



médecine/sciences 2001 ; 17 : 604-8

## Attention, clones à l'horizon !

### Une requête apparemment absurde

Début 1993, un de mes collègues proches reçut une curieuse lettre en provenance de Mar del Plata, en Argentine: la correspondante lui demandait, tout simplement, s'il connaissait un «Institut Génétique qui soit capable de réaliser un processus complet de clonation humaine, partant de cellules vives». Il s'agissait en fait d'un couple dont le fils venait de succomber à un sarcome d'Ewing et qui cherchait, en quelque sorte, à le ressusciter; la lettre avait dû être envoyée à tous les laboratoires dont l'intitulé contenait le mot «génétique». Notre discussion sur cette demande fit ressortir une grande perplexité (que répondre à une telle lettre?), de la compassion vis-à-vis de ces parents endeuillés, mais aussi un certain effarement devant le pouvoir qu'ils attribuaient à la science... Ils n'avaient donc pas compris, pensions-nous, que le clonage, possible pour les grenouilles ou les salamandres, était à jamais exclu pour l'homme. La programmation épigénétique de l'ADN chez les mammifères rendait le génome d'une cellule somatique définitivement incapable de commander un processus d'embryogenèse - c'est du moins ce que nous pensions avec l'immense majorité des biologistes. Le clonage humain était alors, il y a à peine huit ans, un fantôme réservé aux auteurs de science-fiction, illustré entre autres par Ira Levin et son excellent *thriller* sur la création de di-

zaines de petits Hitler à partir de cellules du Führer pieusement conservées par quelques nazis fanatiques\*. Les choses ont bien changé. L'apparition de Dolly en 1997 a secoué les certitudes de ceux qui, comme moi-même, considéraient que la question ne se posait pas. Il est toujours dangereux d'évacuer un problème éthique en arguant d'impossibilités techniques: une fois de plus, la réalité dépassait la fiction. Mais après une ou deux années de discussions, d'anathèmes et de débats, le thème du clonage reproductif humain a beaucoup perdu de son actualité, du moins en Europe. Son interdiction explicite par la loi, en France comme en de nombreux autres pays, a sans doute facilité cette relative désaffection. Et le débat principal aujourd'hui est plutôt celui du clonage thérapeutique, l'obtention de cellules souches à partir d'un embryon très précoce créé par transfert de noyau afin de traiter l'adulte «donneur» de ce matériel génétique. Ce débat est important, et pose des interrogations sur différents plans; mais pendant ce temps-là, me semble-t-il, le clonage reproductif avance et ses résultats pourraient bien nous surprendre un jour prochain... C'est du moins l'impression qui se dégage pour moi d'une observation de la scène américaine. Mon but ici est de faire le point sur des développements récents dans ce

domaine: je ne reviendrai donc pas sur les raisons éthiques qui s'opposent au clonage reproductif humain, exposées d'excellente manière par de nombreux auteurs et notamment ici même par Axel Kahn dès l'annonce du clonage de Dolly [1]. Je dirai juste qu'en ce qui me concerne, le motif de rejet le plus absolu est la négation de l'autonomie de l'enfant, créé par des «parents» qui auraient l'illusion d'avoir prédéterminé toutes ses caractéristiques.

### Le clonage d'animaux de compagnie

On sait que le clonage fait l'objet d'efforts soutenus chez les professionnels de l'élevage, afin d'obtenir des troupeaux d'animaux identiques à un donneur très performant (le taureau *Starbuck* au Canada), ou de multiplier rapidement les exemplaires d'une brebis ou d'une chèvre transgéniques produisant dans leur lait une molécule d'intérêt pharmaceutique. Une autre motivation est l'espoir de sauver par clonage des espèces en voie de disparition, ou même déjà disparues, à condition que subsistent des échantillons de tissus conservés dans de bonnes conditions. Mentionnons des travaux menés en Australie sur le wombat (un rongeur marsupial) et sur le tigre de Tasmanie, à Bangkok sur l'éléphant blanc et, plus sérieusement (car certains projets relèvent plus du fantasme que de la réalité), sur le gaur (*Bos gaurus*), une espèce très menacée de bœuf sauvage. Dans ce dernier, cas le

\* The boys from Brazil. Ira Levin, 1976, Pan Books, Londres.

