



**Xplore  
Health**

DÉCOUVREZ LES DERNIÈRES TENDANCES  
DE LA RECHERCHE BIOMÉDICALE

➔ **Guide de l'éducateur  
« Une question de  
gènes »**

**(Informations de référence)**

[www.xplorehealth.eu](http://www.xplorehealth.eu)

## Table des matières

1. Introduction .....	3
2. État de la technique.....	3
2.1. Définitions .....	3
2.2. État de la technique.....	4
2.3. Le mot magique : médecine personnalisée .....	6
3. Aspects éthiques, juridiques et sociaux (ELSA).....	7
3.1. Introduction .....	8
3.2. Disponibilité.....	8
3.3. Respect de la vie privée .....	9
3.4. Au-delà du diagnostic : certitude vs prédisposition .....	10
3.5. Le droit de savoir et le droit de « ne pas savoir » .....	11
3.6. Compréhension de l'information .....	11
3.7. Alternatives .....	12
3.8. Remerciements .....	13

## 1. Introduction

Ces directives destinées aux enseignants fournissent des informations sur le module Xplore Health « Une question de gènes ». Elles commencent par introduire le thème pour permettre de préparer la leçon à l'aide de différents outils multimédias disponibles sur le site internet. Elles donnent également des informations sur l'état de la technique dans ce domaine de recherche et sur les aspects éthiques, juridiques et sociaux liés à cette question.

## 2. État de la technique

### 2.1. Définitions

La génomique est l'étude du GÉNOME d'un organisme, d'un tissu ou d'une cellule. Le génome est constitué d'ADN, qui est un code formé uniquement de quatre lettres (les BASES : l'adénine, la guanine, la thymine et la cytosine). L'ordre dans lequel celles-ci sont combinées compose le code qui contient les instructions pour construire les différents composants des cellules. L'ADN contient de petits segments appelés GÈNES, qui renferment les informations qui permettent la fabrication des protéines, mais il comprend également d'autres SÉQUENCES qui peuvent réguler l'utilisation des gènes ou définir les parties structurales du génome. La génomique est la science qui étudie la façon dont le code fonctionne. Son objectif est donc de « lire » le code (SÉQUENÇAGE du génome), mais aussi de le comprendre (en étudiant les résultats finaux du code, la façon dont le génome est traduit, à savoir l'EXPRESSION des gènes). L'ADN des GÈNES est TRANSCRIT en ARN, qui est à son tour TRADUIT en protéines, les régulateurs structuraux et fonctionnels finaux de la vie. Si l'ADN compose le génome, l'ARN forme le TRANSCRIPTOME, et le répertoire protéique qui en résulte le PROTÉOME. La génomique a des disciplines connexes, la TRANSCRIPTOMIQUE et la PROTÉOMIQUE, qui aident toutes ensemble à mieux comprendre la façon dont les cellules vivantes, les tissus ou les organismes fonctionnent et la raison pour laquelle il se produit parfois des défaillances. Plus nous en savons sur la régulation du code, plus nous sommes à même de comprendre les défaillances ou les combinaisons de code qui peuvent entraîner une maladie. Plus nous en savons sur le code, plus nous serons en mesure de le reproduire et de l'utiliser dans notre intérêt, afin de prédire des maladies ou de lutter contre celles-ci, mais aussi de construire des modèles animaux ou végétaux susceptibles d'être utilisés comme outils pour la recherche ou comme usines vivantes pour le contrôle environnemental, la production de médicaments, les processus industriels, voire même la production d'aliments fonctionnels.

