ACADÉMIE NATIONALE DE PHARMACIE

SANTE PUBLIQUE - MEDICAMENT - PRODUITS DE SANTE - BIOLOGIE - SANTE ET ENVIRONNEMENT

Fondée le 3 août 1803 sous le nom de Société de Pharmacie de Paris
Reconnue d'utilité publique le 5 octobre 1877

VEILLE SCIENTIFIQUE

LETTRE n° 62

éditée sous l'égide ***de la Commission Prospective Scientifique et Programmation***

Ce document résulte d'une veille prospective de l'Académie nationale de Pharmacie réalisée périodiquement dans le domaine de la santé et de l'innovation thérapeutique, ainsi que dans le domaine de l'environnement – santé. Elle cherche également à mettre en relief les start-ups ou « Biotechs » impliquées dans ces mêmes domaines.

Pour faciliter la lecture, les informations sont signalées par des lettres : F pour recherche fondamentale ; P pour recherche préclinique ; C pour recherche clinique.

SOMMAIRE

Mises au point

1. **Aspirine et prévention primaire des risques cardiovasculaires (C)**
2. **Résultats cliniques des premiers essais français basés sur des cocktails de phages (C)**

Innovations scientifiques et thérapeutiques

3. **Nouvel espoir pour la prévention de la grippe (P)**
4. **Des nanoparticules de rapamycine permettent de réadministrer des produits de thérapie génique utilisant des adénovirus (P)**
5. **Des apports nutritionnels pauvres en protéines peuvent-ils réduire certaines tumeurs cancéreuses ? (F)**
6. **Corrélation entre Herpès virus (HSV1) et maladie d'Alzheimer (C)**
7. **Stress oxydant et altérations des voies de signalisation dans les maladies auto-immunes et du tissu conjonctif (F)**

Santé, Société & Environnement

8. **Alimentation « bio » et cancers (C)**

Les « Biotechs » dans le domaine de la santé

CARCIDIAG BIOTECH

1. Aspirine et prévention primaire des risques cardiovasculaires

Plus d'un siècle après sa découverte, l'aspirine continue toujours à alimenter la presse scientifique, notamment sur son rôle controversé dans la prévention primaire des risques cardiovasculaires et du cancer colique. Plusieurs essais cliniques très récents viennent nous éclairer sur ces sujets.

L'essai ASCEND (1) a testé l'intérêt de 100 mg/j en prévention primaire cardiovasculaire chez 15 480 sujets diabétiques. L'essai a montré, après un suivi moyen de 7,4 ans, une réduction de 12 % des événements cardiovasculaires au prix d'une augmentation de 29 % des hémorragies majeures. Plus inquiétant, l'essai n'a montré aucun bénéfice de l'aspirine sur le risque de cancer, notamment colique. Cet essai plaide donc assez fortement contre l'utilisation en routine de l'aspirine en prévention primaire chez les sujets diabétiques, malgré leur risque élevé d'événements cardiovasculaires.

L'essai ARRIVE (2) là aussi à la dose de 100 mg/j a été conduit chez plus de 12 000 sujets à risque cardiovasculaire « moyen » (hommes d'au moins 55 ans avec au moins 2 facteurs de risque cardiovasculaire ou des femmes d'au moins 60 ans avec au moins 3 facteurs de risque). Sur un suivi de près de 6 ans, l'essai n'a détecté aucun bénéfice de l'aspirine sur la prévention des événements cardiovasculaires majeurs, sauf une réduction du risque d'infarctus du myocarde. Pire, l'aspirine a doublé le risque d'hémorragie digestive, et il n'y a eu aucun effet décelable sur le risque de cancer.

Enfin, l'essai ASPREE (3, 4) portant sur l'utilisation de 100 mg/j d'aspirine pour la prévention primaire cardiovasculaire chez 19 114 sujets âgés (70 ans ou plus) n'a pas réduit le risque d'événements cardiovasculaires et a augmenté de 38 % le risque d'hémorragie majeure. Surtout, l'aspirine a augmenté la mortalité toute cause de 14 %, le principal contributeur de cette augmentation de la mortalité étant le cancer !

Il est donc clair qu'il n'y a pas de place pour l'aspirine en prévention primaire du risque cardiovasculaire alors que cette indication est solidement établie en prévention secondaire. Cette indication de l'aspirine en monothérapie reste d'ailleurs supérieure à celle d'autres stratégies utilisant des antiagrégants plaquettaires, notamment les inhibiteurs de P2Y12. Pour ce qui est de la prévention du cancer colique, on ne peut pas tirer de conclusion définitive sur ses effets à partir de ces essais, bien que la tendance soit plutôt négative.

