

L'actualité

L'Actualité, no. Vol: 32 No: 8
15 mai 2007, p. 24

Science

LES CELLULES DE TOUS LES ESPOIRS

Villedieu, Yanick

Des maladies comme le diabète, le cancer, l'Alzheimer pourraient bien capituler devant des cellules souches dressées pour guérir. les chercheurs sont déjà à pied d'oeuvre!

Fascinant! Ces minuscules masses rondes et les longs filaments qui les prolongent, vus sous le microscope du Dr François Berthod, sont des neurones, les cellules nobles du cerveau. Mais des neurones vraiment pas comme les autres. Ils ont été obtenus en éprouvette à partir d'un petit morceau de peau. De la peau prélevée chez un donneur humain adulte. Et de laquelle on a extrait, puis patiemment cultivé, des cellules qui valent bien plus que leur pesant d'or: des cellules souches.

Des cellules aux mille et une beautés! Tout comme le premier Paré d'Amérique est la personne souche de tous les Paré du bottin, ces cellules primordiales, dites "indifférenciées", sont les mères de toutes les cellules. Ces merveilles vivantes peuvent en effet se transformer en toutes sortes de cellules "différenciées", aussi typées que les neurones et les globules rouges, les cellules de la peau et celles des os. Ou encore les cellules qui sécrètent l'insuline dans le pancréas ou la dopamine dans le cerveau (voir l'encadré "Petit guide pour le profane", p. 26).

Des cellules, aussi, aux mille et une vertus! Qu'elles proviennent de l'embryon, qui en contient énormément, ou de l'adulte, où l'on en trouve un petit nombre, elles sont le nouvel eldorado de la médecine. Diabète, alzheimer ou cancer: demain, des maladies qui résistent encore à la chimie du pharmacien et au bistouri du chirurgien pourraient capituler devant des cellules souches dressées pour guérir.

Mais on n'en est pas encore là. Pour l'instant, on en est plutôt aux préliminaires, à l'exploration, aux belles surprises. Comme celle des neurones que le Dr Berthod a produits avec son équipe de l'Université Laval et du LOEX (Laboratoire d'organogenèse expérimentale), de l'Hôpital du Saint-Sacrement, à Québec. "Ils ressemblent à des neurones naturels et, comme eux, ils peuvent vivre une cinquantaine de jours en culture", explique-t-il. Il me montre la preuve de leur activité, à savoir une panoplie de substances qu'ils ont sécrétées. "Ces substances sont typiques des neurones matures", insiste le chercheur.

De "vrais" neurones? Pas encore certain: il lui faut maintenant prouver qu'ils se comportent comme tels, notamment en les faisant réagir à un stimulus électrique. Des neurones "utiles"? "Oui, si l'on parle de recherche fondamentale, pour mieux comprendre leur fonctionnement par exemple, dit le biologiste. Peut-être, si l'on parle d'applications cliniques, ce qui, de toute façon, n'arrivera pas avant des années."

Car avant d'apporter ces neurones "au chevet du malade", avant même d'écrire la première ligne du premier protocole expérimental chez l'être humain, il faudra franchir bien des obstacles. Démontrer que ces neurones fonctionnent bel et bien comme ceux qu'a conçus Mère Nature. Réussir à fabriquer des neurones spécialisés dans telle ou telle tâche, puisque tous les neurones ne font pas la même chose.

Mener de méticuleux essais en éprouvette et sur l'animal. Puis, il faudra prouver qu'on peut les injecter sans risque à des patients. Faire la preuve qu'ils ont un effet thérapeutique durable. Mettre au point une méthode de traitement - pour la maladie d'Alzheimer ou celle de Parkinson, par exemple - relativement facile et pas exagérément chère. Des années de travail, effectivement.

Et des tonnes d'espoir: rarement domaine de recherche en a suscité autant! Partout naissent des laboratoires, des centres de recherche, des instituts spécialisés ès cellules souches. En 2001, le Canada créait son Réseau de cellules souches, avec une subvention de départ de plus de 20 millions de dollars. En 2004, l'État de la Californie annonçait la Stem Cell Initiative, des fonds de recherche et développement de trois milliards de dollars américains en 10 ans. Au début d'avril 2007, l'État de New York y allait de 100 millions de dollars pour un programme de subventions de recherche l'année prochaine, plus un demi-milliard pour les 10 années suivantes.