Activité pratique suggérée :

À partir des 4 lettres A, G, C et T, construire une SÉQUENCE ; rassembler des SÉQUENCES pour former un GÈNE ; rassembler des GÈNES et des séquences de liaison pour former un GÉNOME ; utiliser une « MACHINE DE TRANSCRIPTION » pour transformer des gènes en chaînes d'ARN (il est possible de combiner des fragments de plusieurs gènes ou de couper des gènes en plusieurs chaînes d'ARN) ; regrouper toutes les chaînes d'ARN pour obtenir le TRANSCRIPTOME, qui est beaucoup plus varié et complexe que le génome ; puis utiliser des fragments choisis au hasard du TRANSCRIPTOME pour former un PROTÉOME à l'aide d'une « MACHINE DE TRANSCRIPTION » qui transforme les chaînes d'ARN en protéines (une fois encore, il est possible de fabriquer les protéines à partir de plusieurs chaînes d'ARN ou d'obtenir plusieurs protéines à partir d'une seule chaîne d'ARN, le protéome étant bien plus complexe que le transcriptome). L'ensemble du jeu peut être orienté vers l'idée que de « légers changements dans l'ADN peuvent se traduire par des effets fonctionnels très importants », mais aussi qu'« il existe une si grande complexité que de nombreuses fonctions s'avèrent redondantes, de sorte qu'il est très difficile que des dommages réels surviennent, la complexité conduisant à la plasticité ».

L'objectif ultime de la GÉNOMIQUE est donc de comprendre l'importance des changements dans le code, et si nous pouvons utiliser la lecture de ce code comme un outil de prédiction afin de prévoir une maladie ou la façon dont nous réagissons à un traitement donné.

## 2.2. État de la technique

### Pharmacogénomique

La PHARMACOGÉNOMIQUE est la partie de la génomique qui étudie la façon dont un individu qui possède une séquence génétique unique répondra à un médicament donné. La tendance au cours de ces dix dernières années est d'adapter le processus de développement de médicaments aux corrélations pharmacogénomiques. En règle générale, 30 % des patients ne répondent pas à un médicament donné, cet effet pouvant être principalement attribué à des variations individuelles dans des séquences de gène clés. La recherche de corrélations significatives entre des SIGNATURES de séquence et la réponse aux médicaments est le principal objectif de la pharmacogénomique. La banalisation rapide du SÉQUENÇAGE DU GÉNOME ENTIER permet de mieux comprendre ces signatures. Depuis mai 2010, il est techniquement possible d'obtenir la séquence complète du génome

d'un individu en moins d'un mois et à un coût inférieur à 50 000 €; plusieurs plates-formes affirment même pouvoir le faire pour moins de 10 000 €. On prévoit, à moyen terme, que le séquençage durera moins d'une semaine et coûtera moins de 1 000 €, l'objectif le plus ambitieux visé par l'industrie étant de 100 € (IBM).

### Toxicogénomique

La TOXICOGENOMIQUE se rattache à la pharmacogénomique dans le sens où elle cherche à corréliser une signature de séquence d'ADN donnée avec l'effet d'un médicament, mais dans le cas de la toxicogénomique, l'objectif est de déterminer si un médicament donné sera TOXIQUE pour un individu. Les enzymes hépatiques de la FAMILLE P450 sont particulièrement importantes en toxicogénomique. Les gènes codant pour ces enzymes, qui jouent un rôle essentiel dans la façon dont le corps traite les médicaments, présentent un très large éventail de variantes génétiques. De légères variations dans certains des gènes de la famille P450 peuvent entraîner des variations d'un facteur mille dans la métabolisation des médicaments d'une personne à une autre. Les signatures du gène P450 comptent parmi les premiers kits toxicogénomiques commercialisés et utilisés dans les essais cliniques pour mieux comprendre le profil d'efficacité et de tolérance des nouveaux médicaments.

Un bon exemple de projet européen utilisant la toxicogénomique comme un outil pour offrir des modèles de prédiction non animaux pour l'évaluation de la toxicité potentielle des substances chimiques est le projet Carcinogenomics <http://www.carcinogenomics.eu/>.

