

MÉDECINE PRÉDICTIVE : L'EXPLOSION

**une exposition présentée dans l'espace Science actualités
de la Cité des sciences et de l'industrie
du 30 septembre 2008 au 8 février 2009**

A l'occasion de la révision de la loi de bioéthique, la nouvelle exposition de Science actualités explore l'univers des tests génétiques, des dernières techniques d'imagerie et, plus globalement, de la médecine prédictive.

Tests de diagnostic préimplantatoire sur les premières cellules de l'embryon, tests prénataux au cours de la grossesse, tests de prédisposition génétique à des maladies (graves, voire incurables), tests et techniques d'imagerie pour dépister le plus précocement possible d'éventuelles maladies... Aujourd'hui, le but ultime de la médecine est de prévenir la maladie plutôt que d'avoir à la guérir. Au-delà des applications strictement médicales et de l'émergence progressive d'une médecine personnalisée, l'explosion du marché des tests pose un certain nombre de questions d'ordre psychologique, éthique et social.

Par le biais de panneaux de textes, d'œuvres d'art, de dessins, de photographies et de films, **Médecine prédictive : l'explosion** dresse un état des lieux factuel, objectif et rigoureux du sujet et donne l'occasion aux experts, aux scientifiques et au public de s'exprimer librement autour de quatre thèmes :

- La médecine prédictive : pour quoi faire ?
- Les tests génétiques : un marché en plein essor
- Une diversité de marqueurs et de techniques d'imagerie
- Quel avenir pour la médecine prédictive et les tests ADN ?

INFORMATION DU PUBLIC

01 40 05 80 00

www.cite-sciences.fr/actu

INFORMATION PRESSE

Catherine Meyer

01 40 05 82 33

c.meyer@cite-sciences.fr

Photos disponibles sur le site presse

www.cite-sciences.fr/presse

SOMMAIRE

Prédire pour quoi faire ?	p 2
Médecine prédictive en chiffres	p 3
Médecine prédictive en questions	p 3
Carte blanche aux experts	p 5
Films et œuvres présentés	p 7
Participer au débat	p 7
Tester ses connaissances	p 7
L'expo en kit	p 7
Un site internet de référence	p 8
Informations pratiques	p 8

Prédire pour QUOI FAIRE ?

Aujourd'hui, le but ultime de la médecine est de **prévenir la maladie plutôt que d'avoir à la guérir**.

Le recours aux moyens d'investigation scientifiques tels que les gènes, les produits des gènes ou l'imagerie permet de prévoir l'apparition d'une maladie avant les premiers symptômes. Grâce aux progrès réalisés dans la compréhension des mécanismes de nombreuses affections, il est désormais possible d'évaluer le risque pour un individu sain de développer une pathologie dans un avenir plus ou moins lointain, et éventuellement, de mettre en place des stratégies destinées à les éviter : voilà l'objectif premier de la médecine prédictive, baptisée par certains « nouvelle médecine préventive individuelle ».

La médecine prédictive intervient dans de nombreuses situations, de l'embryon à l'adulte. Selon le contexte, elle peut servir à éviter la naissance d'un enfant malade, à suspecter une prédisposition à certaines pathologies, à prédire l'apparition d'une maladie ou l'effet d'un traitement.

Vers une pré-vision

L'imagerie est un des moyens d'investigation privilégiés de la médecine prédictive. Elle vise à remonter toujours plus en amont dans le développement des processus pathologiques. Ainsi, en suivant à la trace un certain nombre de molécules (récepteurs, neurotransmetteurs, enzymes...), l'imagerie moléculaire permet de repérer des anomalies avant même qu'elles puissent avoir un impact sur la fonction de l'organe. Toujours plus audacieux : en visualisant non plus les protéines, mais les ARN messagers à l'origine de leur production, l'imagerie génique permet d'aller encore plus en amont dans la prédiction.