Signe qui ne ment pas, des dizaines d'entreprises de biotechnologie se sont lancées dans l'aventure. L'américaine Advanced Cell Technology (ACT), par exemple. ACT dit avoir mis au point une technique de production de cellules souches embryonnaires qui ne détruit pas l'embryon, ce qui n'est pas sans importance aux États-Unis, où les enjeux religieux sont omniprésents. Cette société fait des essais cliniques préliminaires pour les maladies de la rétine, les accidents cardiaques et vasculaires, le cancer et la réparation de la peau. Une entreprise californienne, Geron, cherche à appliquer la technologie des cellules souches embryonnaires aux blessures de la moelle épinière, au diabète de type 1, à l'infarctus, aux fractures osseuses et à l'ostéoporose. Un eldorado, vous dis-je!

Imaginez. Si on pouvait obliger une cellule souche cultivée en éprouvette à former des cellules de muscle cardiaque, on pourrait peut-être greffer ces cellules toutes neuves sur un coeur endommagé par un infarctus. Même chose pour les neurones de la moelle épinière détruits dans un accident: on pourrait les remplacer par des neurones spéciaux fabriqués *in vitro*, les neurones moteurs, qu'on injecterait aux patients paralysés. Et pourquoi ne pas faire de même pour remplacer les cellules d'une petite zone du cerveau, la substance noire, chez les personnes qui souffrent de la maladie de Parkinson? Peut-être aussi pourrait-on injecter des cellules souches "intelligentes" qui iraient se loger d'elles-mêmes dans le coeur, le système nerveux, les os ou les muscles? Un jour, à la télévision, un type en blouse blanche vous parlera de toutes sortes de maladies en concluant chaque fois: "Ah! Ha! Cellules souches!"

De la médecine-fiction? En partie, oui. L'immense majorité des essais ne se font encore que sur l'animal. Et l'on n'est pas près d'implanter des cellules souches adultes dans le cerveau ou dans la moelle épinière de patients. Ni même d'utiliser des cellules souches embryonnaires pour traiter quelque malade que ce soit. Toutefois, pour l'après-infarctus, on est déjà passé à des essais chez l'humain avec des cellules souches adultes, notamment en Allemagne et aux États-Unis. On a constaté, chez les patients qui avaient déjà fait un infarctus, une certaine restauration du myocarde, la partie contractile du muscle cardiaque.

Au Québec, les travaux du Dr Jacques Tremblay, du Centre hospitalier de l'Université Laval, sont prometteurs. Ce chercheur s'intéresse à une maladie héréditaire grave, la dystrophie musculaire de Duchenne. Le gène en a été découvert en 1987, mais on n'a toujours pas de bon traitement: petit à petit, les patients perdent leurs muscles, parce que ceux-ci manquent de dystrophine, substance naturelle nécessaire à la réparation des fibres musculaires endommagées. Les malheureux finissent par ne plus avoir, littéralement, que la peau et les os.

Le Dr Tremblay expérimente des transplantations de cellules souches musculaires pour régénérer leurs muscles malades: les cellules transplantées en viennent à former des fibres musculaires saines, capables de produire la précieuse dystrophine. Un essai clinique a été mené l'an dernier chez neuf patients. Un essai prudent, il est vrai: on traitait seulement un centimètre cube de muscle (le volume du biceps est d'environ 30 cm³). Les résultats sont positifs. Cette année, on fera un autre essai, cette fois dans un

muscle de l'avant-bras de 9 cm³. "J'ai bon espoir que, dans cinq ans, on pourra redonner à ces malades assez de force pour améliorer leur vie quotidienne, dit le Dr Jacques Tremblay. On ne les fera pas marcher de nouveau, c'est vrai. Mais pouvoir manger par eux-mêmes, tourner les pages d'un livre, actionner la commande de leur fauteuil roulant, ce serait déjà un progrès formidable pour eux."

L'espoir est également permis grâce aux travaux de la Dre Lucie Germain, coordonnatrice scientifique du LOEX. Fascinée par les cellules souches depuis qu'elle a commencé à les étudier au début des années 1980, elle déborde de projets, de questions et d'énergie. Elle s'intéresse entre autres aux cellules souches de la cornée, la partie transparente de l'oeil. Ces cellules se trouvent dans le limbe, au pourtour de la cornée, à la limite du blanc de l'oeil. Dans les cas où la cornée serait endommagée ou brûlée, par des produits chimiques par exemple, on pourrait prélever un minuscule morceau du limbe de l'oeil sain, le cultiver en laboratoire et obtenir une cornée assez grande pour être greffée dans l'oeil blessé. Un premier patient pour bientôt? "Dans un an, peut-être", répond Lucie Germain.