### Diagnostic compagnon (théranostic)

Le processus de développement de médicaments est en plein changement de paradigme. L'un des plus marquants est la tendance à développer un test d'ADN ou d'ARN en même temps qu'un médicament, et d'associer l'utilisation du médicament à un résultat positif ou négatif de ce test. Pionnier dans cette tendance, le traitement contre le cancer du sein Herceptin est approuvé uniquement pour les femmes qui sont positives pour le récepteur d'œstrogène. Le mot THÉRANOSTIC a été adopté pour définir un test de diagnostic qui est associé à un médicament dont la prescription dépend du résultat de ce test.

### Au-delà du diagnostic : pronostic et prédiction fondés sur le génome

La recherche de signatures d'ADN et la corrélation de celles-ci avec une réponse à un médicament représente déjà une petite partie de la contribution de la génomique à

l'amélioration des soins de santé. Au cours des 10 dernières années, des progrès importants ont été réalisés dans l'utilisation de la génomique pour établir un pronostic (évaluation du risque d'évolution favorable ou défavorable d'une maladie déterminée ou d'un traitement donné) et prédire le résultat d'un traitement ou l'apparition d'une maladie. Les médecins commencent à utiliser la génomique (en règle générale, le DIAGNOSTIC MOLÉCULAIRE) pour prendre une décision sur la façon de traiter les patients, sur les combinaisons de médicaments à utiliser et sur la procédure à appliquer. Cette technique est particulièrement utile en oncologie, mais également dans le cas de certaines maladies psychiatriques. L'utilisation de la génomique pour prédire des maladies incurables (par exemple, la maladie d'Alzheimer) soulève un certain nombre de questions éthiques, de sorte que le droit à l'information doit être mis en balance avec la disponibilité d'une solution. Quoi qu'il en soit, notre compréhension croissante de la génomique nous rend de plus en plus capable de prédire la façon dont notre corps évoluera dans le temps et dont il réagira à différents traitements, ainsi que la manière dont nous pouvons prévenir l'apparition de certaines maladies.

### **2.3. Le mot magique : médecine personnalisée**

Passer un test sanguin, urinaire ou salivaire et obtenir une prescription automatisée pour prévenir les maladies futures et traiter les actuelles n'est pas si loin. La MÉDECINE PERSONNALISÉE est là pour durer, et change la façon dont les nouveaux médicaments sont développés. Dans certains domaines (par exemple, l'oncologie), l'industrie pharmaceutique donne priorité au développement de médicaments qui peuvent cibler des profils géniques spécifiques dans la tumeur. Dans le cas des maladies orphelines causées par des défauts génétiques, l'identification de la mutation permet de définir le traitement. Dans le domaine toxicogénomique, certains médicaments ou combinaisons de médicaments ne sont pas prescrits, car la signature P450 du patient suggère que le médicament sera soit complètement décomposé par le foie avant d'agir ou restera trop longtemps en circulation, terminant par être plus toxique que la limite acceptable. Les plus de 2 000 tests génétiques disponibles peuvent permettre de prendre des décisions thérapeutiques éclairées concernant l'utilisation de certains médicaments. Les PROFILS GÉNÉTIQUES (lorsque l'on considère un ou quelques gènes) ou les PROFILS GÉNOMIQUES (lorsque l'on considère le génome entier) sont de plus en plus utilisés pour soutenir et compléter le développement de nouveaux médicaments. D'anciens échecs de développement sont réévalués avec des approches pharmacogénomiques afin de déterminer s'il existe une sous-population qui a bien répondu au traitement. D'ailleurs, plusieurs médicaments ont déjà été « ressuscités »

grâce à la pharmacogénomique. Les décisions cliniques importantes, comme la prescription d'une chimiothérapie agressive ou la résolution d'attendre et de voir, peuvent se fonder sur des critères pharmacogénomiques qui reposent sur la valeur pronostique de certaines signatures génétiques.

Activité suggérée :

Un jeu de 100 cartes avec 5 cartes différentes : les cartes A, B, C et D sont des médicaments différents pour la même maladie, et la carte E est un kit compagnon qui aide à décider si l'on utilise la carte B, C ou D.

