

> Or l'alimentation est aussi liée à diverses pathologies: l'épidémie mondiale d'obésité, les troubles alimentaires comme l'anorexie et la boulimie, l'addiction à la nourriture, les carences graves... Sans oublier les effets néfastes de la malbouffe, les aliments transformés ou trop gras et trop sucrés. Le microbiote intervient-il dans ces problématiques? Si on est en surpoids ou que l'on mange «mal», notre flore est-elle perturbée et en cause dans le dérèglement de la prise alimentaire? Comment peut-on retrouver l'«équilibre»? Est-il possible d'adapter son alimentation afin d'avoir une «bonne» flore intestinale? Et donc, par un mécanisme de cercle vertueux, de retrouver un comportement alimentaire plus adapté?

ENTRE BESOIN ET SATISFACTION

Dans notre cerveau, la double nature de l'acte d'alimentation – apport énergétique et plaisir – est assurée par deux systèmes distincts, mais connectés. Le premier gère les besoins en énergie de notre organisme, qui sont décodés dans l'hypothalamus et dans le tronc cérébral. L'hypothalamus, structure complexe située au centre du cerveau, se compose de plusieurs noyaux ayant des fonctions différentes. L'un d'eux, le noyau arqué, est composé d'un mélange de deux populations neuronales, les uns stimulant l'appétit (les neurones orexigènes NPY/AgRP, activés notamment par les peptides NPY et AgRP, nous y reviendrons), les autres le diminuant (les neurones anorexigènes POMC/CART). Ces deux types de cellules neuronales reçoivent et émettent des signaux de nature opposée et les projettent sur des structures distinctes, principalement l'hypothalamus latéral (LH) pour les orexigènes et le noyau paraventriculaire (PVN) pour les anorexigènes. Ces noyaux dits «de deuxième ordre» relaient les messages de faim ou de satiété et les transmettent au cortex préfrontal ou au tronc cérébral.

Or les neurones du noyau arqué possèdent des récepteurs pour les signaux émanant du tube digestif, par exemple si l'estomac est vide et qu'on éprouve le besoin de manger. Soit ces signaux circulent entre l'intestin et le cerveau *via* la circulation sanguine, soit ils sont transmis par le nerf vague, dont les terminaisons se situent dans un noyau particulier du tronc cérébral, le noyau du tractus solitaire. Puis, une partie des informations concernant notre équilibre énergétique intégrée dans le tronc cérébral est retransmise au tube digestif, et participe au contrôle de la motricité digestive. C'est ainsi que le cerveau et l'intestin interagissent pour répondre à nos besoins énergétiques.

Mais s'alimenter, ce n'est pas seulement survivre; bien souvent, nous mangeons parce que nous sommes stressés, ou au contraire parce que l'on se trouve en bonne compagnie,

ou encore simplement par pur plaisir sensuel. De sorte que les émotions négatives ou positives, et même la culture, influent sur nos décisions de consommer ou non des aliments, parfois même à l'encontre de nos besoins physiologiques.

De fait, le second réseau cérébral qui régule ces envies est le système de la récompense, en particulier le noyau accumbens et l'aire tegmentale ventrale (voir la figure page ci-contre). Cette dernière reçoit des stimuli d'autres régions cérébrales, et transmet des messages au noyau accumbens, en sécrétant un neurotransmetteur associé au plaisir et à la motivation, la dopamine.

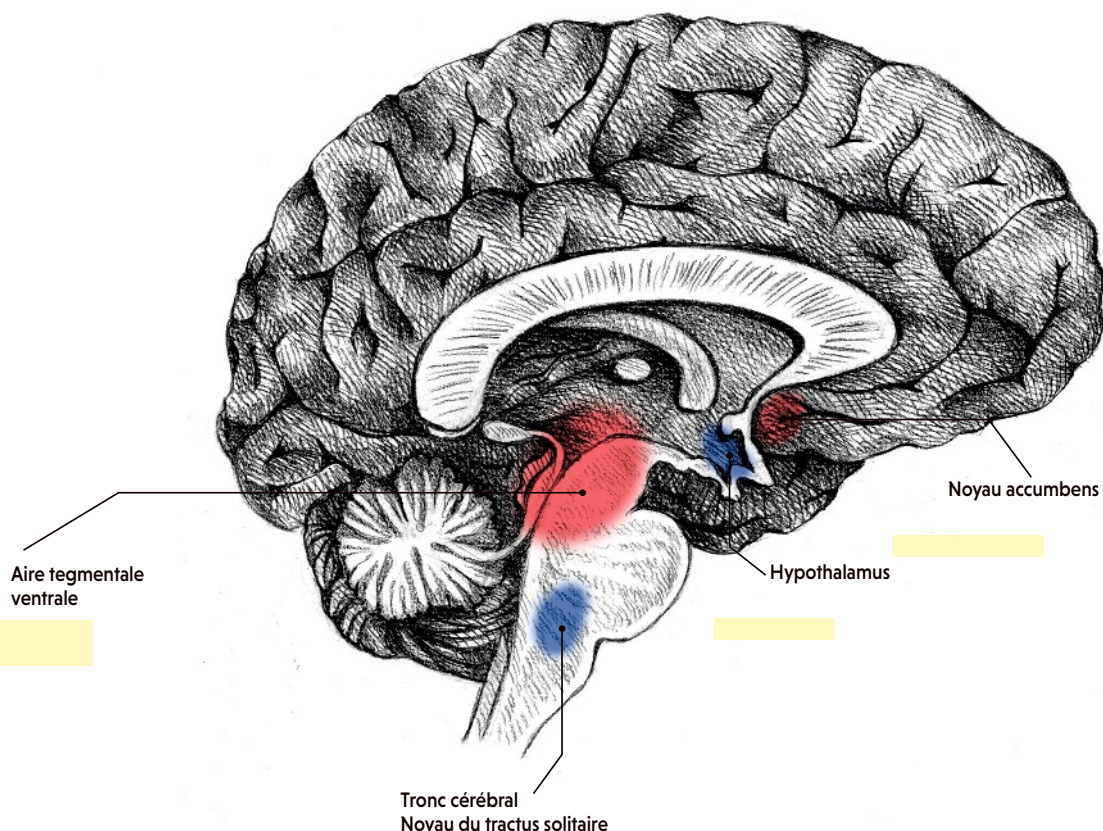
Ainsi, ces deux systèmes cérébraux interagissent avec l'intestin pour réguler nos sensations de faim et de satiété, ainsi que nos petites envies. Mais quels sont les messages? Premier organe au contact des aliments, le tube digestif est l'émetteur initial de ces messages, à savoir une trentaine de petites molécules, des peptides, élaborés par des cellules spécialisées (voir l'encadré page 98). Où et comment le microbiote intestinal intervient-il dans cet équilibre délicat? Certains spécialistes du domaine n'hésitent plus à considérer la flore comme un organe à part entière, organe ayant la spécificité d'être au contact de tous les autres dans l'organisme; il est donc un partenaire indissociable de l'axe intestin-cerveau.

