

ALIMENTATION DURABLE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Antoine CORNUÉJOLS, AGROPARISTECH – INRAE

Les choix des consommateurs en matière alimentaire ont un impact majeur sur la santé publique et sur la durabilité pour la planète de l'agriculture et de la production alimentaire. Comprendre les déterminants du comportement alimentaire est donc essentiel. Alors que les techniques d'intelligence artificielle semblent pouvoir apporter une aide précieuse pour les découvrir et modéliser les processus de décision, le manque de données disponibles sur les consommations individuelles est un obstacle qui reste encore essentiellement à lever.

ABSTRACT

Consumer choices for food have a major impact on public health and on the sustainability of agriculture and food production. Understanding the determinants of eating behavior is therefore essential. While artificial intelligence techniques seem to be able to provide invaluable help in discovering them and modeling decision-making processes, the lack of available data on individual consumption is an obstacle which remains essentially to be overcome.

1. VERS UNE ALIMENTATION PLUS SAIN ET PLUS SOUTENABLE PAR LA PLANÈTE

Un triple défi doit être relevé en terme d'alimentation humaine. D'abord, assurer l'alimentation de près de 9 milliards d'individus à l'horizon 2050, ensuite promouvoir une alimentation saine, et, pour finir, réaliser ces objectifs avec une production qui garantisse un avenir durable pour la planète et la biodiversité. Or ces défis, énormes, doivent être relevés dans un contexte caractérisé par des changements globaux très rapides.

L'excès de poids corporel est un défi majeur de santé publique du 21^{ème} siècle. En Europe seulement, la prévalence de l'obésité a triplé au cours des trois dernières décennies. Plus de 50% de la population totale en Europe est en surpoids et les taux d'obésité chez les adultes dépassent désormais 20% dans de nombreux pays européens. En particulier, la consommation excessive de sucre et de sel ajoutés a été directement liée à des effets métaboliques indésirables et s'est révélée contribuer à une grande partie des maladies non transmissibles (telles que le diabète de type 2 ou les maladies cardiovasculaires), entraînant une réduction de l'espérance de vie, et affectant négativement la qualité de vie tout en contribuant à l'augmentation des coûts des soins médicaux. Les efforts pour lutter contre ce problème, y compris les campagnes de santé publique visant à réduire le sucre et le sel ajoutés, se révèlent jusqu'à présent infructueux. Les politiques nationales et européennes en matière d'obésité et des problèmes de santé connexes soulignent l'importance de proposer des options plus saines dans l'approvisionnement alimentaire et de convaincre le consommateur de les adopter. À ce stade cependant, compte tenu de la grande complexité des comportements alimentaires chez l'homme, cette simple injonction de manger des aliments sains, pauvres en sucre ajouté et pauvres en sel, n'est pas suffisante. L'adhésion aux directives alimentaires basées sur les aliments reste faible. Des efforts supplémentaires doivent être faits pour comprendre les mécanismes qui conduisent à l'acceptabilité des changements de comportement alimentaire. Seulement une fois ceux-ci mieux connus pourra-t-on concevoir des systèmes de recommandation efficaces car prenant en compte les déterminants des choix des consommateurs.

2. LES DÉTERMINANTS DES CHOIX ALIMENTAIRES

Il est clair que le contexte d'un repas joue un rôle important dans la composition qui est choisie par un consommateur. Le contexte temporel : saison, jour dans la semaine, jour de travail ou pas, heure de la journée. Le contexte social : entre collègues de travail, en famille, avec des amis, lors d'une fête, etc. Le contexte physiologique : niveau d'activité physique, âge, sexe, ayant faim ou pas, etc. Le contexte sensoriel : odeurs, apparence visuelle, environnement sonore, etc. Il apparaît vite que la liste semble pouvoir toujours s'étendre. Or, de plus, tous ces aspects contextuels entrent en interactions, par exemple, on ne mangera pas la même chose la veille ou le lendemain d'un repas de fête. Comment alors identifier des éléments sur lesquels il serait possible de jouer pour influencer les choix d'un consommateur ?

