

Module d'ouverture: Les biotechnologies en dix leçons

INSA Toulouse

Mr Combes

Mr Marty



Le clonage animal et humain



Date de soutenance: Lundi 16 janvier 2006

DESTRAS Olivier

ESTIVAL Nicolas

PRUVOST Côme

Table des matières

Introduction.....	3
I. Historique du clonage.....	4
1. De 1903 à nos jours.....	4
2. Le clonage dans l'actualité.....	5
II. Le clonage: comment ça marche ?.....	6
1. La division cellulaire.....	6
2. La scission cellulaire.....	6
3. Le transfert de noyau.....	7
4. Quelques exemples de clonage naturels ou couramment usités.....	8
III. Les applications du clonage, deux buts bien distincts par leur principe.....	9
1. Le clonage reproductif.....	9
a. Deux méthodes existent pour le clonage reproductif.....	9
b. L'application animale : expérience déjà réalisée sur de nombreux spécimens.....	10
c. Une utilisation pour l'homme controversée.....	11
d. Les limites et problèmes de cette technique.....	11
2. Le clonage thérapeutique.....	11
a. Le principe du clonage thérapeutique.....	11
b. Les applications et perspectives du clonage thérapeutique.....	12
c. Des problèmes restent encore à résoudre	12
IV. Le clonage dans la société.....	13
1. Le clonage et la Loi.....	13
a. En France.....	13
b. Dans le monde.....	14
2. Le clonage face à la religion.....	14
3. Le clonage face à l'éthique.....	14
Conclusion.....	15
Références.....	16

Introduction

De nos jours, le clonage ne cesse de poser des controverses. Si pour le moment les applications ne sont qu'animales, de récentes actualités montrent qu'un pas est sur le point d'être franchi. Mais le clonage ne s'arrête pas à la production d'organismes complets, il pourrait permettre dans le futur de soigner des organes malades ou de pouvoir effectuer des greffes sans le moindre risque de rejet. Pour l'heure, toutes ces applications ne sont que des projets et les techniques de clonage sont loin d'être maîtrisées. Dans un premier temps, nous rappellerons les dates importantes qui font l'histoire du clonage, du début du vingtième siècle jusqu'à nos jours et les événements actuels. Puis nous aborderons les principes fondamentaux qui permettent la réalisation du clonage, de la division cellulaire au clonage qui existe à l'état naturel. Dans un troisième paragraphe, nous parlerons des deux applications du clonage : dans les buts reproductif et thérapeutiques ; ainsi que les problèmes techniques qu'elles posent. Finalement, nous traiterons les problèmes qu'apportent de nouvelles idées sur le clonage des points de vue législatif, éthique et religieux.

I. Historique du clonage

Aux dix-neuvième et au vingtième siècle, et principalement lors de la dernière décennie, les connaissances plus approfondies de la génétique et l'apparition de la biologie moléculaire permirent d'ouvrir les portes au clonage. Nous allons donc voir au travers de ce bref historique comment le clonage a évolué tout au long des deux siècles précédents.

1. De 1903 à nos jours

1903: Apparition du mot « clone », utilisé par le biologiste H.J. Webber pour désigner des plantes reproduites par reproduction asexuée.

1938: L'allemand Hans Spemann essaient de transplanter dans un ovule de grenouille un noyau prélevé sur un embryon de grenouille. Mais il n'y parvint pas.

1943: Oswald Avery, Colin MacLeod et Maclyn McCarty se servent d'une bactérie pour prouver que c'est bien l'ADN qui transporte les informations génétiques contenues dans la cellule. Ils réduisent à néant ainsi près de 50 ans de théories plus ou moins farfelues sur l'ADN.

1952 : Les Américains Robert Briggs et Thomas King réussissent pour la première fois à implanter le noyau d'un embryon de grenouille dans un ovule de la même espèce. Cet embryon cloné ne se développe pas.

1970 : -Le Britannique John Gurdon parvient à transplanter le noyau d'une cellule adulte de grenouille dans des ovules vidés de leur noyau. Ces têtards clonés n'atteignent pas l'âge adulte.

- Paul Berg (Nobel de chimie en 1980), Stanley Cohen (Nobel de médecine en 1986) et Herbert Boyer développent des méthodes permettant de diviser l'ADN en plusieurs sections. Ils pavent ainsi la voie aux techniques d'ADN recombinant. À l'époque de sa découverte, Berg demande pourtant qu'on cesse ce type d'activité, jugeant ces techniques dangereuses.

1978 : Le Suisse Karl Illmensee et l'Américain Peter Hoppe annoncent la naissance d'une souris clonée par transfert nucléaire de cellules embryonnaires. Ils sont accusés d'avoir falsifié leurs résultats.

1984 : Le Danois Steen Willadsen annonce le premier clonage d'une brebis à partir de cellules embryonnaires.

Cette « première » est ensuite reproduite avec des chèvres, cochons, lapins...

1994 : L'Américain Neal First, de l'université du Wisconsin, clone quatre veaux à partir de cellules prélevées sur des embryons à un stade de développement avancé.