Par ailleurs, la tomographie à émission de positons (PET-scan) est une technique d'imagerie fonctionnelle en pleine explosion, qui permet de visualiser en 3D le métabolisme des cellules ou des organes du corps entier, grâce à des traceurs radioactifs qui émettent des positons. Un check-up annuel pourrait dépister le plus précocement possible des tumeurs qu'aucune autre technique d'imagerie ne permettrait de visualiser à ce stade.

La prédiction vaut-elle le coût ?

Les tests de prédisposition ou de dépistage présymptomatique permettent-ils d'améliorer la survie, et si oui, à quels coûts ? L'évaluation économique de la médecine prédictive est particulièrement complexe. Elle dépend de la prévalence de la maladie dépistée, des moyens de prévention disponibles, de la valeur prédictive des tests, des coûts liés à la mise en œuvre des tests de dépistage et à la prise en charge médicale des personnes identifiées à risque (coûts des examens complémentaires, des soins, du suivi, des arrêts de travail...). A titre d'exemple, pour le dépistage du cancer du sein, le coût varie de 2 500 à 77 000 € par année de vie gagnée, selon le nombre de cas dans une région donnée, l'âge de la population cible ou la qualité de la prise en charge.

La médecine prédictive EN CHIFFRES

L'explosion des tests génétiques : dans le monde, **plus de 1 000 tests génétiques** sont désormais disponibles. Entre 2001 et 2007, le nombre de ces tests a été **multiplié par 3** ; 100 à 150 gènes sont actuellement testés en routine.

Les affections les plus directement concernées par la médecine prédictive sont les maladies héréditaires monogéniques, c'est-à-dire dues à des mutations d'un seul gène. **Près de 7 000** de ces maladies ont été répertoriées : elles concernent **au moins 1 %** de la population mondiale.

2007, année de la médecine prédictive

En 2007, 1 497 maladies ont fait l'objet d'un test dans 616 laboratoires du monde entier.

En 2003, 917 maladies étaient testées dans 575 laboratoires et en 1993, 111 maladies dans 110 laboratoires.

La part des marchés des tests prédictifs aux Etats-Unis se décompose ainsi :

63 % pour les tests prénataux et néonataux, soit 335 millions de dollars

19 % pour les tests de prédisposition et présymptomatiques, soit 100 millions de dollars

18 % pour les tests pharmacogénomiques, soit 95 millions de dollars.

C'est également cette année-là que trois génomes individuels ont été séquencés pour la première fois, révélant qu'il y a **cinq fois plus de différences génétiques entre deux individus** que ce que les scientifiques croyaient jusqu'à présent.

Deux mois et seulement 1,5 million de dollars ont été nécessaires pour séquencer le génome complet du prix Nobel James Watson, contre 13 ans et 2,7 milliards de dollars pour le premier séquençage du génome humain en 2001.

En France, **près de 70 %** des anomalies congénitales du fœtus ont été dépistées, contre 16 % en 1983. Il y a encore **trente ans**, aucune technique d'imagerie fœtale n'existait.

A Paris, le nombre de naissances d'enfants atteints de trisomie 21 a diminué de 3 % par an entre 1983 et 2000 et s'est stabilisé autour de **7 naissances pour 10 000 depuis 2001**. Alors que parallèlement, le nombre de fœtus atteints de trisomie 21 continue d'augmenter, en moyenne de 5 % par an (du fait de l'élévation de l'âge maternel).

La médecine prédictive EN QUESTIONS

Vers une médecine personnalisée ?

La médecine prédictive offre la promesse d'une médecine personnalisée. Grâce à sa panoplie de tests prédictifs, elle permet en effet d'anticiper le développement futur de certaines maladies génétiques rares ou d'évaluer sa prédisposition à générer certaines maladies plus courantes.

La mucoviscidose peut-elle devenir une maladie en voie de disparition ?

