



ENVOYER DES COSMONAUTES sur une autre planète ? Cela coûterait très cher et il faudrait auparavant trouver la solution à de nombreux problèmes, par exemple la protection des personnes contre le rayonnement cosmique qu'elles subiront pendant leur long voyage.

Le programme spatial des pays européens a des composantes nationales, mais il s'inscrit en premier lieu dans celui de l'ESA, l'Agence spatiale européenne, qui peut se targuer de très beaux succès depuis des décennies. Les chercheurs européens imaginent maintenant, en continuité avec les réalisations passées, des projets ambitieux dans divers domaines. L'Europe a les capacités technologiques et industrielles de réaliser nombre de ces projets. La réelle limite est le financement. Pour Mars, le programme d'exploration est ainsi limité à une seule mission robotique. Il ne paraît donc pas opportun de transférer des ressources budgétaires de ces programmes vers l'exploration spatiale humaine.

Pour finir, mentionnons un autre aspect, d'ordre éthique. Le coût extrêmement élevé des vols habités est en grande partie lié à la volonté de diminuer au maximum les risques encourus par les équipages. Or l'exploration passée de notre planète s'est faite en prenant des risques considérables. Par exemple, sur les quelque 265 personnes ayant participé avec Magellan à la première circumnavigation, seules 18 sont revenues. On peut donc se demander dans quelle mesure notre culture actuelle de la sécurité est propice à l'exploration humaine de

Quelques-uns des projets de l'ESA

BepiColombo : exploration (robotisée) de Mercure, en collaboration avec le Japon (lancement en 2015)

ExoMars : mission robotique vers Mars avec un orbiteur et un atterrisseur, puis un rover (2016 puis 2018)

Solar Orbiter : mission robotique d'étude du Soleil (2017)

Cheops : satellite dédié à l'étude des exoplanètes (2017)

Euclid : télescope spatial dédié à l'étude des effets de la matière noire sur l'Univers (2020)

JUICE : mission robotique vers Jupiter et ses lunes (2022)

l'espace et si une approche acceptant plus de risques pourrait être plus fructueuse. C'est un débat de société, et une telle discussion devrait notamment avoir lieu entre les acteurs des programmes d'exploration.

L'exploration spatiale amène des contributions très variées à nos sociétés : des connaissances fondamentales, de nouvelles technologies, de nouvelles approches industrielles... Elle contribue aussi à une culture de collaboration et de paix internationales. Et pour de nombreux jeunes, elle constitue une motivation à s'investir dans les sciences et les techniques. Étant la première puissance économique du monde, l'Europe est capable de poursuivre dans cette voie. Mais il reste à développer une stratégie internationale afin d'optimiser les programmes d'exploration humains et robotiques, et l'étude de l'EASAC en est une étape. ■

Thierry COURVOISIER est astrophysicien à l'Université de Genève et président des Académies suisses des sciences. Il a présidé le groupe de travail à l'origine du rapport de l'EASAC.



Réagissez au
Point de vue sur
www.pourlascience.fr

ENTRETIEN

Médecine personnalisée et cancer : quel avenir ?

Entretien avec Fabrice ANDRÉ

Depuis une dizaine d'années, de nouvelles techniques d'analyse moléculaire – notamment le séquençage génétique à haut débit – ont doté la cancérologie de pistes de traitements individualisés, adaptés à la tumeur particulière du patient. L'étude génomique des tumeurs permet de dresser un catalogue des altérations et de rechercher, parmi les médicaments connus,

celui le plus approprié aux caractéristiques de la tumeur étudiée. Toutefois, les choses ne sont pas aussi simples : un patient ne porte pas une, mais des tumeurs ; les caractéristiques d'un cancer évoluent au fil du temps ; il n'existe pas autant de médicaments que de spécificités tumorales, mais autant de spécificités que de patients. Or rien qu'en France, près de trois millions de personnes de 15 ans et

plus étaient concernées par le cancer en 2008 selon le dernier rapport de l'Institut national du cancer (juillet 2014)... Alors, qu'attendre de cette nouvelle médecine, dite personnalisée ou de précision ? Le point avec Fabrice André, médecin oncologue spécialisé dans le cancer du sein à l'Institut Gustave Roussy et directeur de l'unité UMR981 (Inserm, Gustave Roussy, Université Paris XI).



POUR LA SCIENCE

Qu'entend-on exactement par médecine personnalisée en cancérologie ?

FABRICE ANDRÉ : La médecine personnalisée est la recherche, parmi les options thérapeutiques existantes, de la mieux adaptée à chaque patient en fonction des spécificités génétiques et biologiques de sa tumeur, de l'environnement du patient et de son mode de vie. Avec ce profil génétique, biologique et environnemental, on cherche à déterminer quels mécanismes moléculaires contribuent à la progression du cancer chez le patient, afin de les cibler le mieux possible lors du traitement. Ces mécanismes peuvent concerner toutes les voies : la signalisation intracellulaire, le métabolisme, le système immunitaire, la réparation de l'ADN...

PLS

Comment concrètement met-on en évidence les mécanismes impliqués dans la progression d'un cancer donné ?

F. A. : On effectue une biopsie de la tumeur, de préférence dans une région produisant des métastases, car ce sont les cellules de ces régions qui évoluent le plus vite [la médecine personnalisée est avant tout destinée aux personnes présentant un cancer qui s'étend]. On séquence le génome de cet échantillon et l'on y recherche des anomalies. On compare alors ces altérations génomiques avec celles déjà répertoriées par ailleurs chez d'autres patients, ce qui permet d'identifier les mutations susceptibles de jouer un rôle dans la progression tumorale. Ces mutations touchent des gènes, dont on recherche ensuite la fonction soit dans les travaux déjà publiés, soit en réalisant d'autres études.

PLS

Une fois que l'on a caractérisé la tumeur, comment « personnalise-t-on » le traitement ?

F. A. : Plusieurs approches sont possibles. La thérapie ciblée consiste à cibler des molécules

spécifiques des cellules cancéreuses, choisies en fonction des caractéristiques de la tumeur, afin de bloquer leur croissance tout en limitant les dommages sur les cellules normales. Les molécules actuellement utilisées sont par exemple des anticorps dits monoclonaux, qui se lient de façon spécifique à une protéine de la surface des cellules tumorales impliquée dans leur croissance.

Ainsi, l'anticorps trastuzumab (Herceptin®) a été conçu pour se lier à une protéine de la membrane cellulaire, HER2, surproduite dans certains cancers du sein. Cette protéine est le récepteur d'un facteur de croissance cellulaire. Sa surproduction à la surface des cellules cancéreuses augmente le recrutement du facteur de croissance, et donc la croissance de la tumeur. L'anticorps limite ce recrutement, ce qui ralentit la croissance tumorale.

PLS

Quels sont les autres types de traitements utilisés en médecine personnalisée ?