**THE MISSIPPLICITY PROJECT**

Welcome to the home page for the Missiplicity Project, which seeks to clone a dog for the first time in history – a specific dog named Missy. Missy is a beloved pet, getting on in years, whose wealthy owners wish to reproduce her – or at least create a genetic duplicate (which we all know is not the same thing).

The main purpose of this website is bi-directional communication. We've assembled a team of world-class scientists to do the cloning on Missy, and will keep you informed of developments along the way. We invite you (readers) – whether positive or critical – and will also be posting selected comments (and not just the flattering ones). PLEASE review all sections of this site before emailing us, so you really understand what we're doing.

Most people who meet Missy find she is a special dog, and another purpose of this website is to share stories and pictures of her. We hope you enjoy them, we'll be adding new ones on a regular basis. We're currently planning a "Friends of Missy" section, so send us your animal pictures (jpeg format), doing that wonderful thing only THEY can do.

In addition to cloning a really great mate, this project also has more socially-beneficial goals, and is strongly ethics-driven. We encourage you to visit our new Adoption Center. As we promised in our Code of Ethics, when we began this project in 1997, all associated dogs – other than Missy and her clones – become available for adoption on a regular basis: healthy, happy, playful and trained!

YES, our new gene bank is now open for business. It's called Genetic Savings & Clone, and it's a state-of-the-art way of storing DNA of pets and other valuable animals, using the same technology and expertise employed on Missiplicity.

To the press: We welcome your interest and encourage you to visit the Press section of this site, where you'll find an explanation of what we can and can't do to support you, as well as links to press releases and online third-party articles and editorials.

To the left is a list of other sections of this site. As you roll your mouse over each item, you'll see a brief description in the status display area of your browser (usually the bottom of the active window).

Thanks for your interest in the Missiplicity Project!

**Clonaid.com**  
THE FIRST HUMAN CLONING COMPANY  
Last update: 11/20/00

**Home**

Home  
History  
Press Releases  
Comments  
Contact US

Raël.org  
Raël Press: File  
Clonaid  
Subscribers

**RAËL** – the founder of a religious organization called the RAËLIAN MOVEMENT which claims that life on earth was created scientifically in laboratories by extraterrestrials whose name (Elohim) is found in the Hebrew Bible and was misinterpreted by the word "God", and which also claims that Jesus' resurrection was, in fact, a cloning performed by the Elohim – announced today that he and a group of investors have set up a company named VALIANT VENTURES LTD which will offer a service called CLONADID to provide assistance to would-be parents willing to have a child cloned from one of them. This service offers a fantastic opportunity to parents with fertility problems or homosexual couples to have a child cloned from one of them.

The Bahamas-based Company plans to build a laboratory in a country where human cloning is not illegal and will offer its services to wealthy parents worldwide. In a first phase, CLONADID will subcontract existing laboratories to perform the cloning. The company may also sponsor American laboratories working on human cloning and whose government subsidies have been cut by President Clinton.

CLONADID will charge as low as \$200,000 US for its cloning services. The recent cloning of the sheep "Dolly" in Scotland has proven that the technology is now available to complete the operation successfully.

CLONADID's Scientific Director, the French scientist Dr. BRIGITTE BOEGGLER-Ph.D., sees no ethical problems with the procedure. "Who, today, would be scandalized to the idea of bringing back to life a 10-month old child who died accidentally? The technology allows it, the parents desire it, and I don't see any ethical problems..." She said.

CLONADID will also offer a service called INSURACLONID which, for a \$50,000 fee, will provide the sampling and safe storage of cells from a living child or from a beloved person in order to create a clone if the child dies of an incurable disease or through an accident. In the case of a genetic disease, the cells will be preserved until science can genetically repair it before recreating the child (or an adult).

CLONADID, the first company in the world to offer human cloning, expects to have over a million customers worldwide interested in its services as well as many laboratories to seek partnership with in this venture.