Sources:

1. ASCEND Study Collaborative Group. Effects of aspirin for primary prevention in persons with diabetes mellitus. N Engl J Med 2018; doi: 10.1056/NEJMoa1804988.

2. Gaziano JM, Brotons C, Coppolecchia R et al; ARRIVE Executive Committee. Use of aspirin to reduce risk of initial vascular events in patients at moderate risk of cardiovascular disease (ARRIVE): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. Lancet 2018; doi: 10.1016/S0140-6736(18)31924-X

3. McNeil JJ, Wolfe R, Woods RL et al. Effect of aspirin on cardiovascular events and bleeding in the healthy elderly. N Engl J Med 2018; doi: 10.1056/NEJMoa1805819

4. McNeil JJ, Nelson MR, Woods RL et al. Effect of aspirin on all-cause mortality in the healthy elderly. N Engl J Med. doi: 10.1056/NEJMoa1803955

2. Résultats cliniques des premiers essais français basés sur des cocktails de phages

1. Phagoburn

Un essai randomisé, contrôlé et en double aveugle vient d'être réalisé avec des virus bactériophages, pour traiter les infections produites par des germes résistants aux antibiotiques. Pherecydes Pharma avait en effet lancé, en juillet dernier, un essai clinique baptisé Phagoburn, pour évaluer la tolérance et l'efficacité de deux traitements anti-infectieux à base de bactériophages anti-*Pseudomonas aeruginosa* chez les grands brûlés et pour les comparer à un traitement de référence. Lors de cet essai de phase I//II, des patients grands brûlés âgés de 18 ans ou plus et cliniquement infectés par *P. aeruginosa* ont été recrutés dans 9 centres en France et en Belgique. Ces patients, au nombre de 27 ont été répartis au hasard en deux groupes : 27 ont reçu un cocktail (PP1131) de 12 phages anti-*pseudomonas*, les 26 autres un traitement standard à base de crème à base de sulfadiazine d'argent*, durant 7 jours.

Un dernier patient sans infection particulière a reçu le traitement standard. Afin de respecter la notion de double aveugle, ce sont les microbiologistes qui ont analysé les échantillons.

Selon les auteurs, à très faible concentration, le cocktail de phages diminue la charge bactérienne de la brûlure moins efficacement que le traitement standard à base de sulfamide. D'autres études seraient donc nécessaires impliquant de plus fortes concentrations de phages et un nombre plus élevé de participants.

Ces résultats montrent que l'efficacité des phages est loin d'être évidente — du moins dans ce cadre précis. Il a en effet fallu trois fois plus de temps en médiane au cocktail de phages pour parvenir à réduire la charge bactérienne (en l'occurrence, *Pseudomonas aeruginosa*) de façon significative au niveau des plaies des patients par rapport à un traitement standard.
Selon Patrick Jault qui a mené cette étude, ces résultats à première vue décevants ont apporté des *« enseignements considérables sur le plan pharmacologique »*. Par exemple, on sait désormais qu'il est nécessaire d'utiliser les phages rapidement après la phase de bioproduction, car leur concentration peut diminuer radicalement en l'espace de quelques semaines.
Les patients de PhagoBurn n'ont ainsi reçu qu'*« une quantité infime de phages par centimètre carré de plaie infectée »*, soit entre 10 et 100 phages/cm^2 au lieu du million prévu dans le protocole. Reste le problème de leur production.
Deux nouveaux essais cliniques, auxquels Pherecydes Pharma participera, doivent ainsi débuter en 2019. L'objectif est d'évaluer la capacité des phages à éliminer le staphylocoque doré dans les cas d'infections - ostéo-articulaires (étude PhagOs) et d'infections de l'ulcère du pied diabétique (étude PhagoPied).