Montréal, maintenant. La "salle blanche" du Centre de traitement cellulaire de l'Hôpital général juif est un de ces endroits où la réalité semble rejoindre la fiction. Dans cette atmosphère parfaitement stérile - pas le moindre microbe, bien sûr, et moins de 10 000 particules microscopiques par mètre cube d'air -, on concocte des cellules souches génétiquement modifiées pour le traitement de l'hypertension pulmonaire primaire, une maladie caractérisée par une élévation anormale de la pression sanguine dans les artères pulmonaires, et qui peut être mortelle.

Le Dr Jacques Galipeau dirige la partie montréalaise de l'équipe de chercheurs qui travaille à cet essai clinique canadien. "Les cellules souches proviennent du sang du patient, explique-t-il. On les modifie en culture en leur ajoutant un gène bénéfique, puis on les réinjecte au patient par voie intraveineuse. Les cellules souches ainsi modifiées se logent dans les poumons. Elles soulageraient les symptômes, voire guériraient le malade, si l'on en croit ce qui se passe chez l'animal."

Bien sûr, là aussi, on avance à tout petits pas. Seuls deux patients ont reçu le traitement, à Toronto, à la fin de l'année dernière, et il n'y a pas eu de réactions contraires. Un troisième devrait le recevoir ce printemps à Montréal. L'approche est ingénieuse. "Une sorte de mariage entre la médecine par les cellules souches et la thérapie génique, dit le Dr Galipeau, mais une thérapie génique en éprouvette, donc parfaitement sécuritaire." Cependant, il faudra attendre encore longtemps avant de savoir si cette approche a de réels bienfaits.

Bienvenue à l'ère des cellules qui soignent et qui réparent, de la thérapie cellulaire et de la médecine régénératrice! Une ère qui, en fait, a commencé bien avant que les désormais célèbres cellules souches fassent autant parler d'elles.

"En plus d'utiliser des médicaments, nous traitons nos malades à l'aide d'un organisme complexe qui a évolué pendant des milliards d'années: la cellule." Le Dr Denis Claude Roy est hématologue et directeur du Centre de recherche de l'Hôpital **Maisonneuve-Rosemont**, à Montréal. Il est l'âme du nouveau Centre d'excellence en thérapie cellulaire, dont le bâtiment, de plus de neuf millions de dollars, est en cours de construction sur le terrain de l'hôpital.

Le Dr Roy aime rappeler que, comme tous les spécialistes des cancers du sang, il utilise des cellules souches depuis des années. La bonne vieille greffe de moelle osseuse, qui, en 30 ans, a sauvé des dizaines de milliers de patients leucémiques dans le monde, pourrait s'appeler "greffe de cellules souches sanguines". Ces cellules hématopoïétiques (c'est leur nom savant) se cachent dans la moelle des os. Elles s'y multiplient pour donner soit d'autres cellules souches, soit la dizaine de types de cellules différenciées qui constituent le sang: les globules rouges, les globules blancs, les plaquettes, etc. Ces

cellules se renouvellent à un rythme effréné. Chaque jour, notre organisme en produit 1 000 milliards, soit le volume d'un gros pamplemousse. On imagine aisément que mieux comprendre les mécanismes de cette activité frénétique permettrait de mieux combattre la leucémie et les autres cancers du système sanguin.

Les grands brûlés bénéficient eux aussi de traitements dans lesquels les cellules souches jouent un rôle important: on fait des greffes de peau cultivée en laboratoire depuis plus de 20 ans. L'épiderme, la partie supérieure de la peau, se renouvelle complètement tous les 28 jours environ grâce aux cellules souches qui s'affairent à sa base. On a donc appris à prélever de petits morceaux de peau saine chez ces patients, à les mettre en culture pour les faire pousser, puis à les leur greffer afin de recouvrir leurs blessures.

"Rien qu'avec quelques centimètres carrés de la peau d'un adulte, on pourrait en produire presque deux mètres carrés; cela suffit à recouvrir son corps au complet", explique la Dre Lucie Germain. Même si les greffes de la peau sont devenues courantes en clinique, les cellules souches de notre enveloppe corporelle recèlent encore bien des mystères. Par exemple, comment donnent-elles naissance, en plus de l'épiderme, aux poils et aux glandes cutanées? Des cellules souches pour faire repousser les cheveux, ce serait le pactole!