RAËL said: "Cloning will enable mankind to reach eternal life. The next step, like the ELOHIM with their 25,000 years of scientific advances, will be to directly clone an adult person without having to go through the growth process and to transfer memory and personality in this person. Then, we wake up after death in a brand new body just like after a good night sleep!"

If you are interested by CLONADID, INSURACLONID or CLONAFETID services please contact:

Read the book by the founder of Clonaid: RAËL

**The Tree From GOD**

Click on the book for a short resume

The book is available in 22 languages.

Figure 1. Pages d'accueil des sites du projet Missiplicity et de Clonaid (www.clonaid.com), entreprise liée au groupe des Raéliens et proposant ses services pour le clonage reproductif humain.

travail a été mené par une entreprise, *Advanced Cell Technology*, dans l'état du Massachusetts (États-Unis). Un clone a été effectivement produit en utilisant des ovocytes de vache, des noyaux de cellules somatiques de gaur fournis par le zoo de San Diego (Californie) et une vache porteuse; il est mort d'une infection bactérienne quelques jours après sa naissance [2], mais les essais continuent. On sait peut-être moins que le clonage de chiens ou de chats est dès aujourd'hui un secteur commercial en expansion aux États-Unis. Plusieurs compagnies y ont été fondées pour exploiter ce créneau apparemment lucratif: *Genetic Savings & Clone* (Texas) [3], filiale commerciale du *Missiplicity*

m/s n°5, vol. 17, mai 2001

*Project (voir plus loin)*, *Lazaron* (Baton Rouge, Louisiane) [4], *Canine Cryobank* (San Marcos, Californie), *perPe-tuate* (Newington, Connecticut)... En fait de clonage, il s'agit plutôt de promesses situées dans un futur encore indéfini, puisque personne à ce jour ne semble avoir réussi à cloner un chien ou un chat. Ce qu'offrent réellement ces entreprises à l'heure actuelle, c'est de stocker l'ADN et les cellules de votre compagnon en vue d'un éventuel clonage. Le coût n'est pas négligeable, et c'est bien sûr sur ce service qu'est fondé le *business model* de telles sociétés. *Lazaron*, par exemple, fournit pour 700 dollars un kit de prélèvement; après que ce dernier a été effectué

par un vétérinaire (qui se fera payer 100 à 150 dollars), la société stockera le fragment de tissu dans l'azote liquide pour 10 dollars par mois... L'objectif, le clonage, est omniprésent dans les titres, les images et les textes (le site de *Lazaron* est particulièrement riche et explique très bien les différentes étapes de la procédure), mais indiqué comme «*Not yet available*»... Le seul programme apparemment solide et sur lequel des informations soient disponibles est le déjà célèbre *Missiplicity Project* mené par le physiologiste Mark Westhusin à l'Université du Texas, grâce à un couple anonyme (mais aisé) qui finance ce travail à hauteur de plus de deux millions

de dollars. L'objectif est de produire un nouvel exemplaire de la chienne du couple, Missy, une bâtarde de Border Collie et de Husky de Sibérie. Le projet est décrit dans un site Internet assez complet [5] (figure 1), contenant de nombreuses informations et notamment un code éthique précis, qui exclut toute incursion dans le clonage humain. L'ensemble donne une incontestable impression de sérieux. La compagnie *Genetic Savings & Clone* (figure 2) est une *spinoff* de ce projet, et a été fondée par Westhusin en réponse aux milliers d'appels de propriétaires souhaitant faire cloner leur animal favori...

La demande semble très forte, fondée sur l'illusion de ressusciter ainsi le « même » animal considéré comme irremplaçable. Elle contribue à « apprivoiser » l'idée du clonage : quoi de plus inoffensif que de vouloir recréer un chat ou un chien adorés ? Elle fournit aussi une demande solvable qui finance le perfectionnement des méthodes et peut ainsi contribuer à rapprocher le clonage reproductif humain de la faisabilité technique.