Longtemps, les études ont été parcellaires, effectuées sous la loupe d'une discipline ou d'une autre. Par exemple, en sociologie, des enquêtes, par questionnaires, rarement par observations en « milieu naturel », sont réalisées sur le rôle du contexte social sur les choix alimentaires. En nutrition, l'analyse sensorielle s'attache à établir de fines nuances sur les goûts exprimés des utilisateurs en fonction de différences souvent faibles d'aspects sensoriels. Cependant, ces études sont orientées par des questions posées préalablement, elles ne portent que sur de faibles effectifs de sujets, et elles ne peuvent rendre compte d'interactions complexes entre différents aspects.

3. ALIMENTATION ET « BIG DATA »

L'avènement du « big data » laisse espérer la possibilité d'analyser de vastes bases de données portant sur un très grand nombre de consommateurs et de repas pour en extraire des régularités mettant en jeu potentiellement de nombreuses variables ainsi que des règles de prédiction. Une « alimtech » serait alors à portée de main, à l'instar de la fintech, le monde de la finance révolutionné par les données massives disponibles en temps réel, ou de la medtech, dans laquelle des capteurs de toutes sortes, par exemple les montres connectées, les réseaux sociaux et les données de santé ouvertes vont permettre la naissance d'une médecine personnalisée beaucoup plus efficace que la médecine de masse sur laquelle se basent les diagnostics et surtout les thérapies actuelles.

De manière surprenante cependant, l'examen des données disponibles sur les choix alimentaires des personnes révèle leur insuffisance notoire pour les analyses souhaitées.

Les tickets de caisse permettent de connaître les achats effectués par des millions de consommateurs, mais la granularité des informations glanées est trop grosse pour permettre de connaître la composition des repas et les caractéristiques des personnes qui y participent. De grandes enquêtes, telles que Nutrinet, portent sur des sujets suivis individuellement pendant plusieurs années. Cependant, elles ne fournissent d'informations sur les repas pris que sur des durées très limitées, de l'ordre de quelques jours au maximum. Quoique très intéressantes, elles ne permettent pas de faire les études longitudinales, sur des périodes longues, requises pour comprendre finement les comportements alimentaires.

C'est pourquoi d'autres voies pour mesurer les consommations alimentaires sont recherchées. Parmi elles, on peut citer :

- L'équipement de chaînes de restauration collective avec des capteurs pour mesurer la consommation des clients volontaires pour cela. L'avantage est qu'un suivi assez précis sur la durée est possible. En revanche, seul le contexte en milieu professionnel est observable, assez éloigné des contextes familiaux en soirée, et en période de congés.

- Recourir à des capteurs sophistiqués comme des réfrigérateurs connectés qui seraient capables de détecter les aliments entrant et sortant et les dates et heures associées. Si cette éventualité permettrait sans doute un suivi fin et en contexte familial des consommations, elle n'est cependant pas encore d'actualité et pose des problèmes de confidentialité des données.

- Faire appel à des applications sur smartphones permettant de déterminer la composition des repas consommés par l'utilisateur. Plusieurs options existent : soit demander à l'utilisateur de rentrer sa consommation grâce à une interface la plus conviviale possible, soit demander à l'utilisateur de prendre une photo des plats consommés, photo ensuite analysée par un logiciel entraîné pour déterminer les ingrédients présents et leur quantité. Si ces nouvelles possibilités sont prometteuses, elles ne sont cependant pas encore la panacée car elles demandent un effort de l'utilisateur : souvent celui-ci oublie de rentrer des repas ou se lasse, et elles ne fournissent souvent pas encore une information assez précise et sûre des consommations. Toutefois, il s'agit là d'une source prometteuse de données intéressantes avec des historiques de consommation plus significatifs. L'idéal serait d'avoir un capteur qui, à l'instar d'une montre connectée qui mesure automatiquement l'activité physique de son porteur, puisse mesurer la consommation sans intervention de l'utilisateur. Nous n'en sommes pas encore là.