Mais, on l'a vu, l'engouement pour les cellules souches dépasse largement les traditionnelles greffes de moelle osseuse et de peau. Les chercheurs - et les investisseurs - lorgnent du côté du vieillissement des tissus et de l'usure des organes: maladie de Parkinson, insuffisance cardiaque, arthrite, dégénérescence maculaire liée à l'âge (une affection d'une partie de la rétine qui rend presque aveugle) et même cancer.

Il ne se passe pas une semaine sans qu'on annonce une "percée importante" dans la recherche sur les cellules souches et leurs applications en clinique. Des "percées" qui n'en sont pas toujours, c'est vrai. Il arrive que les résultats obtenus ici soient contredits par des expériences faites ailleurs. Il est même arrivé qu'il n'y ait pas de résultat du tout. Les découvertes qui tiennent la route déboucheront-elles sur de vrais traitements pour de vrais malades? Peut-être. Mais d'ici là, il faudra résoudre plusieurs casse-tête.

Mieux comprendre le fonctionnement de ces singulières cellules est l'un des grands défis de la recherche. Le Dr Guy Sauvageau est le directeur scientifique du nouvel Institut de recherche en immunologie et en oncologie de l'Université de Montréal, situé dans un bâtiment flambant neuf, le pavillon Marcelle-Coutu. Il y dirige un groupe de recherche sur les cellules souches. Hématologue, il s'intéresse surtout aux cellules souches sanguines. Des cellules qui doivent à la fois se renouveler constamment (elles sont les mères de toutes les cellules du sang) et produire des quantités phénoménales de cellules matures (les globules rouges ne vivent que 120 jours environ). Le Dr Sauvageau se pose bien des questions sur les cellules souches hématopoïétiques: "Pourquoi et comment choisissent-elles, quand elles se divisent, de se renouveler pour donner de nouvelles cellules souches ou, au contraire, de se différencier pour donner des cellules matures? Comment agissent les gènes qui contrôlent ces phénomènes? Pourquoi le subtil et naturel équilibre entre renouvellement et différenciation se détraque-t-il parfois?"

Des questions fondamentales. Et pour cause: si les cellules souches sanguines ne font que se renouveler, c'est la leucémie; à l'inverse, si elles ne font que se différencier, c'est l'aplasie médullaire, une sorte d'épuisement de la moelle osseuse qui entraîne de l'anémie, de la fièvre ou des hémorragies. Les applications sautent aux yeux: en comprenant mieux ces avatars des cellules souches, on pourrait sans doute mieux traiter ces maladies. Et dans le cas de la leucémie, mieux cibler les cellules souches leucémiques que les traitements habituels du cancer ne savent pas atteindre et qui sont la cause des récurrences. D'ailleurs, l'idée, très nouvelle, selon laquelle il y a des cellules souches dans certains cancers, sinon dans tous, pourrait révolutionner la façon de s'y attaquer.

L'autre casse-tête est celui des cellules souches embryonnaires elles-mêmes. D'abord, parce que leur provenance - l'embryon humain - en fait un interminable sujet de controverse. Ensuite, parce que leurs qualités ne sont pas sans inconvénients pour des applications chez l'humain. Un exemple: ces cellules proviendraient d'un embryon qui, bien évidemment, serait étranger au receveur; il y aurait donc un risque de rejet immunitaire. Et ce risque est très difficile à maîtriser, car les médicaments antirejet ne sont pas de la simple aspirine!

Cellules de tous les espoirs, les cellules souches pourraient donc être aussi les cellules de beaucoup de déceptions. L'épisode de la thérapie génique, au début des années 1990, nous a appris à nous méfier des excès d'optimisme et des engouements simplificateurs. On allait tout guérir avec la thérapie génique, il suffisait de remplacer les mauvais gènes par les bons. Mais les choses se sont avérées bien plus compliquées qu'on ne le croyait. Des patients sont morts, aux États-Unis et en France. La thérapie génique n'a pas répondu aux attentes.

Comme toujours avec les "promesses" de la médecine de pointe et avec les "merveilles" des technologies d'avant-garde, il faut garder la tête froide. Se méfier de ce que le généticien français Axel Kahn appelle "le mercantilisme de l'espoir". Et ne pas vendre la peau de la cellule souche avant de l'avoir apprivoisée. "Je suis un chercheur, dit le Dr Jacques Galipeau. Mais je suis aussi un médecin. Je rencontre des patients. Jamais je ne voudrais leur bâtir des châteaux en Espagne."