2. Phagobone

Cet essai réalisé à Lyon en collaboration avec Pherecydes Pharma décrit l'utilisation des 4 phages pour traiter une infection située dans l'articulation sacro-iliaque d'un patient. L'infection est apparue environ deux mois après excision d'une métastase osseuse et pose d'un ciment de comblement. L'antibiogramme de la souche bactérienne responsable de l'infection a montré une résistance à quasiment tous les antibiotiques (sauf à la polymyxine et au ceftolozane / tazobactam). Quatre phages préparés par Pherecydes Pharma et mélangés avant dilution à la pharmacie hospitalière ont été administrés directement dans la plaie préalablement débridée et nettoyée. Quatre applications ont été effectuées à 3 jours d'intervalle. La plaie profonde et large a été stérilisée suite à la première administration, mais les trois autres ont été néanmoins effectués. Le succès de la bactériophagothérapie, combinée à des antibiotiques et un système de fermeture de plaie par vide assisté (VACVR Therapy, KCI, USA) a permis l'éradication rapide de l'infection, suivie d'une belle cicatrisation de la plaie. Les phages ont été très bien tolérés. Malheureusement, le patient est décédé quelques semaines plus tard des suites de son cancer généralisé.

Sources:

1. Jault P, Leclerc T, Jennes S, Pirnay JP, Que YA, Resch G, *et al.* Efficacy and tolerability of a cocktail of bacteriophages to treat burn wounds infected by *Pseudomonas aeruginosa* (Phagoburn), a randomized, controlled, double-blind phase ½ trial. *Lancet Infect Dis* 2018; Oct 3
2. Ferry T, Boucher F, Fèvre C, Perpoint T, Chateau J, Petitjean C, *et al.* Innovations for the treatment of a complex bone and joint infection due to XDR Pseudomonas aeruginosa including local application of a selected cocktail of bacteriophages. J *Antimicrob Chemother* 2018; 73(10): 2901–2903.

* Sulfamide anti-infectieux à noyau pyrimidine et à fonction guanidine. Inscrite sur la liste des Médicaments essentiels de l'OMS et à la Pharmacopée européenne (monographie 01/2014, 0294). *Utilisée, sous forme de base et sel argentique, entre autres contre la pneumocystose et la toxoplasmose, en association avec la pyriméthamine. L'utilisation de la sulfadiazine argentique pour la prévention et le traitement des infections dans les cas de brûlures cutanées à partir du deuxième degré est restreinte, sachant qu'il peut y avoir des effets systémiques graves*.
http://dictionnaire.acadpharm.org/w/Sulfadiazine.

3. Nouvel espoir pour la prévention de la grippe

Face aux mutations très rapides des virus grippaux, la vaccination actuelle est basée annuellement sur des prévisions épidémiologiques qui guident le choix des souches à utiliser pour le vaccin (2 souches A et 2 souches B), car il n'existe pas actuellement de vaccins capables de produire des anticorps efficaces sur la majorité des souches infestant l'organisme humain.

Un travail récent, publié dans la revue Science, est basé sur une tout autre approche. Il s'agit d'un spray nasal qui renferme un adénovirus génétiquement modifié, porteur d'un gène produisant un anticorps capable de stopper toutes les souches de virus grippal d'origine humaine.

Ce travail est basé sur l'étude du système immunitaire du lama qui est tout à fait original. En effet, quand on injecte à cet animal différents virus grippaux, il fabrique des anticorps plus petits que les anticorps humains, car dépourvus de chaines légères (appelés nanoanticorps) et qui sont capables de se fixer sur des zones inaccessibles à ceux produits par l'organisme humain.

Les auteurs de ce travail ont inoculé aux lamas trois virus grippaux différents et des hémagglutinines issues de deux autres lignées, le tout couvrant les souches de grippe A et B. Six mois plus tard, ils ont récupéré plusieurs nanoanticorps, chacun étant capable de neutraliser plusieurs souches de virus grippaux, autrement dit de s'associer à des zones de l'hémagglutinine commune à plusieurs variants. À partir de là, et en analysant ces anticorps, ils ont produit un gène qui, associé à un adénovirus, et injecté à la souris, protège ces animaux vis-à-vis des virus grippaux utilisés.

Ce travail est extrêmement important, car porteur d'espoir non seulement pour lutter contre la grippe, mais aussi pour lutter contre d'autres maladies virales pour lesquelles il n'existe pas de vaccins comme le VIH.

Toutefois, il ne faut pas aller trop vite, car il reste encore beaucoup à faire avant d'obtenir des résultats probants chez l'homme.

Source: Cohen J. Llama antibodies inspire gene spray to prevent all flus. Science 2018 362(6414): 511. doi: 10.1126/science.362.6414.511

4. Des nanoparticules de rapamycine permettent de réadministrer des produits de thérapie génique utilisant des adénovirus.