#### Une tentative « sérieuse »

Le clonage reproductif humain n'est pas interdit aux États-Unis, seul l'emploi de fonds publics à cet effet est actuellement exclu\*. C'est dans cette ambiance permissive qu'est récemment intervenue l'annonce par Panos Zavos, professeur de physiologie de la reproduction à l'Université du Kentucky et Severino Antinori, médecin italien connu pour avoir notamment « réussi » des grossesses chez des femmes ménopausées, du projet de cloner un être humain au cours des deux prochaines années [6]. Ils précisent que leur but est de permettre à des couples doublement infertiles d'avoir une descendance biologique, annoncent un coût initial de l'ordre de 50 000 dollars, et présentent leur entreprise comme un programme sérieux et « responsable » alors que, selon eux, certains sont sans doute en train de tenter la

même chose « dans leur garage ». En somme « *Il existe une demande, et il vaut mieux que ce soit nous (de vrais experts) qui y répondions plutôt que d'autres* ».

#### Quelques écueils...

Voire... La route vers le clone humain reste encore un parcours d'obstacles, comme le montre l'expérience de Dolly et des autres clones animaux. Après l'énucléation de l'ovule et l'introduction d'un noyau provenant d'une cellule somatique, une sur quatre (au mieux) devient un embryon commençant à se développer. Sur cent embryons implantés, quatre-vingt-dix au moins périssent durant le développement. Et, parmi les animaux qui arrivent à terme, certains ne survivent que quelques heures ou quelques jours, d'autres sont très anormaux. Ce taux d'échec, admissible dans un cadre de recherche sur l'animal, devient inacceptable s'il s'agit de créer (ou plutôt de re-crée) un être humain, indépendamment du problème de principe que pose le clonage reproductif humain. S'y ajoute la question des télomères et de l'âge physiologique du clone, objet pour le moment de controverses [7]. Les résultats sont contradictoires puisque dans certains cas les clones animaux semblent prématurément vieux (télomères très courts) alors que dans d'autres ils restent anormalement jeunes durant leur croissance d'après ce critère [8, 9]. Bref, beaucoup d'incertitudes subsistent...

On peut néanmoins observer que l'intensité et le nombre des expérimentations en cours sur l'animal devraient progressivement lever ces incertitudes. De plus, la physiologie humaine est – pour cause – particulièrement bien connue, et les techniques d'obtention d'ovules, leur traitement au laboratoire et leur réimplantation ont été perfectionnées au cours de plus de vingt années de pratique de la fécondation *in vitro*. Cependant, Zavos et Antinori ne sont peut-être pas les prétendants les plus sérieux à l'obtention du premier clone humain : celui-ci pourrait bien provenir de travaux réalisés dans un autre cadre...



Figure 2. Chèque-cadeau pour une valeur de 500 dollars proposé par Genetic Savings & Clone (à valoir sur la conservation d'un ADN d'un animal de compagnie en vue de son clonage).

#### Les Raéliens ? Vous voulez rire ?

L'annonce par la secte des Raéliens de son intention de cloner un être humain, et la fondation à cet effet d'une filiale appelée *Clonaid* (figure 1) fait à première vue penser à un canular. Le prophète de ce groupe, un certain Claude Vorilhon, journaliste sportif de son état, aurait vu une soucoupe volante près de Clermont-Ferrand, en 1973. Au cours d'une rencontre émaillée de détails croquignolesques (comme les six androïdes femelles affectés à son bien-être...), les « Elohim », créateurs de l'espèce humaine, lui auraient donné le nom de Raël et l'auraient chargé de construire une ambassade destinée à les accueillir. Fatras que tout cela, exploitation des espoirs et des peurs d'une fin de siècle technologique, fausse synthèse aberrante entre science, idéologie et religion... Reste que les Raéliens revendiquent 55 000 adhérents (en fait, probablement la moitié), et qu'ils disposent de moyens notables. Chaque membre doit donner à la secte 3 % de son revenu, et les sommes recueillies pour la construction de l'ambassade (il a été question de l'implanter en Israël, mais les négociations avaient échoué avant les événements actuels) dépassent les sept millions de dollars.