La carte A est un médicament « universel » qui fonctionne bien, mais seulement chez 70 % des patients. Le traitement avec A coûte 100 €. B, C, D fonctionnent bien chez 100 % des patients à condition que la carte E soit utilisée. L'utilisation d'une combinaison de la carte B, C ou D avec E coûte 200 €.

Chaque échec de traitement coûte 500 €.

Jouer avec les cartes pour traiter 100 patients choisis au hasard afin de déterminer la solution la plus efficace d'un point de vue purement économique, sans penser aux considérations éthiques liées à l'utilisation d'un médicament qui ne sera pas forcément efficace.

Par exemple, traiter 100 patients avec A coûte  $7\,000\text{ €} + 15\,000\text{ €} = 22\,000\text{ €}$  et laisse 30 patients non soignés, alors que traiter la même population de patients avec B, C ou D en combinaison avec le kit compagnon E coûte 20 000 € et soigne tout le monde. En conclusion, les stratégies combinées « médicament + kit compagnon » dans le cadre d'une approche personnalisée de la médecine peuvent être plus chères du point de vue de l'individu, mais bien plus éthiques et efficaces dans l'utilisation des ressources du point de vue de la population.

### 3. Aspects éthiques, juridiques et sociaux (ELSA)

Cette section présente des opinions et des ressources destinées à encourager la discussion en classe sur les aspects éthiques, juridiques et sociaux (ELSA) liés à la génomique.

### 3.1. Introduction

La médecine du XXI<sup>e</sup> siècle se fonde sur de nouveaux paradigmes qui, s'ils deviennent réalité et arrivent à développer tout leur potentiel, révolutionneront les traitements médicaux actuels et amélioreront notablement la qualité de vie de l'homme. Un de ces paradigmes est connu sous le nom de **médecine personnalisée**. La médecine personnalisée repose sur l'application de traitements individualisés (pharmacologiques ou non) en fonction des caractéristiques génétiques des patients. À cette fin, il est intéressant de connaître exhaustivement leur génome (matériel génétique). Quoique nous soyons bien plus que notre génome, son influence sur la réponse à différents traitements est indéniable. Aussi, la possibilité d'adapter les traitements aux caractéristiques génétiques des individus a été proposée, en vue d'utiliser les doses efficaces minimales pour éviter des effets secondaires indésirables (**pharmacogénomique**) ou des effets toxiques suite à une surexposition aux médicaments (**toxicogénomique**).

Cependant, la médecine personnalisée soulève des préoccupations éthiques, liées principalement à la nécessité de connaître exhaustivement les caractéristiques génétiques des individus et, en particulier, à l'utilisation de cette information.

### 3.2. Disponibilité

La disponibilité est une préoccupation générale associée aux technologies complexes et, de ce fait, onéreuses (comme, par exemple, la biotechnologie ; voir le document Guide du professeur : Informations de référence sur [www.xplorehealth.eu](http://www.xplorehealth.eu)). Comme mentionné dans la section État de la technique, la détermination de la séquence du génome entier d'un être humain coûte maintenant autour de 50 000 €, mais ce coût diminue sans cesse. Une société de biotechnologie californienne a même récemment annoncé (Associated Press, 10 janvier 2012) qu'elle avait mis au point un séquenceur d'ADN de table automatisé, à même de décoder la séquence d'un génome humain en 24 h pour un coût présumé de 784 € (1 000 \$). À l'heure actuelle, cette machine utilise des puces capables de séquencer l'exome (la partie du génome qui code pour les protéines fonctionnelles), mais la société prévoit de produire d'ici à la fin 2012 une deuxième génération de puces capables de décoder la séquence d'ADN humaine complète, à savoir 3 milliards de paires de bases. Le coût de l'investissement dans le matériel nécessaire pour lire ces puces est d'environ 117 000 € (149 000 \$). En supposant que cette information soit véridique – moins de 1 000 € par échantillon et un investissement initial de 117 000 € –, ce coût, bien qu'acceptable dans les



pays développés, peut être vu comme inabordable par les personnes du tiers-monde, voire du quart-monde (terme qui désigne les sous-populations socialement exclues dans les pays développés).