1996 : L'Écossais Ian Wilmut, du Roslin Institute d'Édimbourg, répète l'expérience américaine en transférant une cellule d'embryon d'agneau dans un ovule de brebis.

Février 97 : Deux scientifiques écossais annoncent publiquement qu'ils ont réussi, le 5 juillet 1996, à donner naissance au premier mammifère cloné à partir d'un animal adulte. L'animal est une brebis et s'appelle "Dolly" en hommage à la chanteuse Dolly Parton. Souffrant d'une maladie pulmonaire incurable, Dolly sera euthanasiée six ans après sa naissance. Une fois naturalisée, elle sera exposée dans un musée d'Édimbourg.

12 janvier 1998 : 19 pays membres du Conseil de l'Europe signent un protocole additionnel aux droits de l'Homme et de la biomédecine, qui interdit le clonage d'êtres humains. Il prévoit de

lourdes sanctions pénales en cas d'infraction. Cette décision fait suite à la naissance de Dolly, première brebis clonée, annoncée le 23 février 1997 par une équipe écossaise.

19 janvier 98 : Recherche de l'ovocyte universel qui pourrait recevoir le noyau de n'importe quel mammifère (Maisam M. Mitalipova de l'Université de Wisconsin-Madison).

20 janvier 98 : Naissance de Charlie et Georges, deux veaux clonés et modifiés génétiquement (Université de Massachussets).

20 février 98 : Naissance de Marguerite, clone de veau femelle, à l'INRA (Institut National de Recherche Agronomique).

Avril 98 : naissance de Bonnie, fille de Dolly.

22 juillet 98 : Ryuzo Yanagimachi de l'Université d'Hawaï obtient une cinquantaine de clones de souris, parmi lesquels des clones de clones de clones !

6 novembre 98 : Première mise en culture de cellules embryonnaires humaines par James Thomson (Université de Wisconsin-Madison).

9 décembre 98 : Huit veaux clonés par l'équipe de chercheurs japonais dirigée par le docteur Yukio Kato, à partir de cellules du cumulus (partie externe de l'ovule).

Fin 2002 : Le mouvement raëlien, par l'intermédiaire de Clonaid, a affirmé avoir réalisé le clonage d'êtres humains mais aucune preuve scientifique de leur existence ne fut apportée.

Août 2004 : l'Autorité sur la fertilisation et l'embryologie humaine (HFEA) a autorisé le professeur Miodrag Stojkovic, de l'université de Newcastle en Angleterre à cloner des embryons humains à des fins de recherche thérapeutiques sur les cellules-souches.

Mai 2005 : Des chercheurs de Corée du Sud et du Royaume-Uni ont annoncé les premiers clonages d'embryons humains à des fins de recherches thérapeutiques.

2. Le clonage dans l'actualité

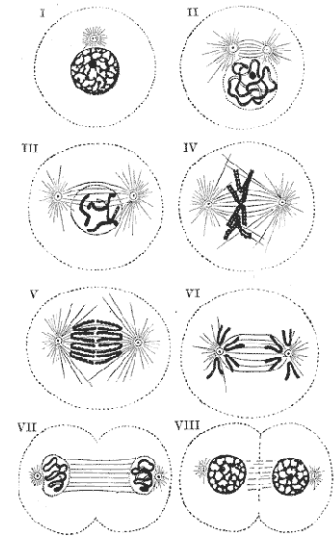
Avec les diverses expériences annoncées ces dernières années, le clonage est aujourd'hui au coeur de l'actualité. Tout a commencé en 1997 avec l'annonce de la naissance de Dolly, le premier animal né du clonage. De là l'on pouvait penser qu'il n'y avait qu'un pas jusqu'au clonage humain. Mais bien que le mouvement raëlien ait annoncé, fin 2002, avoir donné naissance à un clone humain, le clonage humain ne s'est jamais développé car l'annonce des raëliens n'a jamais pu être vérifiée. En février 2004, l'équipe de chercheurs coréenne du Dr Hwang Wo Suk a affirmé avoir accompli le premier clonage réussi de cellules-souches humaines. L'année suivante, ils annoncent le clonage du premier chien. Ils deviennent vite très célèbres et ont droit à nombre d'articles dans des revues scientifiques très réputées comme Science ou Nature. Mais une fois de plus, il s'est avéré que les résultats avaient été falsifiés, Science et Nature retirent leurs contributions de leurs revues et le chef de l'équipe, qui était devenu une vedette dans son pays, se retrouve maintenant inculpé pour mauvaise utilisation des fonds publics. De ce fait la recherche sur le clonage humain n'a fait que très peu de progrès ces dernières années.

II. Le clonage: comment ça marche ?

1. La division cellulaire

La division cellulaire, ou mitose, est une forme de clonage naturel en ce sens qu'elle aboutit à la création de deux entités exactement équivalentes à partir d'une seule. Ce clonage s'effectue en deux étapes, la phase de synthèse de l'interphase, et la mitose.