Encadré(s) :

Petit guide pour le profane

Très tôt après la fécondation de l'ovule et ses toutes premières divisions, l'embryon ressemble à une petite boule de cellules semblables: les cellules souches embryonnaires. Comment ces cellules vont-elles donner naissance, au bout du compte, à plus de 200 sortes de cellules différentes qui constituent un organisme comme le nôtre? Le comprendre est la nouvelle frontière de la biologie.

Même pour le profane, qu'il y ait des cellules souches dans un embryon est une évidence. On admet aussi assez facilement qu'il y en a, chez l'enfant et chez l'adulte, dans des organes qui se régénèrent constamment, comme le sang, la peau ou la muqueuse intestinale.

Mais la grande surprise est venue au début des années 1990, quand on a découvert des cellules souches dans des endroits où l'on n'aurait jamais imaginé en trouver. Le cerveau, par exemple. Ou, tout récemment, le liquide amniotique. Aujourd'hui, la règle serait plutôt qu'on trouve des cellules souches adultes dans presque tous les tissus - foie, graisse, os et muscles compris. Et cela, bien entendu, dès la naissance. C'est pourquoi certains préfèrent les appeler cellules souches "postnatales" plutôt qu'"adultes".

Toutes les cellules souches n'ont cependant pas les mêmes propriétés ni les mêmes qualités. Les embryonnaires, qui peuvent donner toutes les sortes de cellules, sont dites "totipotentes" ou "pluripotentes". Elles poussent très bien en culture et semblent incarner toutes les promesses de cette nouvelle médecine.

Les cellules souches adultes, qui, normalement, ne donnent que les cellules spécifiques de leur tissu ou organe, sont dites "multipotentes". Ou même "unipotentes" quand elles ne peuvent donner naissance qu'à une seule sorte de cellules. Elles sont très rares, donc difficiles à isoler. Et parfois capricieuses lorsqu'on veut les faire proliférer en culture. Mais l'avantage, c'est qu'on pourrait utiliser les cellules du

patient lui-même, évitant du coup le problème du rejet immunitaire.

Réseau de cellules souches

Le RCS, dont le siège est à l'Université d'Ottawa, regroupe une soixantaine de chercheurs, de médecins, d'ingénieurs et d'éthiciens de l'Ontario, du Québec, de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et de la Nouvelle-Écosse. Comme tous les réseaux d'excellence du pays, il a des liens directs avec l'industrie. Et un site Web, où l'information, vulgarisée, est à la portée de tous (www.stemcellnetwork.ca).

Tous les neurones ne font pas la même chose

Certains neurones commandent la contraction des muscles. D'autres sécrètent les substances chimiques dont le système nerveux a besoin. D'autres enfin servent à la mémoire, à la perception des odeurs, ou encore à réguler la respiration ou les battements du coeur. Le pionnier des neurosciences, l'Espagnol Santiago Ramón y Cajal, les appelait "les mystérieux papillons de l'âme". C'était il y a un peu plus de 100 ans. Ces "papillons" ne volent pas tous de la même façon.

Pour s'y retrouver

Cellules souches: Cellules indifférenciées capables soit de se renouveler elles-mêmes, soit d'engendrer des cellules spécialisées en se différenciant.

Cellules souches embryonnaires: Cellules issues de l'embryon, quelques jours après la fécondation, capables de se multiplier et de produire les cellules différenciées qui forment tous les tissus d'un organisme.

Cellules souches adultes (ou matures): Ces descendantes des cellules souches embryonnaires permettent le renouvellement des tissus ainsi que leur régénération et leur réparation.

Cellules souches génétiquement modifiées: Cellules souches auxquelles on a ajouté un ou plusieurs gènes bénéfiques avant de les réimplanter dans le sujet malade. Une fois réimplantées, ces cellules produiront la substance pour laquelle le ou les gènes possèdent le message génétique correspondant.

Transplantation de cellules souches musculaires

Ces cellules sont prélevées par biopsie chez des donneurs compatibles, généralement des parents. Elles sont ensuite cultivées en laboratoire: en trois semaines, une cellule souche en fournira... 20 millions! Dans un muscle normal, ces "cellules satellites" s'activent pour réparer les fibres musculaires endommagées. Mais dans un muscle dystrophique, ces cellules s'épuisent à force d'être trop sollicitées.

Gène bénéfique

Il s'agit du gène de l'oxyde nitrique, le NO, qui est naturellement présent dans l'organisme: il y assure notamment le bon fonctionnement des vaisseaux sanguins.

Une approche semblable (modifier *in vitro* des cellules souches en ajoutant un gène qui produit une molécule bénéfique) est aussi à l'étude pour certains cancers, dont un cancer de la peau, le mélanome, et un cancer du cerveau difficile à traiter, le glioblastome.