Cette question ouvre le débat quant à savoir qui devrait financer le développement de ces technologies. Si ce rôle est confié aux initiatives privées, à but lucratif, il existe un risque réel que le coût relativement élevé de ces technologies ne les rende disponibles que dans les pays développés ou pour les personnes ayant un certain niveau économique, et laisse de côté des maladies rares ou négligées en raison de leur faible intérêt économique. En revanche, si ce développement est soutenu par les initiatives publiques, sans but lucratif, la facture sera payée par l'ensemble des contribuables qui exigent de plus en plus de nouvelles technologies, ce qui obligera à établir des priorités. La place que la médecine personnalisée devrait occuper dans cet ordre de priorité est une question qui devra être discutée.

La seule façon d'aborder cette situation est de revendiquer l'application du principe de justice distributive au développement de la médecine personnalisée, comme il en est dans d'autres nouvelles technologies médicales.

### **3.3. Respect de la vie privée**

L'accès aux informations génétiques individuelles, comme à toute autre donnée sur la santé, entre clairement dans le domaine du droit individuel à la vie privée.

Le droit à la vie privée est un droit fondamental qui a été reconnu comme l'un des droits de l'homme (Article 12). En tant que tel, il a été intégré dans la plupart des constitutions du monde occidental.

Il existe une forte relation entre le concept de respect de la vie privée et celui d'intimité, car l'un ne peut pas exister sans l'autre. L'intimité dans la communication et les relations interpersonnelles est essentielle pour mener une vie pleine, car l'absence d'intrusion des autres est nécessaire pour vivre des expériences spontanées sans ressentir de honte. Le respect de la vie privée permet donc la libre définition des relations personnelles avec les autres, mais aussi la définition de soi. Dans cette optique, le respect de la vie privée est intimement lié au respect des autres et au respect de soi.

La confidentialité emporte l'engagement de ne pas révéler les données concernant la vie privée des individus (informations sur la santé, à caractère personnel, etc.). Il ne s'agit pas

d'un droit absolu puisqu'il peut être enfreint dans certains cas particuliers (par exemple, pour dénoncer des actes illégaux comme un abus sexuel ou physique).

Le risque d'utilisation à mauvais escient des informations concernant les caractéristiques génétiques d'un individu est indéniable. Notamment, en fonction des intérêts des entreprises au lieu des objectifs médicaux visant le bien-être des individus. On peut citer, à titre d'exemple, les cas connus de longue date de certaines assurances maladie qui ont adapté leurs primes (voire même exclu des individus) en fonction des informations génétiques comme la prédisposition au cancer. Plus récemment, un article a été publié dans la presse (The Daily Mail, 16 octobre 2011) sur un club de football de première division au Royaume-Uni qui a commencé à inclure un test génétique visant à détecter les individus ayant tendance à se blesser en tant que critère de sélection de ses joueurs.

Quoi qu'il en soit, il est crucial d'éviter tout déterminisme génétique qui semble sous-tendre ce type d'actions. Nous sommes bien plus que notre génome : l'environnement, l'éducation et les circonstances de la vie ont une claire influence sur notre personnalité et notre santé. Par conséquent, une simple prédisposition ne devrait pas être considérée comme la certitude du développement d'une maladie donnée à l'avenir.

En ce sens, la limite de l'énorme quantité d'informations que représente la connaissance de la séquence complète de notre génome atteint sa dimension réelle.