NOS ÉMOTIONS INFLUENT SUR NOS DÉCISIONS DE CONSOMMER OU NON DES ALIMENTS, PARFOIS À L'ENCONTRE DE NOS BESOINS PHYSIOLOGIQUES

CHACUN SA FLORE !

Schématiquement, quatre grandes catégories (ou phylum) de bactéries constituent le microbiote – Bacteroïdètes, Firmicutes, Protéobactéries, Actinobactéries –, chaque personne présentant environ 1000 espèces distinctes. Grâce aux techniques de séquençage du génome bactérien, on a établi la composition précise de la flore humaine et ainsi mis en évidence l'existence de trois groupes ou «entérotypes» (à l'instar des groupes sanguins), selon lesquels chaque individu est défini: le type P comporte majoritairement des bactéries *Prevotella*, le B des *Bacteroides*, et le troisième, des *Ruminococcus*, les deux premiers étant prépondérants dans le monde occidental.

Or les personnes de types P et B ne présentent pas les mêmes capacités digestives,



selon les enzymes bactériennes dont elles disposent. Ainsi, les individus de type B dégradent mieux les hydrates de carbone (des glucides ou sucres complexes contenus notamment dans les féculents – riz, pâtes, pommes de terre ou pain) et les protéines d'origine animale. Les sujets de type P, quant à eux, ont des enzymes spécialisées dans la dégradation des fibres végétales (tout comme ceux de type *Ruminococcus* d'ailleurs), mais « digèrent » moins bien les protéines et les lipides. En outre, les personnes de type P disposent de plus d'espèces bactériennes que les types B, ce qui les rend moins vulnérables aux dérèglements profonds et durables du microbiote, ces dysbioses étant à l'origine de nombreuses pathologies métaboliques, comme l'obésité.

En outre, depuis quelques années, les scientifiques ont découvert que le microbiote intestinal est capable de modifier les messages régulant notre prise alimentaire. Les premiers indices en ce sens proviennent des souris axéniques dépourvues de microbiote. Ces animaux mangent bien plus que leurs congénères en bonne santé, probablement pour compenser le fait qu'ils ne dégradent pas les fibres végétales et disposent donc de moins d'apports énergétiques. De plus, en 2013, Erik Schéle, de l'université de Göteborg, en Suède, et ses collègues ont montré que les souris axéniques possèdent, dans leur noyau arqué hypothalamique, plus de neuropeptides Y ou NPY, qui stimulent les neurones orexigènes, et moins de neuropeptides POMC/CART, qui

Les principales structures cérébrales impliquées dans la consommation alimentaire, en bleu celles régulant nos besoins énergétiques, en rouge, celles impliquées dans le plaisir et l'alimentation émotionnelle. Toutes interagissent pour contrôler notre comportement alimentaire.

activent les neurones anorexigènes. D'où une prise alimentaire supérieure à la normale. En somme, les bactéries de la flore intestinale aident dans certains cas à la digestion, et leur défaillance peut se traduire par des excès d'alimentation.

LE MICROBIOTE RÉGULE L'APPÉTIT ET LA SATIÉTÉ

Une autre étude a révélé que la composition du microbiote intestinal de rats, variant selon leur régime ou leur activité physique, modifie les concentrations sanguines de ghréline, la seule hormone peptidique orexigène, produite par l'estomac, et de leptine, une hormone peptidique anorexigène sécrétée par le tissu adipeux. Plus leur flore contient de *Bifidobacterium* et *Lactobacillus*, et moins elle est riche en *Prevotella*, plus la concentration de ghréline est faible (ce qui réduit le besoin de manger) et plus la concentration de leptine est élevée, ce qui a également un effet coupe-faim.

Comment les bactéries intestinales modifient-elles ces messages de l'équilibre alimentaire? Au contact des nutriments ou des acides biliaires, les bactéries produisent de multiples métabolites, capables de modifier la synthèse des messagers intestinaux. Ce sont notamment des acides gras à chaînes courtes, des molécules de deux ou trois atomes de carbone qui résultent de la dégradation des fibres végétales. Ils sont très abondants dans le côlon: ce sont pour l'essentiel l'acétate (60% des acides gras), le propionate (20%) et le butyrate (20%).