La tendance à la baisse d'un certain nombre de maladies handicapantes soulève la question de savoir si l'objectif de la médecine prédictive est d'éradiquer les maladies graves, et pour l'heure incurables, ou bien de soigner au mieux les malades.

La médecine prédictive EN QUESTIONS

Le droit de ne pas savoir ?

S'il existe un droit de savoir, le droit de ne pas savoir prend une résonance particulière dans cette nouvelle médecine qui s'adresse d'abord à des personnes saines. L'incertitude peut effectivement être vécue comme un espace de liberté pour certains.

Tests sur Internet : prédictifs ou prématurés ?

L'apparition des biopuces dans les années 90 a signé une réelle révolution dans la médecine prédictive. Ainsi, sur une seule puce de quelques centimètres carrés, il est possible d'analyser l'ensemble du génome humain, soit 33 000 gènes, ce qui auparavant, nécessitait plusieurs mois de travail. Cette technologie, à la base des kits vendus par Internet, pourrait annoncer dans le futur une explosion des tests de dépistage, notamment sur les nouveau-nés.

Pour le meilleur et pour le pire ?

En France, la loi de bioéthique de 2004 interdit le **recours aux tests ADN** en dehors des domaines médical, scientifique et judiciaire.

Au nom de la sécurité ou de la prévoyance, certains pays utilisent les tests prédictifs ou génétiques pour des applications de plus en plus larges : tests génétiques à l'embauche, tests pour les assurances, utilisation des marqueurs biologiques comme pièces à conviction pour les tribunaux...

Et aussi :

Prédiction : quelle valeur accorder au « **probable** » ?

Des tests **pour un bébé en « parfaite santé »** ?

Transmettre un handicap, c'est possible ?

Maladie d'**Alzheimer** : du dépistage précoce à la prédiction

Cancer de la prostate : des tests controversés

Prédire un risque de **mort subite** ou une **fracture de l'os**, c'est possible...

Interviews des EXPERTS scientifiques

SÉGOLÈNE AYMÉ

Médecin généticien, experte auprès de l’OMS sur les maladies rares

La médecine qui s’occupe des maladies génétiques rares a fait d’énormes progrès

Extraits : *La médecine génétique qui s’occupe des maladies où le gène est entièrement à l’origine de la maladie est prédictive à 100 % ~ Elle permet maintenant d’expliquer aux gens pourquoi ils sont malades. Pour faire une médecine de qualité, il faut travailler sur les modes de vie et réapprendre à avoir un rapport sensé avec son environnement ~ Le fait de dire aux gens qu’ils ont deux fois plus de risques de développer telle ou telle pathologie ne les amène pas à changer radicalement leur façon d’être.*

ANNE CAMBON-THOMSEN

Directrice de recherche au CNRS, responsable de l’unité Inserm « Génomique et santé publique » à Toulouse

Il vaudrait peut-être mieux réglementer plutôt que d’interdire les tests ADN en libre accès sur Internet

Extraits : *C’est une illusion de croire que d’être informé sur un risque génétique est nécessairement utile pour la santé ~ Il y a dans notre société une soif de recherche d’informations sur soi... c’est vrai aussi par rapport à l’information génétique ~ Si les tests sont largement utilisés, il est toujours conseillé d’aller voir son médecin ~ J’aimerais beaucoup que, dans le cadre de la révision de la loi bioéthique, le débat ait lieu sur la meilleure façon de contrôler l’utilisation d’une information génétique de ce type.*

RENÉ FRYDMAN

Chef du service de gynécologie et médecine de la reproduction, hôpital Antoine Béchère à Clamart

Une technique d’AMP peut toujours être dévoyée de son sens médical. Son usage est fortement lié aux valeurs que se fixe la société

Extraits : *On dispose de plusieurs techniques pour connaître un certain nombre de caractéristiques de l’enfant qui va naître ~ Le fond du problème est de savoir ce que l’on recherche dans tout ça ~ Dans cette prédiction, on demande deux choses : premièrement, la précision de la prédiction (que l’on se trompe le moins possible) et deuxièmement la prédiction de quoi ? ~ Cette thématique est terriblement liée à la réflexion éthique de ce que l’on souhaite dans notre société.*

ALAIN GRIMFELD

Président du Comité consultatif national d’éthique

Gare à ce que la médecine ne se limite pas à une lecture froide des données biologiques !