Le clonage est en plein accord avec l'idéologie raélienne : cette secte 100 % scientifique est très favorable à toutes les utilisations du génie génétique, et envisage une immortalité scientifique obtenue par le clonage d'un (jeune) adulte à partir d'un in-

\* La FDA (Food and Drug Administration) considère qu'elle a un droit de regard et que toute tentative de clonage devrait être étudiée par elle comme la mise sur le marché d'un nouveau médicament.



dividu âgé suivi du « transfert » de toutes les mémoires de l'un à l'autre. Cette idéologie, les moyens financiers non négligeables dont dispose le mouvement, mais aussi et surtout son caractère sectaire sont en l'occurrence de sérieux atouts.

### Rencontre avec un couple

La matérialisation du projet raélien est liée à la rencontre avec un couple américain qui a perdu un enfant l'an dernier à 10 mois, à la suite d'une erreur médicale. Bien que jeunes (ils n'ont pas atteint la quarantaine), les parents, qui ont déjà deux autres enfants, tiennent absolument à recréer ce bébé afin qu'il poursuive sa vie prématurément et injustement interrompue. Ils sont prêts à y consacrer des sommes importantes (provenant notamment du procès qu'ils ont gagné contre l'hôpital), et ont pris à cet effet contact avec les Raéliens en juin 2000. Quoique n'appartenant pas à la secte, ils ont abouti à un accord, et c'est leur enfant que l'équipe raélienne tente actuellement de cloner.

La directrice scientifique de *Clonaid* est une chimiste française, Brigitte Boisselier, qui a longtemps travaillé pour Air Liquide. Elle a, selon ses dires, rassemblé une équipe comprenant un généticien, un biochimiste et un obstétricien-gynécologue affilié à une clinique de procréation médicalement assistée, et a entamé ses travaux depuis la fin de l'année dernière – travaux qui peuvent bénéficier de l'environnement très particulier que leur offre la secte.

### Les atouts des Raéliens

Sur le plan technique, les problèmes du clonage reproductif humain se situent pour l'essentiel en amont et en aval. En amont : comment obtenir régulièrement les nombreux ovocytes nécessaires pour des essais dont on sait qu'*a priori* un sur cent seulement a des chances d'être une réussite ? La stimulation hormonale à subir, et le prélèvement lui-même ne sont pas anodins tant du point de vue physique que psychologique. Toutefois, il se trouve apparemment parmi les adeptes de Raël des dizaines de jeunes femmes prêtes à se plier avec

enthousiasme à cette discipline. L'étape suivante, énucléation de l'œuf et introduction d'un noyau prélevé sur des cellules somatiques convenablement traitées, n'est probablement pas plus difficile à effectuer pour l'homme que pour d'autres espèces. Pour la culture en laboratoire de l'embryon obtenu, puis sa réimplantation dans l'utérus d'une mère porteuse, on dispose au contraire d'un avantage évident sur le modèle animal, la déjà longue expérience de fécondation *in vitro* qui a permis la naissance de milliers d'enfants conçus au laboratoire...

Restent les risques de mort au cours du développement, ou d'anomalies graves imposant une interruption provoquée de la grossesse. Dans cette phase aval, l'idéologie sectaire assure apparemment la disponibilité de nombreuses mères porteuses (dont la propre fille de Brigitte Boisselier, âgée de 22 ans), prêtes à assumer les aléas d'une telle grossesse (la mère biologique du clone n'étant pas mise à contribution). Au total, et si l'on se fonde sur les chiffres connus dans d'autres espèces, l'affaire semble jouable : de nombreux ovules produits par quelques dizaines de donneuses, une centaine d'embryons implantés deux par deux dans l'utérus d'une cinquantaine de mères porteuses pourraient, statistiquement, aboutir à un clone « réussi »... L'on est bien sûr ici en terre inconnue, et des facteurs encore ignorés peuvent rendre le clonage d'un être humain nettement plus difficile (ou, au contraire, bien plus facile) que celui d'une vache ou d'une brebis. Néanmoins, la possibilité de succès semble suffisamment réelle pour être prise au sérieux.

