

SCIENCES

Promesses et fantasmes du check-up génétique

Il est possible de connaître entièrement son propre génome. À ses risques et périls.

DAMIEN MASCRET @damien_mascret

GÉNÉTIQUE Le «*check-up génétique*» sera-t-il bientôt aussi banal qu'une prise de sang pour prédire les maladies ? «*Un gène ne code jamais un destin*», a répliqué la semaine dernière le Pr Axel Kahn, membre de l'Académie des sciences, lors de l'audition publique organisée par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Opecst). Le Pr Kahn craint que le glissement de fait vers une médecine personnalisée, fondée sur les caractéristiques biologiques individuelles des malades, ne conduise à «*l'illusion complètement folle selon laquelle on pourra tout connaître à l'avvenir*».

Difficile pourtant de nier que certaines mutations génétiques mènent bien, quoique avec des degrés de sévérité variables, à des maladies comme la mucoviscidose, qui perturbe notamment les échanges pulmonaires, ou la maladie de Huntington marquée par une dégénérescence inéluctable du système nerveux central. «*Jamais autant de perspectives ne se sont ouvertes dans le domaine de la recherche biomédicale*», explique sobrement le Pr André Syrota, président de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm).

Malgré les inquiétudes ne concernent pas la recherche, plutôt l'utilisation commerciale des tests de prédiction génétique. Le Dr Laurent Alexandre, patron de DNAVision, une société de services en analyses génétiques fondée en 2004, fait partie de ces industriels du génome qui ont déjà mis un pied dans notre futur. Car les progrès technologiques se sont considérablement

accélérés ces dernières années. Par une technique dite de séquençage à haut débit, il est désormais possible de réaliser en moins d'une journée l'analyse de l'ensemble du génome d'un individu. Le tout pour moins de 1000 \$. «*On va tomber à 100 \$*», prédit le Dr Alexandre. *Personne n'avait envisagé cette évolution.*

Si l'intérêt est évident pour les chercheurs (nos éditions du 20 avril et du 30 mai 2012), les conséquences sont moins pour le citoyen qui s'engage dans une démarche personnelle. Savoir que l'on risque de devenir chauve à 30 ans

est une chose, vivre avec l'épée de Damoclès d'une maladie grave au-dessus de la tête en est une autre. La confusion entre probabilité et prédiction est également fréquente. «*Chacun possède un patrimoine génétique particulier mais les gènes sont simplement susceptibles d'augmenter ou de diminuer les facteurs de risque pour les maladies, y compris les maladies rares*», relativise le Pr Syrota.

Détenir les clés du génome représente une mine d'or potentielle pour les industriels. La conquête du patrimoine génétique des individus est déjà une réalité, même si le particulier qui recourt à une société privée de check-up génétique n'en a pas toujours conscience. «*Pour-quoi croyez-vous que deux sociétés emblématiques qui s'étaient lancées il y a cinq ans sur le marché de la mesure du risque*



Par une technique dite de séquençage à haut débit, on sait désormais réaliser en moins d'une journée l'analyse du génome d'un individu. BSIP/LAURENT/MAYA

génétique individuel ont été rachetées à prix d'or sinon pour mettre la main sur les bases de données constituées?», remarque le Dr Catherine Bourgain, chargée de recherche en génétique humaine et statistiques à l'Inserm.

Quoi qu'il en soit, le check-up génétique pourrait bien se banaliser en France sans que le débat public n'ait lieu. Ou bien il est considéré comme la prolongation logique du conseil génétique,

déjà largement pratiqué lorsqu'il existe un risque familial de maladie grave. Ou bien il reste une affaire de spécialistes et de parlementaires vigilants. Mais que se passera-t-il lorsque l'on pourra faire le check-up génétique d'un fœtus par une simple prise de sang de sa mère dès le premier trimestre de la grossesse? «*Alors même que l'avortement est encore possible*», glisse le Dr Alexandre.