Extraits : *Soyons circonspects et attentifs face aux risques de la médecine prédictive ! ~ La logique du système conduit actuellement à supprimer le résultat de la procréation s’il ne correspond pas au canon d’un être humain sans faute biologique. Où placer la limite au-delà de laquelle l’acceptation de la poursuite de la vie pour le résultat de la conception devient inacceptable ? ~ Quel avenir pour la personne humaine potentielle ou réalisée dont on connaîtrait (ou connaîtra peut-être) les défauts biologiques qui conduisent à des maladies ou des handicaps ?*

Interviews des EXPERTS scientifiques

LAURENCE KEDES

Directeur scientifique de
Archon X Prize for Genomics
en Californie

Ces avancées personnalisent et amélioreront considérablement les soins médicaux, tout en permettant d'éviter beaucoup de maladies

Extraits : *Le séquençage du génome humain et les diagnostics personnalisés coûteront finalement plus d'argent mais rendront un bien meilleur service ~ Il est tout à fait envisageable qu'à l'avenir, en connaissant le génome d'un individu malade d'un certain cancer, nous pourrions déterminer à l'avance le médicament qui sera efficace à 100 %.*

DENIS LE BIHAN

Directeur du centre d'imagerie
Neurospin du CEA

L'imagerie est au carrefour de la médecine curative et de la médecine prédictive

Extraits : *L'imagerie se trouve un peu aux confins entre des signes cliniques qui ne sont pas encore vraiment là (ou qui sont très subtiles) et des phénomènes cellulaires ou microscopiques, qui ont eu lieu et qui n'ont pas été bien réparés ~ Le revers de la médaille, et c'est là que l'éthique apparaît, c'est de voir des anomalies pour lesquelles on ne sait pas trop quoi faire, soit parce qu'il n'y a pas de diagnostic précis, soit surtout parce qu'il n'y a pas de traitement.*

P H I L I P P E P O U L E T T Y

Président de France Biotech,
l'association française des
entreprises de biotechnologie

L'utilisation commerciale du génome humain est un dévoiement de la biotechnologie

Extraits : *Il faut faire attention avec la biologie ou la biotechnologie spectacle ~ Ce n'est en aucun cas l'utilisation par tout un chacun du génome humain ou de tests vendus sur Internet qui sont les progrès fondamentaux de la médecine ~ Les vrais progrès de la biotechnologie se situent dans le développement de nouveaux médicaments contre de nouvelles cibles : les maladies inflammatoires, les cancers... Dans la prévention des maladies virales ou bactériennes, on a fait d'énormes progrès avec des médicaments plus spécifiques, plus efficaces.*

DIDIER SICARD

Président d'honneur du Comité
consultatif national d'éthique

L'évidence d'un bienfait de la prédiction doit être interrogée

Extraits : *Il existe toujours une tentation pour la société de prédire l'avenir et la médecine s'engouffre dans cette prédiction en pensant que plus on prédira un risque moins il aura de chance de survenir ~ Le marché biotechnologique se nourrit d'une recherche prometteuse offrant un avenir radieux à l'être humain, mais paradoxalement finit par oublier la personne qui est l'objet de cette prédiction ~ L'humain est fait d'incertitudes et le futur restera fait d'incertitudes et c'est en mettant la médecine prédictive à sa place, en l'interrogeant de façon permanente, que peut-être une certaine lucidité de l'humain permettra de continuer à surgir.*