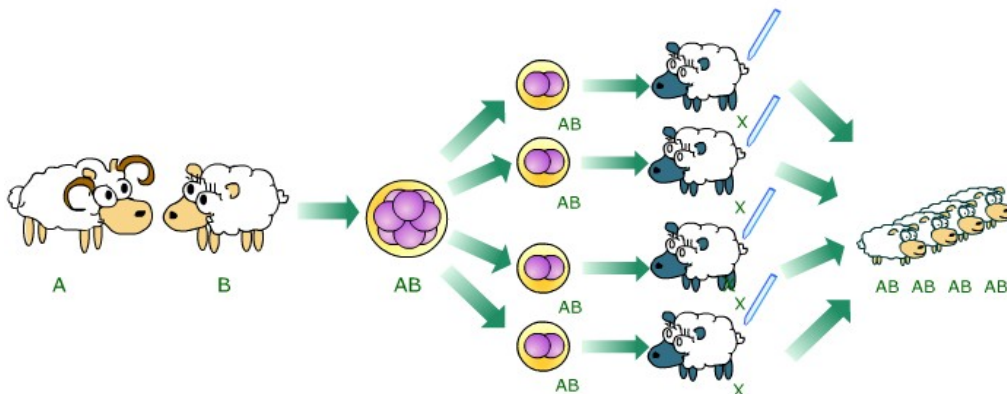
L'interphase est, elle, constituée de trois parties. Tout d'abord, durant la phase 'G1' (Growth 1) la cellule grandit et effectue les fonctions pour lesquelles elle a été programmée. La phase suivante, phase 'S' pour Synthèse est l'étape pendant laquelle l'ADN contenu dans la cellule est dupliqué. C'est la première étape du clonage cellulaire, le matériel génétique est recopié identiquement ce qui permettra aux futures cellules filles de posséder exactement le même contenu. Pendant la dernière partie, G2 (Growth 2), la cellule grossit encore tout en continuant à exercer ses fonctions.



La mitose en elle-même est constituée de cinq étapes. Durant la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase, étapes qui ne seront pas développées, le noyau de la cellule se dissout, permettant au matériel génétique de se répartir symétriquement dans les deux pôles. Parallèlement, la membrane s'élargit. Lors de l'étape finale, la cytotélerèse, ou cytokinèse, les noyaux des deux cellules se reconstituent tandis qu'au niveau du plan équatorial, la membrane subit un étranglement qui conduit à la séparation de la cellule mère en deux cellules filles. Ainsi à la fin de la mitose, on obtient deux cellules filles, copies conformes de la cellule mère.

2. La scission cellulaire

La scission cellulaire est un phénomène naturel conduisant à la naissance de vrais jumeaux. Elle peut être aussi reproduite artificiellement en laboratoire. La technique consiste à scinder l'embryon durant les premiers stades de son développement. Les cellules totipotentes, c'est-à-dire capables de produire toutes les cellules indispensables à la constitution d'un organisme entier, ainsi isolées se développent parallèlement après implantation dans l'utérus de mères porteuses. Ainsi, les gènes contenus dans le noyau mais également les gènes mitochondriaux sont identiques chez les deux clones.