Quand on pense que le débat n'a toujours pas eu lieu en France concernant le nouveau test, de même type, destiné uniquement à dépister la trisomie 21, autorisé en Suisse l'été dernier, on mesure l'attentisme des autorités de santé. Il y a quelques semaines, les 16 membres de la Commission nationale de l'échographie obstétricale et fœtale en sont venus à démissionner en bloc pour

Des nouveaux gènes du cancer découverts

DE TOUTES les spécialités médicales, la cancérologie est sans nul doute l'une des plus imprégnée de la révolution génétique en cours. Elle permet déjà de mieux cibler les traitements en prédisant l'intérêt – ou non – d'utiliser certaines chimiothérapies. La semaine dernière, pas moins de 5 revues scientifiques de premier plan ont publié des études d'oncogénétique réalisées par un consortium européen qui regroupe plus de 160 équipes de recherche. Les chercheurs identifient 80 sites du génome humain responsables d'un risque augmenté de cancers de la prostate, du sein et de l'ovaire. Ils ont ainsi repéré 23 variations génétiques permettant de cibler les 1% d'hommes ayant le risque le plus élevé de développer un cancer de la prostate. Une population qui pourrait justifier d'un dépistage particulièrement scrupuleux. Même chose pour le cancer de l'ovaire, pour lequel 11 variants conférant un risque accru ont été identifiés. Il existe déjà des mutations connues susceptibles de favoriser la survenue d'un cancer du sein ou de l'ovaire, tel que la mutation BRCA1 et BRCA2, mais les variants supplémentaires pourraient permettre d'affiner le pronostic. Le risque serait plus proche de 50% lorsqu'il y en a un peu mais s'éleverait autour de 80% s'ils sont nombreux.

Pour les chercheurs, la moisson est encore plus fertile puisque l'identification de nouveaux variants présents uniquement dans les cancers du sein dépourvus de récepteurs aux œstrogènes pourrait signifier qu'ils se développent selon un mode tout à fait particulier. D. M.

protester contre l'absence d'évaluation du dépistage prénatal de la trisomie 21.

Lors de l'audition publique de l'Opecst, le Dr Alexandre s'est d'ailleurs élevé «*contre l'accès direct du public au séquençage de son génome sans intermédiaire médical*». Car même un professionnel, familier des imprécisions de la génétique et qui jongle tous les jours avec la notion de facteur de risque, doit assumer le choc d'informations écrites au cœur des cellules. Il a ainsi dû faire face à une mauvaise nouvelle lorsqu'il a fait l'analyse de son génome entier. «*J'ai trois mauvais variants*, raconte-t-il. *Si je devais avoir des enfants aujourd'hui, je ferais séquençer ma femme.*» Le jour où les scientifiques déconseilleraient une union sur la base de comparaison génétique n'est peut-être pas si loin. ■

19 semaines

C'est le terme de grossesse à partir duquel on peut séquençer le génome d'un fœtus



HERVÉ CHNEIWEISS
NEUROBIOLOGISTE ET NEUROLOGUE, COMITÉ D'ÉTHIQUE DE L'INSERM

«*Nous sommes encore ignorants du mode d'expression de nos gènes. L'étendue de notre ignorance doit nous inviter à une certaine modestie*»

La France importe beaucoup d'eau sans le savoir

Cette «*eau virtuelle*» provient en majorité de produits agricoles ou industriels élaborés dans des pays où elle est déficitaire.

YVES MISEREY

ENVIRONNEMENT Comparé à d'autres pays désertiques ou semi-désertiques, la France ne manque pas d'eau. L'océan Atlantique amène régulièrement des précipitations sur une bonne partie du territoire. Et pourtant, notre pays est très dépendant des ressources hydrologiques d'autres régions du monde comme le montre une étude pilotée par Arjen Hoekstra, de l'université de Twente aux Pays-Bas (*Ecological Economics*, avril 2013). En 2012, le WWF avait publié un rapport complet à partir de cette étude.

La France n'importe pas d'eau par bateau ou par voie ferrée, mais beaucoup de produits importés mobilisent de grandes quantités d'eau pour être élaborés. Cette eau invisible ou virtuelle n'est pas prise en compte dans les théories économiques classiques. Les calculs sont complexes car il existe de grandes disparités d'un produit à l'autre. Il faut, par exemple, 790 litres d'eau pour produire un litre de lait, 5263 l pour 1 kg de coton et 13500 l pour 1 kg de viande de bœuf. Pour remédier à cette situation, Arjen Hoekstra a élaboré la notion d'empreinte de l'eau. Cela consiste à comptabiliser toute l'eau virtuelle entrant dans la fabrication des produits consommés par un pays ainsi que ceux qui sont importés et exportés. On peut également le faire à l'échelle d'une entreprise ou d'une famille.

Les cartes produites par l'étude néerlandaise montrent que les Français prélèvent une partie des eaux de surface et

des eaux souterraines dans plusieurs régions du monde. «*Environ 47 % de l'empreinte de l'eau consommée par les Français provient de produits agricoles importés. Le coton, le sucre de canne et le riz sont les trois principales cultures et beaucoup de ces produits proviennent des grands bassins déficitaires en eau comme ceux de la mer d'Aral, de l'Indus, du Gange, du Guadalquivir, du Guadania (un fleuve qui coule en Espagne et au Portugal), du Tigre et de l'Euphrate, de l'Ebre, du Mississippi et du Murray (Australie)*», soulignent les chercheurs néerlandais.

