces derniers constituent autant de **leviers** pour orienter les comportements alimentaires vers des choix plus sains, diversifiés et durables, favorisant la consommation de fruits et légumes, et permettant une satiété plus maitrisée.

Définitions:

- **Faim :** processus physiologique signalant le besoin de consommer des aliments pour maintenir l'équilibre énergétique.
- **Appétit :** envie de manger, peut être déclenchée par la faim mais aussi par des facteurs émotionnels ou environnementaux.
- **Rassasiement :** diminution progressive de la motivation à manger jusqu'à l'arrêt de la prise alimentaire au fur et à mesure du repas (régule la taille des repas).
- **Satiété :** inhibition du retour de la faim entre les repas (régule la fréquence des prises alimentaires).

Sources :

- *Garutti M., et al. (2025) Hallmarks of Appetite: A Comprehensive Review of Hunger, Appetite, Satiation, and Satiety. Curr Obes Rep 14, 12*

APRIFEL.COM
AGENCE POUR LA RECHERCHE ET L'INFORMATION EN FRUITS & LÉGUMES
Aprifel

Références

Garutti M., et al. (2025) Hallmarks of Appetite: A Comprehensive Review of Hunger, Appetite, Satiation, and Satiety. Curr Obes Rep 14, 12

AVIS D'EXPERT : SIGNAUX DE SATIÉTÉ CHEZ LES ENFANTS : 2 QUESTIONS À NATALIE RIGAL

Natalie Rigal
Professeure en psychologie de l'enfant

UNIVERSITÉ PARIS NANTERRE

A PROPOS DE L'AUTEUR

Natalie Rigal est Professeure en Psychologie de l'enfant à l'université de Paris Nanterre et co-directrice de l'unité de recherche Clipsyd (Clinique Psychanalyse et Développement). Ses travaux de recherche sont consacrés à la construction des conduites alimentaires au cours de l'enfance.

Aucun enfant n’est spontanément attiré vers les légumes.

Vrai

Il existe de nombreux freins à la consommation des légumes chez les enfants (Białek-Dratwa et al., 2022; Fry Vennerød et al., 2018; Rubio & Rigal, 2017. Par ordre d’importance:

- Leur faible densité énergétique: dès la naissance, les enfants sont attirés par les aliments gras et sucrés. Cette préférence répond à un besoin adaptatif : **la première fonction de l’aliment est de nourrir et de fournir de l’énergie**. En raison de leur faible apport calorique, les légumes ne répondent pas à cette fonction immédiate de rassasiement. Cependant, ils contribuent à la préservation de l’équilibre nutritionnel sur le long terme.
- Leurs qualités sensorielles: **les enfants sont attirés par les aliments les moins stimulants sur le plan sensoriel**. Ils préfèrent les aliments faciles à mâcher, avec peu de saveur et d’odeur. Les légumes sont **souvent perçus comme trop stimulants** avec leurs multiples textures (croquants, fondants, etc.), leurs saveurs (amertume, acidité) et leurs odeurs prononcées en bouche.
- Une néophobie alimentaire adaptative: les enfants hériteraient d’une forme de «peur ancestrale» envers les produits issus de l’environnement naturel dont les effets sur la santé n’ont pas toujours été connus. La méfiance, en particulier envers les légumes verts, serait donc le **résultat de processus d’adaptation**.
- Des aliments bruts: les fruits et légumes sont souvent présentés sous forme brute ou peu transformée et donc sans information associée.
  Ils **contrastent** ainsi avec **l’environnement alimentaire des enfants du XXIème siècle**, largement façonné par **la publicité et le marketing**, qui intègrent pleinement des récits et des univers qui rendent les aliments attractifs et désirables.
- Le contexte parental: le discours des parents qui cherchent à faire consommer des légumes à leurs enfants peut se heurter au fait que les enfants ne sont pas naturellement attirés par ces produits. Ainsi, la volonté marquée des parents d’encourager la consommation de légumes peut parfois **renforcer le refus des enfants, par volonté d’opposition**.

Ces facteurs expliquent la réticence spontanée des enfants à consommer des légumes. Leur consommation résulte donc d’**apprentissages implicites** qui se construisent **tous les jours** (au domicile ou en collectivité) et qui est favorisé par certaines pratiques.**L’enfant a besoin d’apprendre à manger des légumes** et la consommation sera d’autant plus favorisée que l’ensemble de l’environnement de l’enfant sera mobilisé et que les pratiques seront adaptées (Rigal, 2005; Rigal et al., 2012).

Les préférences alimentaires des enfants sont uniquement le reflet des pratiques parentales

Faux

Les préférences alimentaires se construisent sous l'influence de **trois niveaux de facteurs** : l'enfant lui-même, son environnement, et les pratiques alimentaires familiales. Chez l'enfant, les préférences sont **en partie innées**, avec une attirance universelle pour le gras et le sucré et un rejet de l'amertume et de l'acidité. Des facteurs individuels liés au **tempérament alimentaire** innésont également impliqués. Ainsi, les enfants peuvent être des **« petits" ou "gros" mangeurs** ou, **être plus ou moins intéressés par la nourriture** (Godefroy et al., 2016). Certains enfants possèdent une forte sensibilité sensorielle. En particulier, une sensibilité accrue à l'amertume peut retarder l'acceptation des légumes (Chiva, 1985).