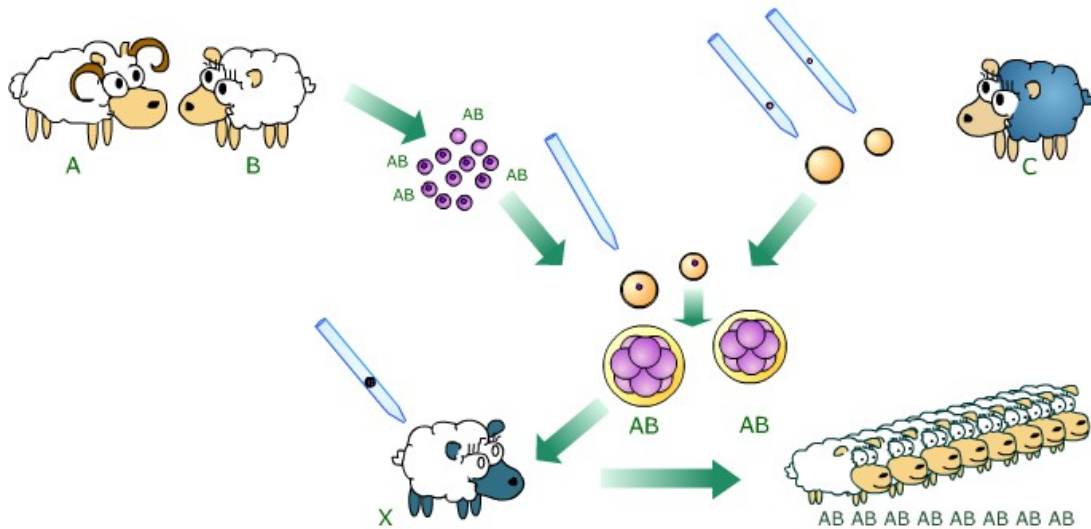


Clonage par scission

3. Le transfert de noyau

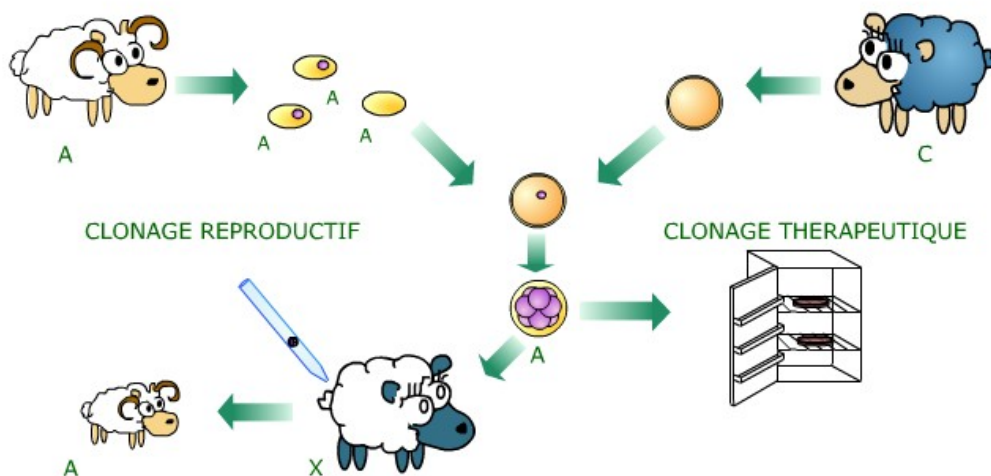
Le clonage peut aussi être réalisé par transfert nucléaire. Dans ce cas, on récupère le matériel contenu dans le noyau d'une cellule pour le transférer dans un ovule énucléé, c'est-à-dire privé de son noyau. Ainsi, seuls les gènes du noyau sont identiques. On distingue deux techniques :

- Le clonage par transfert de noyau de cellule d'embryon : Il s'agit de fusionner une cellule embryonnaire prélevée dans un embryon de trois ou quatre jours (c'est à dire un développement inférieur à seize cellules) et un ovule énucléé. La cellule qui en résulte peut produire un embryon qui devra être transféré dans l'utérus d'une mère porteuse de la même espèce. Utilisée depuis le milieu des années 1980, cette technique a été étendue aux singes en 1997 avec la naissance de Tetra.



Clonage par transfert de noyau de cellule embryonnaire

- Le clonage par transfert de noyau de cellule déjà différenciée : Plus récente et plus révolutionnaire, c'est la technique utilisée pour la création de Dolly. Une cellule adulte différenciée, une cellule de peau par exemple, est prélevée chez l'individu à cloner. Le matériel génétique de cette cellule est isolé et implanté dans un ovule énucléé. Après différentes sollicitations électriques et chimiques, la cellule recréée est capable de se diviser. L'embryon obtenu pourra être implanté dans l'utérus d'une mère porteuse. Mais cette technique souffre d'un très mauvais taux de succès (1 à 2 % de naissance).



Clonage par transfert de noyau d'une cellule adulte

4. Quelques exemples de clonage naturels ou couramment usités

L'exemple le plus flagrant de clonage naturel et sans aucun doute la mitose. C'est le mode de reproduction et de multiplication des bactéries et des cellules eucaryotes. Ce processus est développé dans la première partie de ce chapitre (cf 1. La division cellulaire page 6). Il intervient dans un cadre naturel comme dans le cadre plus artificiel qu'est la culture de cellules. Ainsi il est possible de réaliser en laboratoire des colonies de bactéries ou par exemple des greffes de peau pour les grands brûlés à partir de cellules prélevées sur le même individu mais dans un endroit sain.

Le mode de reproduction des virus, bien que réalisé par une machine externe (cellule hôte), est aussi en soi une reproduction par clonage puisqu'elle aboutit à la création d'une entité conformément identique.

Lorsque la reproduction végétale est asexuée, en l'absence de polénisation, la plante résultante possédera le même matériel génétique que la mère. C'est donc aussi une forme de clonage.

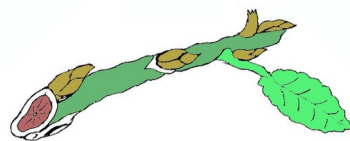
Les vrais jumeaux sont formés grâce à une scission cellulaire naturelle de l'embryon. (cf 1. La division cellulaire page 6)

Dans l'agriculture, le bouturage et le cépage s'appuient sur la technique du clonage. En effet, de chaque bouture naît une plante identique à la donneuse au point de vue génétique.

Enfin, certains poissons, certains amphibiens et quelques insectes utilisent le clonage comme mode de reproduction. Plus récemment, des chercheurs de l'INRA du CNRS et de l'IRD en collaboration avec l'université de Lausanne ont découvert cette technique de reproduction chez la fourmis *Wasmannia auropunctata* surnommée « petite fourmi de feu » ou « fourmi électrique » en raison de sa piqûre très urticante. Dans cette espèce, l'oeuf d'une reine est obtenu par clonage d'une cellule mère. Le mâle est formé à partir d'un oeuf issu d'une reproduction sexuée dans lequel est détruit le matériel génétique féminin. Cette découverte est une première dans le sens où dans tous les autres cas observés, c'est le matériel génétique masculin qui est éliminé. Seules les ouvrières sont issues d'une reproduction sexuée sans modifications.