On sait qu'une des limites des vecteurs viraux, notamment les adénovirus (AAV), utilisés en thérapie génique (les « gènes-médicaments » des maladies de l'œil, du foie, des muscles) est qu'ils induisent une réaction immunitaire chez le sujet, rendant impossible leur réadministration. Or, ceci est parfois nécessaire pour assurer l'efficacité d'un traitement sur le long terme, en particulier dans les applications systémiques et/ou pédiatriques.
Dans cette optique, une équipe de Généthon / Inserm dirigée par le Dr Federico Mingozzi a cherché à contourner cet obstacle biologique et rendre l'organisme des malades tolérant à une seconde injection de thérapie génique par AAV**.** Pour y parvenir, les chercheurs ont utilisé des nanoparticules de rapamycine, un immunosuppresseur connu, développées par la biotech américaine Selecta Biosciences, qu'ils ont injecté simultanément à un vecteur AAV par voie intraveineuse. Ils ont constaté, sur des modèles animaux, que cette administration simultanée inhibe les réactions immunitaires de l'organisme.
Cette première scientifique est prometteuse pour le traitement des maladies génétiques rares, car, si l'efficacité de cette technique est confirmée, elle permettrait de traiter les malades dès les premiers signes de la maladie et de réinjecter un médicament de thérapie génique si l'effet thérapeutique devait s'atténuer avec le temps.

Source : Meliani A, Boisgerault F, Hardet R, Marmier S, Collaud F, Ronzitti G, et al. Antigen-selective modulation of AAV immunogenicity with tolerogenic rapamycin nanoparticles enables successful vector re-administration. Nat Commun 2018, 9(1) : 4098. doi: 10.1038/s41467-018-06621-3

5. Des apports nutritionnels pauvres en protéines peuvent-ils réduire certaines tumeurs cancéreuses ?

Il a été démontré qu'une restriction alimentaire peut avoir un impact sur le développement de certaines tumeurs cancéreuses avec des effets très variables suivant le type de cancer étudié. Le mécanisme de ces effets demeure largement méconnu. Pour répondre à cette question, des chercheurs ont administré à des souris des régimes nutritionnels appauvris en protéines, sans réduction glucidique, le régime restant isocalorique par rapport à un régime normal, et ceci dans trois modèles de cancers : lymphome, mélanome et carcinome colorectal.

Dans tous les cas, une réduction de 25 % de l'apport protéique s'est traduite par une diminution significative de la croissance des tumeurs. Ces effets ne sont pas dus à une limitation de la prolifération des cellules cancéreuses, mais résulteraient plutôt de l'induction d'une réponse immunitaire antitumorale des cellules T spécifiques et une activation du signal des IRE1alpha/RIG1, provoquant une production de cytokines et une augmentation de la réponse immunitaire anticancéreuse.

Il serait possible d'envisager d'appliquer ce type de régime chez des patients affectés d'un cancer immuno-dépendant. Le fait de maintenir une ration qui diminuerait la part protéique tout en maintenant un apport normocalorique par augmentation de la part glucidique rendrait ce traitement plus supportable qu'une réduction alimentaire globale chez ces patients souvent déjà cachectiques.

Source : Rubio-Patino C, Bossowski JP, De Donatis GM, Mondragon L, Villa E, Aira LE, et al. Low-protein diet induces IRE1α-dependent anticancer immunosurveillance. Cell Metabolism 2018; 27: 828–842 e7. doi: 10.1016/j.cmet.2018.02.009

6. Corrélation entre herpès virus (HSV1) et maladie d'Alzheimer

HSV1 persiste pendant toute la vie et réapparait régulièrement, car il siège dans les neurones et les cellules immunitaires. Il se transmet facilement oralement et le contact avec certains objets comme les brosses à dents ou les ustensiles de cuisine.

D'après Ruth Itzhaki, de l'Université de Manchester, ce HSV1 pourrait être responsable de 50 % ou plus des cas de maladie d'Alzheimer.

Les rechutes régulières d'herpès apparaissent en effet plus fréquemment chez les porteurs de l'allèle *AopE4* considéré comme un facteur de risque de la maladie d'Alzheimer. L'hypothèse de travail repose sur le fait que chez les porteurs de ce gène, les rechutes sont plus fréquentes et plus sévères dans les cellules cérébrales infectées par le HSV1 avec comme conséquence une accumulation progressive des dommages qui aboutissent au déclenchement de la maladie d'Alzheimer.