Grefe de moelle osseuse

Les patients atteints de leucémie reçoivent un traitement qui détruit à la fois les cellules cancéreuses de leur moelle et la moelle elle-même. Comme cette dernière est essentielle à la vie, il faut la remplacer par celle d'un donneur compatible ou par celle du patient, que l'on a pris soin de prélever avant le traitement, puis de débarrasser *in vitro* de ses cellules cancéreuses, avant de la lui réinjecter.

Enveloppe corporelle

Surface moyenne de la peau d'un adulte: 1,9 m2 pour l'homme et 1,6 m2 pour la femme.

LES CELLULES DE LA DISCORDE

Un embryon de quelques jours est-il humain? Cette question est au centre de la polémique qui oppose le gouvernement Bush à des malades qui livrent une course contre la montre...

Les cellules souches embryonnaires proviennent, comme leur nom l'indique, d'embryons. Idéalement, d'embryons humains. D'embryons très petits, vieux de quelques jours seulement, comme les embryons "surnuméraires" abandonnés dans les cliniques de fertilité une fois que leurs propriétaires ont eu le ou les bébés qu'ils voulaient. (On obtient souvent un surplus d'embryons pendant qu'on fait une fécondation *in vitro*.)

De nombreuses personnes, invoquant des croyances religieuses, s'opposent à leur utilisation. Le président Bush a décrété, en 2001, un moratoire sur les recherches qui font appel à ces cellules. Sa décision interdit au gouvernement fédéral américain de leur allouer des fonds par le truchement des National Institutes of Health, par exemple. Mais elle n'interdit pas ces recherches si elles sont financées par des fonds provenant des États ou du secteur privé.

Pour beaucoup, cet embargo est injustifié: un amas de cellules de cinq ou six jours n'a aucun caractère "humain". Ainsi, pour des groupes de pression comme ceux qui ont entouré l'acteur américain Christopher Reeve, devenu tétraplégique après une chute de cheval et décédé à 52 ans, en 2004, cet interdit n'a pas sa raison d'être. La recherche sur les cellules souches embryonnaires était son seul et unique espoir de guérir.

Nancy Reagan, dont le mari, l'ancien président des États-Unis Ronald Reagan, est mort en 2004 après un long naufrage dans la maladie d'Alzheimer, milite toujours en faveur des recherches sur les cellules souches. L'allégeance républicaine de Mme Reagan ne l'empêche pas de s'opposer ouvertement à la politique de l'actuel président. Ce combat, l'acteur américain d'origine canadienne Michael J. Fox, à qui l'on a diagnostiqué la maladie de Parkinson en 1991 - il avait à peine 30 ans! -, ne cesse de le mener lui aussi.

Pour eux, comme pour des milliers de patients, les cellules souches sont les cellules de l'espoir. Mais pour les "pro-vie", toucher à l'embryon humain, pour quelque raison que ce soit, c'est commettre un meurtre, point à la ligne. Toute la controverse est là.

Le débat est généralement moins polarisé à l'extérieur des États-Unis. En Grande-Bretagne, l'embryon est assimilé à du simple matériel biologique jusqu'à l'âge de 14 jours. En France, il n'a les attributs de la personne que s'il s'inscrit dans un "projet parental". Au Canada, on peut faire des recherches sur les embryons surnuméraires à condition qu'ils aient été donnés.

Pour en savoir plus

La recherche sur les cellules souches embryonnaires est à l'origine d'un vif débat aux États-Unis.

À LIRE À www.lactualite.com/sante

Qu'en pensez-vous? www.lactualite.com/votre_opinion

AUSSI: "La grande fraude de la vedette coréenne"

Illustration(s) :

Le Dr François Berthod. Les neurones qu'il a produits à partir d'un petit morceau de peau pourraient guérir des maladies qui résistent au bistouri.

Dans un an peut-être, la Dre Lucie Germain pourra greffer une cornée cultivée en laboratoire.

Dans sa salle blanche, le Dr Jacques Galipeau ajoute des gènes bénéfiques à des cellules souches.

Michael J. Fox

Hématologue, le Dr Guy Sauvageau s'intéresse surtout aux cellules souches sanguines.

Catégorie : Actualités

Sujet(s) uniforme(s) : Maladies, traitement et prévention

Taille : Long, 3061 mots

© 2007 *L'Actualité. Tous droits réservés.*

Doc. : news-20070515-TU-0025