La fourmis Wasmannia Auropunctata



Une bouture

III. Les applications du clonage, deux buts bien distincts par leur principe

Il existe deux types de clonage cellulaire. L'une de ces techniques, le clonage reproductif, a pour but d'obtenir de nouveaux organismes complets et développés. Quant à l'autre, le clonage thérapeutique a une fin strictement médicale : elle utilise des embryons que l'on ne mène pas à terme. Cependant chacune de ces deux principes posent de nombreux problèmes techniques qui restent encore à résoudre.

1. Le clonage reproductif

a. Deux méthodes existent pour le clonage reproductif

A la différence du clonage thérapeutique, le clonage reproductif a pour but de créer une lignée plus ou moins grande d'individus possédant le même génome. Deux grandes méthodes sont utilisées pour cette technique de clonage : par scission des cellules embryonnaires ou par transfert de noyau. La méthode la moins complexe reste celle de la scission de l'embryon, c'est à dire la création artificielle de vrai jumeaux. En effet, à l'opposé de la méthode par transfert de noyau, cette technique ne requiert pas un ovule énucléé, difficile à obtenir.

Dans les techniques de transfert de noyau, on peut distinguer deux méthodes, comme indiqué dans le chapitre précédent: le transfert d'un noyau d'embryon, c'est à dire une cellule encore non différenciée, et le transfert d'un noyau somatique, c'est à dire différencié. Dans les deux cas, l'utilisation d'un ovocyte énucléé est requis, ce qui rends le principe plus complexe et coûteux, mais aussi plus souple, puisqu'il permet une modification de l'ADN (ce qui donne un organisme génétiquement modifié, *cf le dossier à ce sujet*). Encore plus pour le clonage par transfert de noyau de cellule somatique puisqu'il est nécessaire de réactiver les fonctions inhibées par la différenciation. C'est donc à la fois la technique la plus coûteuse, la plus complexe et la moins fiable (1 à 2% de réussite). En revanche, c'est la seule qui permette de cloner un individu déjà existant, et qui ne nécessite pas de fécondation.



Injection d'un noyau de cellule donneuse dans un ovule

b. L'application animale : expérience déjà réalisée sur de nombreux spécimens

Les applications du clonage reproductif sont multiples.

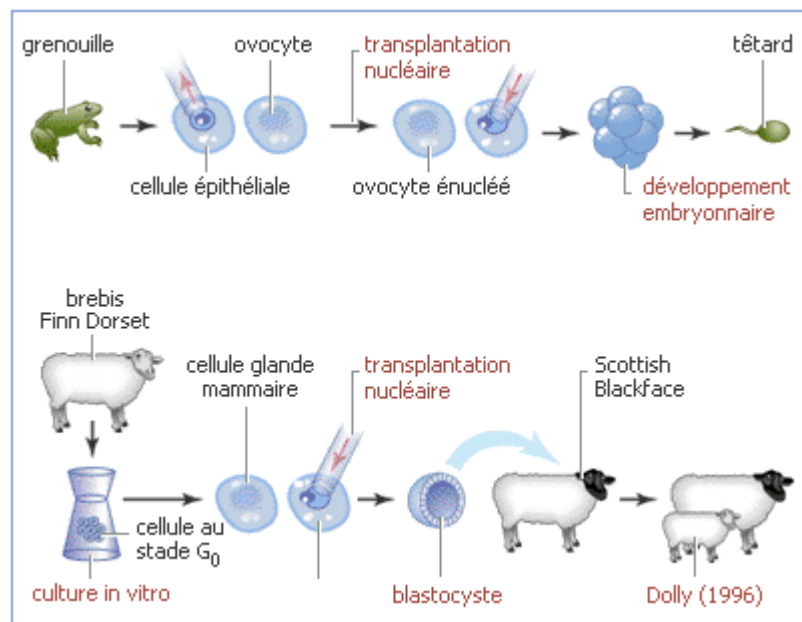
L'application principale est la recherche fondamentale, c'est-à-dire d'explorer les mécanismes du développement et de déterminer la différence entre rôle des gènes et rôle de l'environnement, par exemple on sait désormais que la personnalité et l'intelligence sont grandement conditionnées par l'environnement et le vécu. De même on remarque que le pelage d'un chat cloné diffère légèrement de l'original. Ce phénomène provient du fait que le noyau est transféré dans un ovule différent de l'ovule de l'original.

Une autre application consiste en la production massive de clones pour remplacer les animaux de laboratoire ; l'avantage apporté étant la possibilité de ne plus avoir de difficultés d'interprétation des résultats à cause des différences génétiques entre tous les animaux. En effet, depuis novembre 2002, plusieurs rats clonés en bonne santé ont offert des résultats prometteurs ; de plus le rat est un meilleur modèle expérimental que la souris pour les maladies humaines.



Un des autres objectifs serait la sélection des animaux d'élevage, par exemple sélectionner les meilleurs producteurs de lait, de viande et de laine pour les moutons mais une condition s'impose : le rendement du clonage doit être important et beaucoup moins coûteux. Dans la même idée, on pourrait ainsi cloner des Organismes Génétiquement Modifiés en utilisant la méthode de transfert de noyau somatique après avoir identifié les plans voulus.