- Faire appel à des expériences en réalité virtuelle. Le principe est de placer des sujets dans des environnements simulés et de tester les choix qu'ils effectuent en fonction d'un certain nombre de paramètres contrôlés. Il est ainsi possible de mesurer leur appétence pour des aliments en fonction de leur apparence visuelle, ou bien des choix effectués par d'autres « convives » virtuels. Ces expériences ont cependant pour limite d'être ... virtuelles. En raison de leur caractère fictif et de la fatigue qu'elles peuvent occasionner sur les sujets, elles ne fournissent pas d'informations fiables sur des historiques de choix. Cependant, des informations intéressantes peuvent être obtenues de cette façon, par exemple sur l'influence que jouent les autres convives sur les choix émis.

4. LE RÔLE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

À partir de données, il est possible de chercher des régularités permettant de mieux comprendre les comportements alimentaires et leurs déterminants et de concevoir des systèmes d'aide à la décision. Typiquement, les méthodes de l'intelligence artificielle peuvent mettre à jour :

- Une *typologie des consommateurs*. Celle-ci peut être établie directement à partir de caractéristiques renseignées par les consommateurs, par exemple sur le nombre de personnes dans la famille, le niveau d'activité physique, etc. Mais il est également possible d'induire un changement de représentation à partir de données de consommation, et effectuer un clustering dans le nouvel espace ainsi calculé. La figure 1 présente le principe d'une telle analyse dans laquelle les consommateurs sont caractérisés dans un nouvel espace latent.

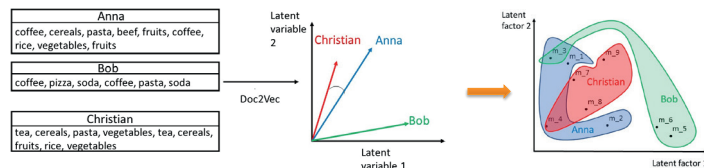


Figure 1 : À partir de descriptions de leurs consommations, un changement de variables a lieu, ici en utilisant une technique de réseaux de neurones, puis les consommateurs sont représentés dans ce nouvel espace.

- Une catégorisation en types de repas (voir figure 2).

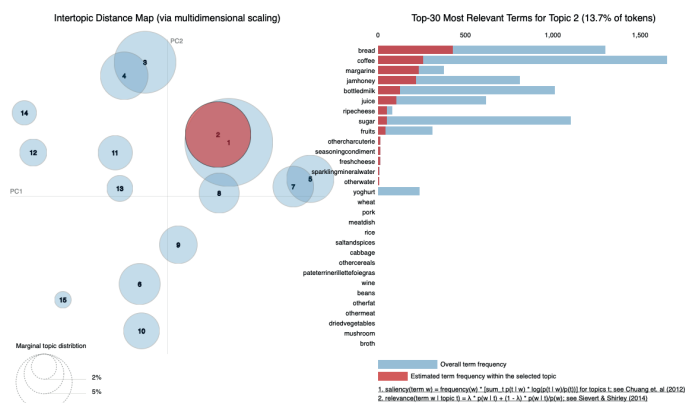


Figure 2 : Identification de types de repas, ici pour les repas de midi. À partir de la description de repas, une analyse sémantique latente est réalisée, à l'instar de ce qui est fait pour de l'analyse de documents, et ici 15 « topics » ont été identifiés (à gauche), chacun d'eux correspondant à un profil de consommation (à droite).

- Des « patterns » de consommation. Par une analyse en motifs fréquents, il est possible d'identifier des conjonctions d'aliments souvent rencontrés ensemble (e.g. café, biscottes, beurre), ou bien des séquences fréquentes.

- Des règles de prédiction du type « si le contexte du repas vérifie telles conditions alors il est probable que le repas ait telles propriétés »

- Des liens de causalité. La mise à jour de ceux-ci demande des méthodes adaptées qui font encore l'objet de recherches. En effet, si les techniques d'apprentissage artificiel et d'analyse statistique sont performantes pour révéler des corrélations dans les données, il est bien connu que corrélation ne signifie pas lien de causalité. Il est important de connaître a priori un graphe de dépendances entre variables ou facteurs pour aider à la mise à jour de relations de causalité en exploitant les données disponibles (voir figure 3).