Dans un travail précédent, cet auteur avait montré que le HSV1 était responsable de dépôt de protéines caractéristiques de la maladie d'Alzheimer, à savoir des plaques amyloïdes et enchevêtrements fibrillaires, car l'ADN du HSV1 était retrouvé très spécifiquement dans les plaques présentes au niveau des tissus cérébraux de patients décédés de cette maladie. De plus, ces protéines sont retrouvées sous forme d'agrégats dans les cultures cellulaires infectées par le HSV1 et qu'il est possible de limiter leur apparition par l'utilisation de médicaments antiviraux.

Des données épidémiologiques basées sur la population taïwanaise mettent en évidence que la corrélation n'apparait que dans les cas d'herpès sévères, ce qui ne représente qu'une minorité des cas.

Pour Ruth Itzhaki, il est nécessaire :

1) d'étudier des cas de démence au sein d'une population n'ayant subi qu'une infection de faible intensité incluant l'herpès labial et l'herpès génital ;

2) de déterminer si un traitement antiviral classique connu pour son innocuité et sa bonne tolérance est efficace.

Enfin, à côté de ce travail, il serait utile de développer un vaccin anti-HSV1 pour voir s'il serait capable de contrôler non seulement la pathologie herpétique, mais aussi la démence liée à la maladie d'Alzheimer.

Source : Itzhaki RF. Corroboration of a major role for *Herpes virus simplex* type 1 in Alzheimer disease. *Front.Aging Neurosci.* doi: 01.3389/fnagi-2018 00324

7. Stress oxydant et altérations des voies de signalisation dans les maladies auto-immunes et du tissu conjonctif.

Ce numéro spécial de Free Radical Biology and Medicine de septembre 20118 rassemble diverses revues invitées qui permettent de mieux comprendre les rôles potentiels des espèces radicalaires de l'oxygène dans les pathologies concernées. L'oxydation des protéines peut conduire à la formation d'auto-anticorps et donc donner naissance à de nouvelles cibles thérapeutiques. Le rôle de l'hypoxie dans l'arthrite inflammatoire, des voies d'activation des neutrophiles dans le lupus, le psoriasis, l'implication critique de NOX2 dans des manifestations pathologiques sévères (lupus, maladie de Crohn) et le lien hypertension — mécanismes immuns rénaux, vasculaires et stress oxydant sont parmi les sujets détaillés dans ce numéro.

Source: Free Radical Biology and Medicine, Vol. 125: 1–115, September 2018.

Santé, Société & Environnement

8. Alimentation « bio » et cancers.

L'idée qu'une alimentation « bio » soit associée à un bénéfice en termes de santé, notamment un moindre risque de cancers, est un argument fort pour expliquer le développement très important de ce marché. Toutefois, les rares données épidémiologiques actuellement disponibles ne sont pas suffisantes pour conclure à un effet protecteur de ce type d'alimentation (ou inversement pour invoquer un risque accru lié à la consommation d'aliments issus de l'agriculture conventionnelle).
Dans cet esprit, des chercheurs du centre de recherche en Épidémiologie et statistiques, Université Sorbonne Paris Cité (Inra/Inserm/Université Paris 13/CNAM) ont mené une étude épidémiologique basée sur l'analyse d'un échantillon de 68 946 participants (78 % de femmes, âge moyen 44 ans) de la cohorte française NutriNet-Santé. Leurs données relatives à la consommation d'aliments bio ou conventionnels ont été collectées à l'inclusion, à l'aide d'un questionnaire de fréquence de consommation (jamais, de temps en temps, la plupart du temps) pour 16 groupes alimentaires. Des caractéristiques sociodémographiques, de modes de vie ou nutritionnelles ont également été prises en compte dans cette analyse.
Au cours des 7 années de suivi (2009-2016), 1 340 nouveaux cas de cancers ont été enregistrés et validés sur la base des dossiers médicaux. Une diminution de 25 % du risque de cancer (tous types confondus) a été observée chez les consommateurs réguliers d'aliments bio comparés aux consommateurs plus occasionnels. Cette association était particulièrement marquée pour les cancers du sein chez les femmes ménopausées (-34 % de risque, score bio élevé *versus* bas) et les lymphomes (-76 % de risque). La prise en compte de divers facteurs de risque pouvant impacter cette relation (facteurs sociodémographiques, alimentation, modes de vie, antécédents familiaux) n'a pas modifié les résultats.
Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ces données : la présence de résidus de pesticides synthétiques, beaucoup plus fréquents et à des doses plus élevées dans les aliments issus d'une agriculture conventionnelle, comparée aux aliments bio, ou encore des teneurs potentiellement plus élevées en certains micronutriments (antioxydants caroténoïdes, polyphénols, vitamine C ou profils d'acides gras plus bénéfiques) dans les aliments bio.
Bien qu'aucun lien de cause à effet ne puisse être tiré de cette étude, ces résultats soutiennent néanmoins les recommandations du Haut Conseil de Santé publique (HCSP) émises en 2017 pour les futurs repères alimentaires du Programme national Nutrition Santé (PNNS) visant à privilégier les aliments cultivés selon des modes de production diminuant l'exposition aux pesticides pour les fruits et légumes, les légumineuses et les produits céréaliers complets.