Les préférences des enfants sont aussi influencées par les **caractéristiques sociétales**, notamment la **culture** à laquelle ils appartiennent. L'alimentation est un marqueur identitaire fort. Les enfants apprennent à manger dans un répertoire alimentaire spécifique à leur culture. Cependant, la mondialisation tend à l'uniformisation des aliments proposés.

Enfin, les **pratiques familiales** jouent un rôle clé (Rigal et al., 2012). Tout d'abord, chaque famille va proposer **un répertoire alimentaire spécifique** selon les **préférences des parents, l'héritage familial, les connaissances ou le budget**. Ainsi, les enfants vont avoir plus de mal à accepter les légumes dans une famille qui n'en propose pas.

Par ailleurs, la **manière de proposer les aliments** est également essentielle. Il existe plusieurs styles de pratiques alimentairesparentales :

- Le style **permissif** : les parents imposent peu de règles et servent aux enfants les aliments qu'ils préfèrent. Les enfants ont ainsi des **difficultés à dépasser leur rejet** initial pour les fruits et légumes et à diversifier leur répertoire alimentaire.
- Le style **démocratique**: les parents établissent des **règles** et encouragent la consommation de fruits et légumes. Ils **proposent** les fruits et légumes dans un contexte chaleureux. **Les enfants peuvent choisir et goûter** une diversité d'aliments, mais ne sont pas obligés de finir leur assiette.
- Le style **autoritaire**: les parents proposent les fruits et légumes avec des **règles strictes et un contexte peu chaleureux**. Cette ambiance socio-affective négative **freine l'apprentissage de l'acceptation de nouveaux aliments** chez les enfants.

Enfin, le plaisir de manger et la convivialité sont des facteurs essentiels. Certaines familles associent l'alimentation à la santé. Au contraire, d'autres pratiques familiales placent plutôt le **plaisir** au cœur de l'alimentation. Les repas sont des **moments d'échange et de convivialité**. Ce second contexte favorise l'apprentissage alimentaire pour les enfants (Marty et al., 2017). En effet, **la santé suscite peu d'intérêt chez les enfants** car ils ne ressentent pas de bénéfice immédiat. La santé s'ancre dans le champ de conscience **à partir de l'adolescence seulement**. Dans l'ensemble, le rapport à l'alimentation des parents est primordial.

EN PRATIQUE : SATIÉTÉ: 5 CONSEILS POUR SE RECONNECTER À SES SENSATIONS ALIMENTAIRES LORS DU REPAS

Dans un quotidien souvent rythmé par le stress et des repas pris rapidement ou sans y accorder une réelle attention, il n'est pas toujours facile d'être à l'écoute de ses sensations corporelles, telles que la faim, la satiété ou le rassasiement. Pourtant essentiels pour mieux percevoir ses besoins, ces signaux peuvent peu à peu passer au second plan, parfois sans même que l'on s'en rende compte. Voici cinq clés simples pour se reconnecter à ses sensations alimentaires au quotidien.

CONSEILS PRATIQUES

1 Faire du repas un moment à part entière

L'idéal est de s'efforcer de manger **assis**, dans un **environnement calme**, sans **écran** et en prenant le temps — si possible **au moins 20 minutes**. Cela favorise une meilleure digestion, laisse le temps à la **satiété** de s'installer et permet de rester **pleinement attentif à son repas**.

2 S'ajuster à sa faim du moment

L'appétit peut **varier d'un jour à l'autre**, selon les besoins, les activités ou le contexte. Il n'existe **pas de quantité universelle** ou d'assiette "par défaut" qui conviendrait à tous les repas et à chacun. Prendre le temps d'**évaluer son appétit** avant de se servir, et s'autoriser à **ne pas finir son assiette** si le rassasiement est atteint, permet de rester à l'écoute de ses sensations.

3 Prendre son temps pendant le repas

Faire des pauses pendant le repas, par exemple en posant ses couverts entre les bouchées, permet de **ralentir le rythme** et de porter attention à son **ressenti**. Ces temps offrent ainsi la possibilité de **faire le point sur sa faim** et de percevoir plus facilement l'**arrivée de la satiété**.

4 **Déguster avec tous ses sens**

Lors du repas, la vue, l'odorat, l'ouïe, le toucher et le goût entrent en jeu. Pour s'entraîner à les mobiliser et profiter pleinement de ses sensations, vous pouvez commencer par vous concentrer sur un seul aliment du repas : observer ses **couleurs** et son **aspect**, sentir ses **arômes**, écouter les **sons à la mastication**, prêter attention aux **textures** en bouche et aux **saveurs**. Cette démarche aide à être plus présent lors de son repas, et progressivement, à **se reconnecter à ses sensations corporelles**

5 **Bien mâcher pour mieux digérer**

La mastication est la **première étape de la digestion**, et permet de préparer correctement les aliments à leur arrivée dans l'estomac. Prendre le temps de **bien mastiquer**, en évitant les morceaux trop gros, **facilite le travail digestif**. Ce moment permet aussi d'apprécier leur **goût**, leur **texture**, et de **remettre le plaisir au centre du repas**.