Les FILMS de l'exposition

- Un reportage dans les hauts lieux *des tests génétiques aux Etats-Unis*, notamment dans l'entreprise 23andme, fait le point sur les avancées de la génomique personnalisée et les tests de prédiction.
- Un reportage à l'hôpital Tenon à Paris, auprès de l'équipe de l'urologue Olivier Cussenot qui traque *les vulnérabilités génétiques associées à un risque accru de cancer de la prostate*, cherche à comprendre pourquoi les tests de dépistage de ce type de cancer sont si controversés.
- Un reportage à Schiltigheim, près de Strasbourg, au cœur d'un laboratoire pratiquant *le diagnostic préimplantatoire* avec l'équipe de Stéphane Viville, permet de mieux saisir la réalité du DPI et les enjeux de cette technique.

Les ŒUVRES et les PHOTOGRAPHIES exposées

L'exposition présente deux œuvres de **Christian Globensky**, professeur à l'École Supérieure d'Arts de Metz : *Silhouette génétique*, une installation lumineuse, et *Mine*, constituée de serre-joints et cubes de plexiglas ; des *tableaux* de l'artiste **Jean-Jacques Dournon** représentent de manière stylisée et colorée, des crânes, des tranches de cerveaux, peints à l'acrylique sur toile avec pigments, cheveux et poils de pinceaux.

Enfin, la photographe **Tina Merandon** expose un travail sur le corps humain et sa fragmentation.

PARTICIPER au débat

Opinions publiques est un dispositif d'expression publique qui permet aux visiteurs de partager, via une webcam et un micro, leurs commentaires et réflexions, et de consulter les témoignages et opinions des visiteurs précédents.

TESTER ses connaissances

Un quiz multimédia dans l'exposition permet de tester ses connaissances sur le sujet.

L'expo en kit sur DVD-ROM

Interactif, didactique et disponible en trois langues (français, anglais, espagnol), le DVD-Rom **Médecine prédictive : l'explosion** permet de réaliser, en France ou à l'étranger, une exposition complète sur le sujet en imprimant les panneaux de l'exposition en divers formats et en créant des bornes interactives à partir de ses contenus audio et vidéo.

UN SITE INTERNET DE RÉFÉRENCE : **Science actualités sur www.cite-sciences.fr/actu**

Science actualités est un espace d'exposition dédié à l'actualité scientifique, dont l'objectif est l'information du public de la Cité sur les sujets qui font l'actualité scientifique et technologique.

Les expo-dossiers et l'ensemble des contenus de Science actualités à la Cité sont disponibles en ligne.

Le site Internet est enrichi de nombreuses rubriques :

- Une sélection de reportages autour de l'actualité scientifique
- En bref dans le monde, au fil de l'actualité, des dépêches en provenance des cinq continents
- Questions d'actualité : des articles multimédia sur les principaux sujets d'actualité touchant la santé, l'environnement, l'astronomie, la paléontologie, l'informatique...
- La revue de presse sur Internet : des articles repérés sur le web témoignent de la diversité des sujets et de leurs angles de traitement en fonction des pays
- Images de science : une sélection de photos illustrant l'actualité scientifique dans les laboratoires
- Les coulisses de l'info : points de vue, témoignages et reportages pour mieux comprendre comment l'information scientifique se fabrique.

INFORMATIONS PRATIQUES

Exposition temporaire de Science actualités à la Cité des sciences et de l'industrie

MÉDECINE PRÉDICTIVE : L'EXPLOSION

du mardi 30 septembre 2008 au dimanche 8 février 2009

30, avenue Corentin-Cariou 75019 Paris

Métro ligne 7 Porte de la Villette

Horaires : du mardi au samedi de 10h à 18h, le dimanche jusqu'à 19h, fermé le lundi

Tarifs : 8 € et tarif réduit 6 € moins de 25 ans et familles nombreuses

Gratuit pour les moins de 7 ans, les personnes handicapées et leur accompagnateur, les chômeurs et les bénéficiaires du RMI