Une autre application pleine d'espoir serait de pouvoir produire des animaux d'espèce menacée ou en voie de disparition. En effet, en 2001, a été réussi le clonage d'un animal mort en utilisant un ovule d'une espèce voisine pour recréer l'espèce disparue.



Clonage reproductif chez la grenouille et la brebis

c. Une utilisation pour l'homme controversée

D'après la loi, il est interdit de réaliser un clonage humain. Pour cette raison, le clonage reproductif n'a pas d'application officielle chez l'homme. Cette situation porte à débat de nos jours depuis l'annonce en décembre 2002 par la secte Raël du premier bébé cloné (plus de nouvelles après ce jour). Le point de vue éthique sera détaillé dans la partie IV.

d. Les limites et problèmes de cette technique

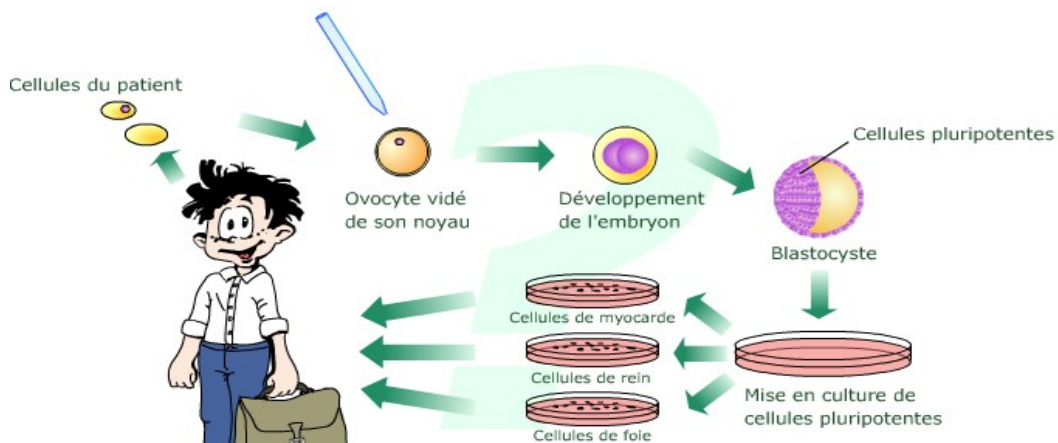
Bien qu'une grande quantité d'expériences, depuis 1996, aient été menées en pratiquant le clonage reproductif, ce n'est pas une technique au point. Il faut souligner que seule une très infime partie des embryons clonés arrive à terme (quelques pour cent). De plus parmi les survivants une grande proportion dépose des maladies ou des malformations. En plus de cela, leur système immunitaire présenterait des dysfonctionnements. Apparemment, les derniers survivants semblent souffrir d'un vieillissement prématuré (comme Dolly). En moyenne, 40 % des mammifères clonés meurent prématurément.

Quant à la production industrielle de clones pour les élevages ou pour le retour des espèces en voie de disparition, le fait d'avoir une origine commune introduirait une importante diminution de la diversité des cheptels et au sein d'un cheptel la perte totale de cette diversité qui a pour conséquence une fragilisation considérable face aux organismes pathogènes et face au changement d'environnement.

2. Le clonage thérapeutique

a. Le principe du clonage thérapeutique

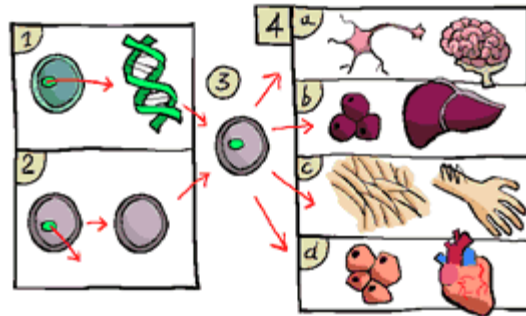
Le clonage thérapeutique utilise les mêmes techniques que le clonage reproductif (voir schéma pages précédentes). C'est seulement le but qui diffère : l'embryon obtenu ne sert pas à obtenir un nouvel individu mais à récupérer des cellules souches totipotentes (cellules embryonnaires capables de se différencier en tous types de tissus). Ainsi ces cellules sont destinées à remplacer certaines fonctions ou des organes défectueux. En effet, ces cellules souches, une fois différenciées dans les bonnes conditions, pourront remplacer celles qui sont endommagées. Une fois les cellules souches récupérées, le développement de l'embryon est stoppé vers le cinquième jour (avant la date de son implantation habituelle dans la paroi de l'utérus).



Clonage thérapeutique

b. Les applications et perspectives du clonage thérapeutique

A cause de la totipotence des cellules souches prélevées, les applications en thérapie cellulaire à des fins médicales sont nombreuses, par exemple après culture de cellules d'une personne, il serait possible d'accéder à des greffes de peau ou de moelle osseuse sans le moindre phénomène de rejet : le donneur, celui qui donne un noyau de cellule, est le même que le receveur de la greffe. On pourrait aussi par exemple reconstruire des nerfs et soigner ainsi les maladies de Parkinson ou d'Alzheimer ou encore de guérir le foie des diabétiques insulino-dépendants.