Il faut 790 litres d'eau pour produire un litre de lait, 5263 pour 1 kg de coton et 13500 pour 1 kg de viande de bœuf

Le total de l'empreinte de l'eau consommée par la France entre 1996 et 2005 s'élève à 106 Gm³ par an (1 G = 1 milliard). La totalité de l'eau virtuelle importée au cours de la même période a été de 78,3 Gm³ par an avec une nette prédominance des produits agricoles (73 %), suivis par les produits industriels (15 %) et l'élevage (13 %). L'origine des importations est diversifiée. Pour les produits agricoles, l'essentiel de l'empreinte de l'eau se trouve au Brésil, en Belgique, en Inde et en Espagne. Pour les produits industriels, elle se situe en Chine, en Russie, en Allemagne et aux États-Unis.

La part française dans le marché mondial de l'eau virtuelle est modeste mais notre pays contribue néanmoins à la surexploitation de l'eau dans les bassins où elle est rare. C'est le cas pour le coton cultivé dans les bassins de la mer d'Aral (Ouzbékistan), de l'Indus (Pakistan), du Guadalquivir, du Tigre et de l'Euphrate qui prennent leurs sources en Turquie et traversent l'Irak, etc. Dans ces régions l'eau des fleuves ou du sous-sol est prélevée sans retenue pour l'irrigation, ce qui amène des déficits sur des périodes prolongées de l'année. C'est le cas aussi pour le sucre de canne produit dans les bassins de l'Indus, du Gange, du Krishna, du Godavari (Inde) ainsi que pour le riz où l'on retrouve l'Indus, le Guadalquivir, le Gange, le Tigre et l'Euphrate.

À l'intérieur même du marché européen les importations françaises contribuent à la surexploitation de l'eau dans la péninsule Ibérique pour les cultures de betterave à sucre, de maïs, de raisin, de citron et de tourmesol.

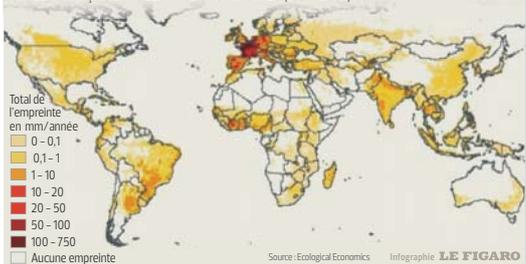
Les chercheurs néerlandais sont conscients des limites de leur travail. Rien ne garantit en effet qu'un produit importé d'un pays y a été produit dans son intégralité. Il n'y a aujourd'hui aucune traçabilité de l'eau virtuelle : si on connaît le pays d'origine d'un produit, il est difficile de savoir de quel bassin hydrologique il provient. Professeur en gestion de l'eau, Arjen Hoekstra ne vise pas seulement à faire œuvre de pédagogie. Il milite pour que la problématique de la préservation des ressources en eau soit prise en compte dans le marché mondial. ■

Bassins fluviaux fournissant des produits agricoles importés

EAU VIRTUELLE : LA CONSOMMATION FRANÇAISE, en pourcentage

Bassin	Pays	Nombre de mois de sécheresse		Produits importés
		En %	En nombre de mois	
Mer d'Aral	Kazakhstan, Ouzbékistan	6,4 %	4	Coton
Garonne	France	5,4 %	1	Maïs, soja
Escaut	France, Belgique	4,5 %	3	Maïs, pommes de terre
Loire	France	4,4 %	0	Maïs
Indus	Chine, Inde, Pakistan	3,9 %	8	Coton, riz, sucre de canne
Guadalquivir	Espagne	3 %	6	Coton, tournesol, sucre
Seine	France	2,2 %	2	Maïs, p. de terre, sucre
Gange	Inde	2,2 %	5	Riz, sucre de canne
Guadiana	Espagne, Portugal	1,8 %	6	Raisin, tournesol, citron
Tigre et Euphrate	Turquie, Syrie, Irak	1,6 %	5	Coton, riz

ORIGINE ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE L'EAU VIRTUELLE CONSOMMÉE PAR LES FRANÇAIS DANS LES PRODUITS IMPORTÉS (1996-2005)



Source: Ecological Economics Infographie LE FIGARO