Source : Baudry J, Assmann KE, Touvier M, Allès B, Seconda L, Latino-Martel P, et al. The frequency of organic food consumption is inversely associated with cancer risk: results from the NutiNet-Sante prospective cohort. JAMA Internal Medicine, doi:10.1001/jamainternmed.2018.4357[e]

« Biotechs » dans le domaine de la santé

CARCIDIAG BIOTECH

CARCIDIAG BIOTECH développe des kits de diagnostic précoce du cancer. Installée à Guéret dans la Creuse, cette MedTech s'appuie sur des recherches menées à l'université de Limoges au laboratoire d'homéostasie cellulaire et pathologies (HCP), pour mettre au point un test pronostic, indicateur précoce de l'agressivité du cancer du côlon.

Point de départ de ces travaux[1], la glycosylation concernant certaines protéines présentes à la surface de nos cellules. *« Il s'agit de l'agrégation de glucides sur une protéine. Ces sucres interviennent dans des mécanismes de reconnaissance et d'interaction cellulaires. Une modification de la glycosylation est observée dans certains types de cellules cancéreuses et participe au processus de dissémination des cellules tumorales. » « Les cellules cancéreuses étant caractérisées par leur prolifération anarchique,* c*elle-ci peut être liée à une activation anormale de récepteurs spécifiques à la surface des cellules, qui contrôlent la multiplication cellulaire. Or l'activation des récepteurs par les facteurs de croissance dépend également de leur état de glycosylation. ».* Dans le cancer colorectal, Marie-Odile Jauberteau et son équipe ont montré que certaines cellules tumorales, les cellules souches cancéreuses, présentent des modifications des profils de glycolysation qui leur sont spécifiques. Détecter ces cellules souches cancéreuses par la modification de leur profil de glycosylation serait donc un moyen de diagnostiquer et de caractériser un cancer très tôt.

Aux deux brevets initiaux issus des travaux du HCP, dont Carcidiag Biotech a la licence exclusive, s'en sont ajoutés quatre autres, déposés par l'entreprise. Un kit de diagnostic du cancer colorectal est déjà au point. Des lots pilotes sont en cours de production pour les laboratoires de recherche et les essais cliniques. L'obtention du marquage CE, passage obligé pour la distribution dans l'Union européenne, est prévue courant octobre. Des essais cliniques devraient démarrer à l'automne, à Gustave-Roussy, à Villejuif, à l'hôpital Georges-Pompidou, à Paris, et à l'Institut Paoli-Calmettes, à Marseille. La commercialisation du kit est envisagée fin 2019.

Carcidiag Biotech a été lauréate du concours i-Lab 2017 du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Elle est en contact, entre autres, avec le groupe pharmaceutique, AstraZeneca.

En juillet dernier, cette MedTech a levé plus de 1,5 million d'euros pour ses kits de diagnostic[2]**.**

Ces travaux pourraient répondre à la question : comment repérer les cellules souches cancéreuses ? … ce qui reste un casse-tête. *« Le premier grand objectif est de trouver des marqueurs fins de ces CSC pour les reconnaître facilement, les isoler, les caractériser et comprendre leurs mécanismes de fonctionnement*, expliquait, il n'y a pas si longtemps Daniel Birnbaum, biologiste au Centre de recherche en cancérologie de Marseille et spécialiste des tumeurs mammaires

Sources :

1. La Recherche n° 540, octobre 2018.
2. https://carcidiag.com/la-societe.html

Ont participé à la rédaction de cette Lettre n° 62 : Alain Berdeaux, Claude Monneret, Alain Gouyette, Pierre Bourlioux, Jean-Claude Chaumeil, Frédéric Bonte.