### **3.4. Au-delà du diagnostic : certitude vs prédisposition**

Comme nous venons de le mentionner, la question des limites de l'information se pose lorsque la certitude et la prédisposition sont en cause. On peut, par exemple, se demander quelle influence aurait sur notre vie le fait de savoir que nous avons une prédisposition de 80 % au cancer du côlon ou que nous souffrons d'une maladie génétique qui réduit notre espérance de vie à 50 ans (comme la maladie de Huntington).

En outre, quels défauts génétiques doivent être considérés importants et quels autres de simples « caractéristiques » qui nous sont propres ? Quelle influence ces informations peuvent-elles avoir sur les générations futures ? Imaginez qu'une grande partie de la population commence à demander une sélection afin d'éviter l'alopécie androgénique dans leur descendance masculine. Cette attitude ne changera-t-elle pas l'aspect que nous aurons, en tant qu'espèce, à l'avenir ? Les personnes chauves ne seraient-elles pas alors considérées comme singulières et indésirables ?

### **3.5. Le droit de savoir et le droit de « ne pas savoir »**

En tenant compte des situations décrites ci-dessus, si le fait de connaître les caractéristiques génétiques d'un individu peut être envisagé comme quelque chose de positif, il pose toutefois la question du droit de ne pas savoir. Ce droit est particulièrement important dans le contexte des maladies très graves pour lesquelles il n'existe pas de traitement efficace. Dans ce cas, il existe un risque de divulgation involontaire de l'information non souhaitée par les professionnels participant au traitement du patient. Par exemple, le fait d'appliquer ou non un traitement ou une procédure diagnostique (y compris à des parents) peut révéler au patient qu'il possède ou non le gène muté causant la maladie. Les professionnels se retrouvent alors dans une situation complexe qui, dans des cas extrêmes, peut conduire à l'application de « faux » traitements inutiles qui vont clairement à l'encontre de l'éthique médicale. À titre d'exemple, on peut citer le « diagnostic génétique de préimplantation respectant le secret » pour la maladie de Huntington : si un parent potentiellement affecté invoque son droit de ne pas savoir, mais qu'une analyse génétique indique qu'il ne possède pas le gène muté, la procédure de fertilisation *in vitro*, bien que non nécessaire, ainsi qu'un « faux » diagnostic de préimplantation doivent être réalisés afin d'éviter de révéler au patient ses caractéristiques génétiques.

Dans certains cas, il s'avère en outre nécessaire d'informer les parents ou les proches afin de préserver leur bien-être et leur santé. Si tel est le cas, il faut le faire sans violer le droit de ne pas savoir et en considérant la possibilité que l'information soit révélée par mégarde. En général, la stratégie la plus efficace consiste à fragmenter l'information globale sur un patient entre différentes équipes de travail de sorte qu'aucune d'entre elles n'en possède la totalité afin d'éviter que celle-ci ne soit révélée.

### **3.6. Compréhension de l'information**

La quantité d'informations génétiques disponibles après le séquençage du génome entier est énorme (3 milliards de paires de bases). Comprendre la signification de toutes ces informations n'est donc pas une mince affaire, même pour les experts. Des différences dans la séquence d'ADN ne signifient pas toujours une anomalie : les polymorphismes (variables génétiques) sont extrêmement fréquents chez tous les êtres vivants (y compris, bien évidemment, chez l'homme), et les distinguer des mutations pathologiques peut s'avérer extrêmement difficile, voire même une sorte de conformisme.