Si un tel enfant naissait, espérons-le sans troubles physiologiques à la naissance ou ensuite, il constituerait sans doute le moins inacceptable des clones humains : jumeau à retardement d'un enfant récemment disparu à un âge très précoce, il ne serait pas placé dans la position psychologiquement impossible du clone « copie » d'un adulte, écrasé sous le poids d'attentes disproportionnées. Ses parents tenteraient sans doute de reprendre son éducation comme s'il s'était agi d'une parenthèse dans la

même vie. Cela pourrait même réussir – mais l'on peut s'attendre à une pression médiatique énorme sur cet enfant, de nature à ruiner toute chance de développement normal. Et même si les parents (dont l'identité est actuellement dissimulée) tentaient de l'y soustraire, on peut compter sur les Raéliens pour agir en sens inverse... Les conséquences symboliques et idéologiques d'un tel événement seraient en tous cas majeures.

### Un impact désastreux

Je frémis (et je ne suis sûrement pas le seul) à l'idée qu'un jour la grande presse puisse annoncer la naissance du premier clone humain et présenter cet événement comme un éclatant succès de la secte raélienne – et, quelque part, comme une preuve de ses théories délirantes et une incitation à leur accorder crédit. Certes, il serait étonnant que le clonage devienne une opération de routine, les risques médicaux comme l'opposition d'une grande partie de l'opinion vont sans doute l'en empêcher. Le danger n'est donc pas, me semble-t-il, l'apparition immédiate de volées de clones, mais la transgression d'un interdit officiel et majoritairement partagé. Transgression qui montrerait que, décidément, à partir du moment où une procédure devient techniquement possible elle est réalisée, quelles que soient la position des autorités morales (du Pape à l'Unesco, en passant par le Président de la République...) et les stipulations de la loi. Elle prouverait que nos tentatives de régulation sont vaines et que nous ne sommes décidément pas capables d'encadrer les applications de la génétique et de la « procréatique ». Que ce pied de nez aux autorités provienne d'un groupe marginal à l'idéologie extravagante ne ferait qu'aggraver le choc.

### Que faire ?

Avouons que cette perspective nous laisse assez désarmés. Faire pression pour que tous les États interdisent le clonage humain et se donnent immédiatement les moyens de faire effectivement appliquer cette interdiction ?

Convaincre les Raéliens, les autres sectes du même acabit tout comme quelques scientifiques en quête de publicité ou de profits de renoncer à leurs projets? Les expériences du passé n'incitent pas à un grand optimisme sur nos possibilités réelles d'empêcher un tel événement. Donner une large publicité à cette perspective peut avoir néanmoins un effet dissuasif. De plus, il est important d'atténuer dès à présent l'impact de cet événement malheureusement possible sinon probable: non, l'obtention d'un bébé cloné ne serait pas une prouesse scientifique! Au prix d'un grand gâchis, de souffrances physiques et morales infligées à des jeunes femmes instrumentalisées par une secte, ce serait au contraire un pas en arrière dans la capacité de nos sociétés à maîtriser les nouvelles technologies et à se donner le temps de la réflexion et du débat – sans parler

de l'avenir sans doute bien perturbé de l'enfant en cause, involontaire superstar de médias dont la responsabilité n'est pas la qualité première... ■

#### RÉFÉRENCES

1. Kahn A. Cloner des mammifères... cloner des hommes ? *Med Sci* 1997; 13: 428-9.
2. Gugliotta G. Cloned ox dies from infection. *Washington Post*, 13 janvier 2001.
3. <http://www.savingsandclone.com>
4. <http://www.lazaron.com>
5. <http://www.missiplicity.com>
6. Vogel G. Reproductive biology. Cloning: could humans be next ? *Science* 2001; 291: 808-9.
7. Hodes RJ. Telomere length, aging, and somatic cell turnover. *J Exp Med* 1999; 190: 153-6.

8. Vogel G. In contrast to Dolly, cloning resets telomere clock in cattle. *Science* 2000; 288: 586-7.

9. Lanza RP, Cibelli JB, Blackwell C, et al. Extension of cell life-span and telomere length in animals cloned from senescent somatic cells. *Science* 2000; 288: 665-9.

#### Bertrand Jordan

*Marseille-Génopole, Parc de Luminy, Case 901, 13288 Marseille Cedex 9, France.*

#### TIRÉS À PART

B. Jordan.