Plus d'informations

- Notre revue : Interaction entre alimentation et microbiote intestinal
- En pratique : 10 conseils pour une bonne santé digestive
- Notre revue : Le boosting et l'auto-nudging pour changer les comportements

EN BREF

Suivez l'actualité scientifique sur l'alimentation, la santé, la durabilité et les fruits et légumes avec la veille Aprifel de mai 2026.

Restaurants universitaires : des actions déjà efficaces pour promouvoir une alimentation durable, certains leviers encore sous-exploités

Les **restaurants scolaires et universitaires** peuvent jouer un rôle structurant pour **favoriser et soutenir des habitudes alimentaires saines et durables**, notamment par l'amélioration de l' environnement alimentaire des convives. Une revue systématique a analysé les interventions mises en place dans ce but, par les universités américaines. Près de **97 %** d'entre elles ont engagé des actions pour **renforcer la disponibilité des options végétales.** Les initiatives les plus courantes consistaient à augmenter la proportion d'options végétales, organiser des journées sans viande ou proposer des plats nouveaux à partir d'aliments végétaux. Parmi les autres interventions, les principales consistaient à **informer**, **recourir à des nudges**, réduire les portions animales ou proposer uniquement des options végétales. Ces approches simples, déployées à grande échelle, s'avèrent efficaces. Cependant, certains leviers demeurent insuffisamment exploités, notamment la mise en avant visuelle du végétal ou les stratégies de prix

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41953537/

Chine : les régimes riches en légumes verts et fruits jaune-orange comblent les déficits nutritionnels et favorisent la santé cardiovasculaire

Cette **étude de cohorte**, menée sur près de 20 000 adultes chinois âgés, montre que les régimes riches en **légumes verts** et **fruits jaune-orange** réduisent les risques cardiovasculaire et de mortalité toute cause. Ces régimes sont également associés à des **marqueurs de santé cardiométaboliques favorables**, notamment une pression artérielle plus basse et de meilleurs taux de cholestérol. Leurs effets bénéfiques s'expliquent en partie par les nutriments qu'ils apportent. Ils fournissent en effet certains **nutriments insuffisants** dans les régimes asiatiques : la riboflavine, la vitamine C et, le potassium.

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41885087/

Australie : le régime méditerranéen associé à la marche améliore le bien-être des personnes âgées

Un essai randomisé récent a analysé l' **effet conjoint du régime méditerranéen et de l'activité physique** sur le bien-être, la **santé psychologique** et la qualité de vie. Les participants, des Australiens âgés de 60 à 90 ans, ont suivi le programme MedWalk pendant un an. Celui-ci proposait un accompagnement diététique, la fourniture d'aliments caractéristiques du régime méditerranéen et d'un livre de recettes associé et, des **sessions de marche en groupe**. Par rapport au groupe témoin, les participants ont présenté une amélioration plus forte de la santé psychologique et du bien-être dès six mois. Ces résultats renforcent l'intérêt d'**interventions combinées**, associant alimentation et activité physique.

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41878791/

L’autorégulation autonome, centrale dans l’adoption de comportements alimentaires sains

Une étude a examiné le rôle des **motivations** et de **l’autorégulation** dans l’ **adoption de comportements sains**. Les habitudes alimentaires saines évaluées comprenaient la **consommation accrue de fruits et légumes**, l’activité physique et la sédentarité. Les motivations des participants à adopter ces comportements se répartissaient selon quatre catégories : **la santé, l’apparence, l’aspect social et l’intérêt**. En particulier, les participants avec une forte autorégulation autonome et une motivation par intérêt consommaient davantage de légumes. Les femmes présentaient également une autorégulation autonome élevée. Celle-ci peut être liée à une prise en compte plus marquée de la santé et l’apparence dans leurs choix alimentaires. Dans l’ensemble, ces résultats soulignent l’**importance de la motivation autonome** dans les changements de comportements.

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41871614/

Les nitrates d’origine végétale ont des effets favorables sur la santé du foie, à l’inverse des sources animales

Plusieurs sources alimentaires contribuent à la consommation de **nitrates et nitrites** : eau, **légumes à feuilles vertes**, viandes transformées ... À partir de données anglaises et danoises, une **étude de cohorte** a exploré l’association entre la consommation de ces composés selon leur origine alimentaire et le risque de **stéatose hépatique** liée au dysfonctionnement métabolique (MASLD). Une consommation modérée de nitrates d’origine végétale était associée à une moindre fréquence de cas de MASLD. Les individus consommant des nitrates d’origine végétale présentaient des **marqueurs d’imagerie hépatique plus favorables**. Au contraire, des tendances opposées étaient observées pour les nitrates d’origine animale.

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41923663/