- 1 - extraction de l'information génétique d'une cellule du malade
- 2 - ovocyte énucléé
- 3 - embryon obtenu par transfert de l'information génétique du malade dans l'ovocyte énucléé
- 4 - différenciation en :
 - a - neurones
 - b - cellules du foie
 - c - cellules de la peau
 - d - cellules du muscle cardiaque

Perspectives thérapeutiques du clonage d'embryon

c. Des problèmes restent encore à résoudre ...

La culture des cellules souches dans le but de créer de nouveaux organes implique une parfaite maîtrise de la différenciation de ces cellules, ce qui est encore bien loin de la réalité actuelle. De plus, une greffe de cellules indifférenciées constitue un problème important puisque ces cellules pourraient tout aussi bien se transformer en cellules cancéreuses. Cependant le besoin de cette technique existe et l'apparition d'une médecine « régénératrice » constituerait un progrès important. Les problèmes éthiques seront vus dans la partie suivante.

IV. Le clonage dans la société

1. Le clonage et la Loi

Dès l'apparition des techniques de clonage, il est devenu évident qu'un contrôle législatif précis était nécessaire pour palier à tout débordement. Cependant, les mesures prises par les pays diffèrent grandement.

a. En France

La loi intervient différemment sur deux types de clonage: humain et animal. Concernant le clonage animal, la loi en vigueur est celle de la réglementation des expériences sur les animaux. Dans un cadre strictement scientifique, le clonage d'animaux non domestiques est donc toléré. Ce n'est pas le cas du clonage humain qui fait encore débat à l'heure actuelle.

La toute première loi applicable au clonage humain est la loi votée dès la fin du procès de Nuremberg en 1947 et qui définit dix principes fondamentaux concernant la recherche médicale, notamment le consentement obligatoire de la personne cobaye. Plus proche de nous, la loi du 20 Décembre 1988, relative à la protection de la famille et de l'enfance, et à la protection des personnes se prêtant à des recherches biomédicales, première loi concernant les biotechnologies, autorise enfin, tout en réglementant, les essais médicaux à visée plus générale, c'est à dire dont les vertus thérapeutiques ne sont pas expressément prouvées. L'expérimentation thérapeutique, condition d'obtention d'autorisation de mise sur le marché, était strictement réservée aux « recherches avec bénéfice individuel direct ».

Dans la continuité de ce texte, les lois de 1994 établissent les principes généraux de la protection de la personne humaine au sein du code civil.

Le 22 janvier 2002, un projet de loi ciblé directement sur le clonage aboutit à l'interdiction du clonage humain à la fois reproductif et thérapeutique. Le clonage reproductif devient un « crime contre l'espèce humaine » passible de trente ans de réclusion et de 7,5 millions d'euros d'amende. Cette condamnation est applicable aussi pour un français ayant commis ce crime à l'étranger. De même, le fait de se prêter à un prélèvement de cellules ou de gamètes dans le but d'un clonage reproductif est passible de dix ans de prison et de 150 000 euros d'amende. Enfin, l'incitation et la propagande du clonage reproductif est puni par trois ans de prison. Concernant le clonage thérapeutique, et bien que le projet de départ ne l'interdisait pas explicitement en tant que tel, des sanctions de sept ans d'emprisonnement et d'un million d'euros d'amende sont possible envers les contrevenants.

Paradoxalement, cette même loi autorise les recherches à partir des embryons humains surnuméraires, sous condition que le couple concerné soit donne son approbation. Cette décision a été prise avec le soutien du Conseil d'Etat et du Comité Consultatif National de l'Ethique, mais contre l'avis de la Commission Consultative des Droits de l'Homme.

Il est intéressant de noter que si la loi contre le clonage reproductif a été voté à l'unanimité, celle concernant le clonage thérapeutique a divisé le gouvernement.

La loi actuelle, loi du 6 août 2004 relative à la bioéthique, reprends ces mêmes principes. Cette loi peut être consultée sur le site internet de Légifrance à cette adresse:

<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=SANX0100053L>

b. Dans le monde

La législation sur le clonage fait aussi bien sûr débat au niveau international. Ainsi, rien qu'en Europe les positions diffèrent: si l'Allemagne et la Suisse ont définitivement interdit toute forme de clonage humain, le Royaume-Uni et l'Espagne ont permis les recherches sur le clonage humain à visée thérapeutique, le clonage reproductif restant proscrit. De même, la loi du 8 mars 2005 votée à l'ONU s'oppose au clonage humain même à visée thérapeutique. Cette loi est non contraignante, mais on peut tout de même remarquer que la France, le Royaume-Uni, la Norvège, l'Inde, le Japon, le Canada et la Chine ont fait parti des pays qui se sont opposés.