Compte tenu de la difficulté que pose l'interprétation de toutes ces informations aux experts, la situation peut encore s'aggraver lorsque celles-ci sont mises à la disposition du grand public. Des études ont montré que les tests génétiques destinés directement aux consommateurs offrent peu d'informations, car ceux-ci ne sont pas capables d'interpréter et de comprendre les résultats qui en découlent, en particulier leurs limitations et leurs conséquences. Cette situation se traduit souvent par une mauvaise interprétation subjective des résultats par les individus qui ne possèdent pas la base scientifique nécessaire pour les interpréter correctement. Par exemple, des tests de fertilité masculine à domicile fondés sur différents paramètres physiologiques et biochimiques associés à la viabilité du sperme et plus ou moins liés à la capacité de fertilisation (mobilité et concentration des spermatozoïdes) sont disponibles depuis peu. Ces tests offrent la possibilité de déterminer la fertilité dans l'intimité du foyer et d'éviter les tests médicaux embarrassants. Cependant, les scientifiques ont déjà prévenu que le « diagnostic sans le conseil professionnel qui doit l'accompagner peut faire plus de mal que de bien » (Barras C., 2010). Imaginez maintenant qu'après avoir utilisé un de ces tests de fertilité à domicile, un homme « découvre » sa supposée infertilité alors que sa femme est enceinte : la suspicion apparaîtrait immédiatement. Si vous combinez cette situation avec l'utilisation d'un « test ADN de paternité à domicile » qui ne peut pas attribuer la paternité, mais peut l'exclure (la différence est suffisamment subtile pour ne pas être bien comprise par de nombreuses personnes), le couple se retrouve dans une situation confuse qui affectera certainement sa vie et celle d'un enfant innocent.

La meilleure façon d'éviter la plupart des risques mentionnés ci-dessus est que les informations génétiques d'un individu soient conservées par les professionnels biomédicaux, qui sont les mieux placés pour les interpréter, pour conseiller le patient et pour les utiliser exclusivement dans l'intérêt de celui-ci et pour son bien-être.

### **3.7. Alternatives**

Comme nous venons de l'évoquer, le principal risque de la médecine personnalisée est l'utilisation inadéquate des informations génétiques. L'obtention de ces informations semble être la première étape vers l'utilisation de la médecine personnalisée. Mais celles-ci sont-elles si essentielles ? Les progrès réalisés dans la technologie des cellules souches pluripotentes induites (CSPi) permettent d'obtenir des modèles de maladie spécifiques au patient afin de tester des médicaments ou des traitements sans collecter ses informations génétiques (Robinton D.A. et Daley G.Q., 2012). Toutefois, cette stratégie présente toujours

quelques inconvénients à prendre en compte : les CSPi semblent « se rappeler » de leur origine et de leur histoire dans leur épigénome (les modifications que le génome subit pendant le développement embryonnaire et la formation des tissus), ce qui se traduit probablement par des réponses différentes à des traitements donnés en fonction du tissu dont elles sont issues et des conditions dans lesquelles elles ont été cultivées. Par conséquent, si on cherche à connaître la réponse d'un individu, combien de lignes de CSPi doivent être étudiées pour chaque patient pour être considérées comme représentatives ? Et de quels tissus spécifiques doivent-elles provenir ?

Il n'en reste pas moins qu'il s'agit d'une approche très prometteuse qui pourrait éliminer le risque d'utilisation à mauvais escient des informations génétiques, car elle permet de préserver la vie privée et la confidentialité sans renoncer pour autant à la médecine personnalisée.

### 3.8. Remerciements

L'auteur tient à remercier la Dr Elena Ibañez pour sa lecture utile du manuscrit.

#### **Auteurs :**

Le document sur l'état de la technique a été rédigé par **Luis Ruiz Avila**, associé gérant et directeur général, Janus Development. Le document sur les ELSA a été rédigé par **Josep Santaló**, professeur de biologie cellulaire, Universitat Autònoma de Barcelona.

#### **Références – ELSA**

Barras C. 2010, Home test for sperm count could leave men in a mess, New Scientist: 2746, 10-11

Robinton D.A. and Daley G.Q. 2012, The promise of induced pluripotent stem cells in research and therapy, Nature: 481, 295-305

➔ [www.xplorehealth.eu](http://www.xplorehealth.eu)

# Xplore Health

DISCOVER THE LATEST ON HEALTH RESEARCH



➔ FUNDED BY:



European Commission

➔ PROJECT PARTNERS:



UM&Asociados