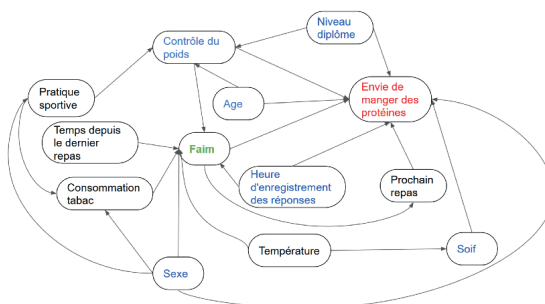


Figure 3 : La consultation d'experts en nutrition et l'analyse de centaines de repas et de leur contexte permettent de construire le graphe de dépendance présenté. À partir de ce graphe et d'une analyse adaptée, il est possible de suggérer des relations causales dont la conclusion est ici la l'envie de consommation de protéines.

La compréhension plus large des déterminants du comportement alimentaire rendue ainsi possible par les analyses multiples des données et des connaissances expertes permet d'envisager la mise au point de systèmes d'aide à la décision. D'un côté, les producteurs peuvent mieux cibler leurs productions en fonction de caractéristiques sur les contextes de consommation et sur les types de consommateurs. D'un autre côté, les consommateurs peuvent recevoir des recommandations pour orienter leurs choix en termes de repas.

5. VERS DES SYSTÈMES DE RECOMMANDATION NUTRITIONNELLE

La recommandation alimentaire est différente de la recommandation à laquelle nous ont habitués les plates-formes d'achat en ligne ou de location de films ou séries. En effet, dans l'achat ou la location, une fois un produit consommé, il ne le sera plus sauf exception. Au contraire, l'alimentation nous place devant des choix répétés à horizon indéterminé de plats à cuisiner et/ou à consommer. De plus, les plates-formes essaient de nous vendre le plus possible de produits, mais elles ne visent pas à modifier nos préférences. Elles tentent de s'y adapter et d'en profiter au maximum. D'où les phénomènes de bulles informationnelles dans lesquelles nous aurions tendance à nous enfermer. Par contraste, la recommandation alimentaire cherche à modifier durablement la manière de choisir des consommateurs. Il s'agit là davantage de quelque chose que l'on pourrait rapprocher du « coaching ». Un tuteur, ou coach, vient aider le consommateur à faire des choix appropriés de consommation, avec comme objectif

qu'au bout d'un moment celui-ci n'ait plus besoin du coach parce qu'il ferait les bons choix de lui-même.

Idéalement, de tels systèmes de recommandation proposeraient des compositions de repas adaptées au consommateur : ses préférences et ses caractéristiques, au contexte : type de repas, saison, contexte social, etc. et aux ressources du consommateur en termes d'aliments disponibles et de possibilités de réalisation. Il y a là un défi considérable car il faut que le système ait connaissance de tous les paramètres en jeu, et puisse prendre une décision acceptable par le consommateur. Une autre solution est de partir de ce que le consommateur proposerait et de lui suggérer des modifications allant dans le sens d'une amélioration de sa diète.

6. CONCLUSION

Les choix en matière alimentaire ont un impact majeur sur la santé publique et sur la durabilité pour la planète de l'agriculture et de la production alimentaire. Comprendre les déterminants du comportement alimentaire est donc essentiel. Or, ceux-ci sont influencés de manière complexe par de très nombreux facteurs d'ordres variés : caractéristiques de l'individu, aspects sensoriels, contexte social, saison, jour et heure, etc. Découvrir les relations qui lient ces facteurs passe certainement par l'utilisation des sciences des données. Cependant, un obstacle à cette approche est le manque de données disponibles à la fois en termes de volume, de précision et de durée. Il faut donc trouver des solutions à ce problème avant de pouvoir mettre au point des outils d'aide à la décision, tant du côté de la production que de celui des consommateurs.