Toujours au niveau international, les Etats-Unis ont signé avec plus de cinquante pays un appel à l'interdiction totale du clonage. Un autre appel, rédigé par la Belgique et soutenu par plus de vingt pays dont la Russie, le Japon, la Grande-Bretagne, la Corée du Sud et le Danemark interdit quant à lui seulement le clonage à visée reproductive. On peut noter le cas particulier des Etats-Unis, où l'Arizona et le Missouri ont autorisé toute forme de clonage, en restreignant seulement l'utilisation des fonds à des fonds non publics.

2. Le clonage face à la religion

Outre l'aspect législatif, on peut se pencher sur ce qu'en pensent les grandes religions.

En ce qui concerne la religion Chrétienne, le Pape Jean Paul II a annoncé lors de son discours au 18e congrès international sur la transplantation d'organes que « les techniques de clonage humain dans le but d'obtenir des organes pour la transplantation, dans la mesure où elles comportent la manipulation et la destruction d'embryons humains, sont moralement inacceptables, même si leur but en soi est louable ».

La religion juive voit la chose d'un autre aspect, étant donné qu'elle ne considère l'embryon comme un être humain qu'au delà du 40e jour. Elle autorise donc le clonage humain à visée thérapeutique. Le clonage animal est autorisé lui aussi.

La religion musulmane s'est aussi beaucoup penchée sur la question. Elle en a conclu que le clonage humain était inacceptable sous toutes ses formes, mais autorise le clonage animal.

La religion bouddhiste quant à elle n'a pas encore une position définie, mais on peut noter toutefois que « du point de vue bouddhiste le clonage aboutit à des individus identiques, mais différents au niveau des courants de conscience ».

3. Le clonage face à l'éthique

Toutefois, il apparaît évident que le clonage pose avant tout des questions éthiques. Pourtant, on remarquera encore une fois que le clonage animal semble s'exclure des discussions. A l'inverse, le débat pour le clonage humain déchaîne les passions. En effet, est-il acceptable de laisser l'homme manipuler la vie? Est-il admissible de laisser la possibilité à l'homme de choisir les gènes d'un futur bébé? Ce bébé pourra-t-il être considéré comme réellement humain? Quant au clonage thérapeutique, l'embryon de départ pourrait très bien devenir un homme si on le laissait se développer. Est-il honnête alors d'en faire une banque d'organes? A partir de quel moment peut-on admettre que l'embryon est trop développé et qu'en empêcher sa croissance serait un crime? D'autre part, est-il juste de bloquer une voie de recherche qui promet tant d'amélioration aux victimes de maladies pour le moment incurable?

Les sondages recensés sur des forums montrent qu'environ 50% de la population est contre le clonage humain sous toutes ses formes, 40% est pour le clonage thérapeutique et seulement 10% pour le clonage sous toutes ses formes.

Conclusion

Au travers de ce dossier, nous avons vu que le clonage n'en est encore qu'à ses balbutiements. Même si des clones d'animaux ont déjà vus le jour, il y a eu beaucoup d'échecs avant eux et ils sont souvent morts très peu de temps après leur naissance. Que ce soit le clonage reproductif ou thérapeutique, aucun n'est encore au point. Les clones souffrent souvent de maladies incurables et du côté du clonage thérapeutique la technique n'est pas encore maîtrisée si bien que l'implémentation de cellules souches chez un malade pourrait lui causer d'autres maladies. Pour ce qui est des lois concernant le clonage, elles diffèrent beaucoup selon les pays. Ainsi le clonage thérapeutique et reproductif sont totalement interdits en France alors que le clonage thérapeutique est toléré, uniquement dans le cadre de la recherche, dans des pays comme le Royaume uni ou l'Espagne. En ce qui concerne les problèmes d'éthiques posés, les avis divergent encore beaucoup. Certaines religions le bannissent totalement, d'autres le tolèrent, certaines personnes sont pour le clonage thérapeutique et contre le reproductif... Le débat reste ouvert.



Références

- Wikipedia française [<http://fr.wikipedia.org/wiki/Clonage>]
Un historique [<http://home.tele2.fr/youssman86/Clonage/Historique.htm>]
[http://www.infoscience.fr/dossier/clonage/clonage_som.html]
Site Docissimo
[http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2003/sem01/mag0103/dossier/clonage_niv2.htm]
Centre de Vulgarisation de la Connaissance
[<http://www.clonage.u-psud.fr/?menu=c>]
La mitose [http://users.skynet.be/chr_loockx_sciences/la_mitose.htm]
Wikipédia sur la mitose [<http://fr.wikipedia.org/wiki/Mitose>]
Site du CNRS [<http://www2.cnrs.fr/presse/communiqu/713.htm>]
Un TPE [<http://www2.cnrs.fr/jeunes/201.htm>]
Loi sur la bioéthique [http://www.service-public.fr/accueil/loi_bioethique_2004.html]
Avocats Publishing [<http://www.avocats-publishing.com/Le-Clonage-et-la-loi>]
L'Express [<http://www.lexpress.fr/info/sciences/dossier/clonage/dossier.asp?ida=418342>]
L'actualité coréenne [<http://www.sciencepresse.qc.ca/archives/2006/cap0901066.html>]
Légifrance [<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=SANX0100053L>]
Microsoft Encarta 2005 aux articles « Clonage » et « Clonage moléculaire ».