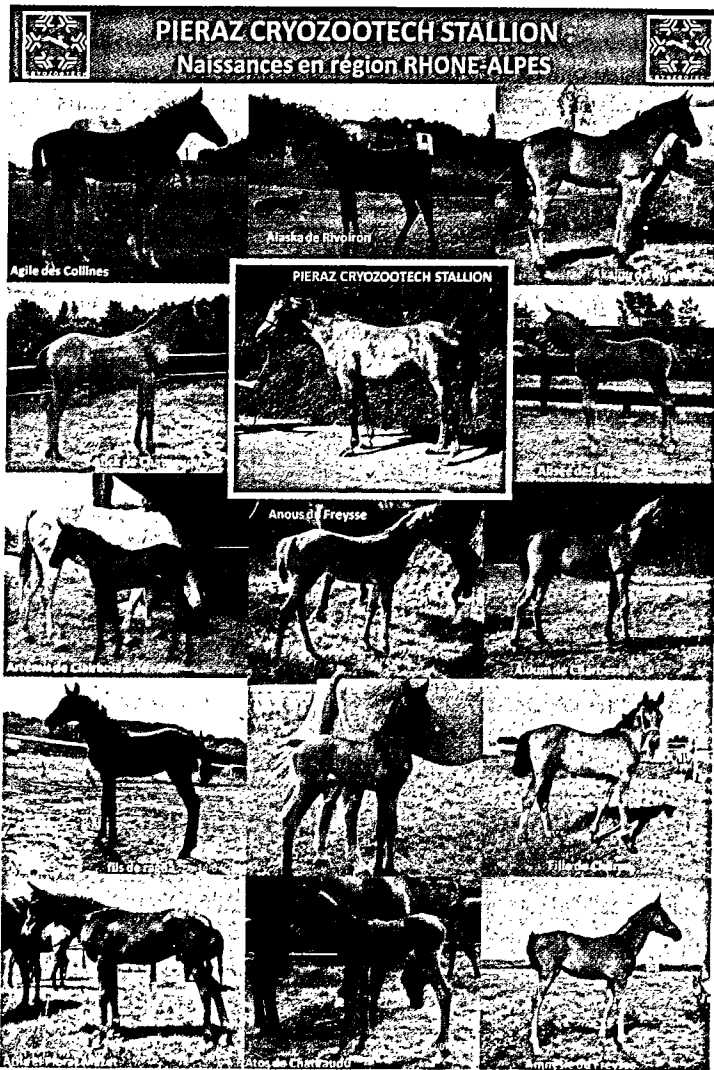




## L'insertion des clones dans l'élevage équin : attentes et enseignement du marché

En 2003, l'équipe du Dr Woods annonçait la première naissance de clones d'équidés. Il s'agissait de trois clones de mulet, produits à partir de cellules embryonnaires. Quelques mois plus tard, les naissances de deux clones équins, produits à partir de cellules somatiques d'individus adultes, ont été annoncées en Italie et aux Etats-Unis, successivement (Galli et al. 2003 ; Hinrichs et al. 2006). Le clonage se montrait alors une biotechnologie prometteuse d'un point de vue génétique car elle permettrait d'utiliser les clones de performeurs (castrés) de haut niveau en tant qu'étalons dans les programmes de reproduction. Les clones de hongres transmettraient à leur descendance les mêmes gènes que leurs modèles auraient pu transmettre s'ils n'étaient pas hongres.



serait alors obtenu quand un hongre serait cloné tant qu'il était au meilleur niveau de sa performance. Cette pratique raccourcirait l'intervalle entre sa performance et le début de la carrière des descendants de son clone.

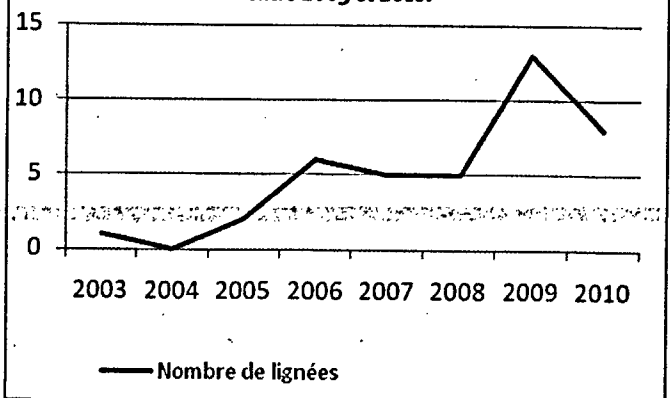
En se basant sur cette étude, une entreprise française a alors proposé le clonage commercial. Pour démarrer, elle a cloné un hongre à performance remarquable en endurance (2005) et un hongre exceptionnel de la discipline de jumping (2006) pour les exploiter ultérieurement en reproduction. Les autres acteurs du clonage ont aussitôt commencé à produire des clones auprès de leur clientèle.

Dans cet article nous allons analyser le développement du clonage et le devenir des produits - les clones - pendant les 7 premières années d'existence.

### Quelles sont les réalisations dans ce domaine ?

Il est actuellement possible d'identifier 40 lignées de chevaux clonées et un total de 56 clones nés dans le monde (1,4 clone/lignée). Nous observons une légère augmentation du nombre de lignées clonées depuis les deux dernières années (Figure 1).

Figure 1 : Nombre de lignées clonées dans l'espèce équine entre 2003 et 2010.



Anne Ricard en 2002 a démontré que, d'un point de vue génétique, dans les disciplines où les hongres représentent plus de 40% de la population « mâles + hongres » (ex. : jumping, dressage, endurance), l'utilisation de clones de hongres de haut niveau de performance dans les programmes d'élevage pourrait promouvoir un gain génétique de 4% à chaque génération.

Cette étude serait d'autant plus valable si l'intervalle entre la performance du cheval « modèle » et la mise en reproduction de son clone était raccourci. Le meilleur apport du clonage à l'élevage

Les clones ont été produits en Europe, aux Etats-Unis et, plus récemment, en Amérique du Sud (Tableau 1). Les hongres et les juments représentent équitablement 37,5% et les étalons 25% des chevaux clonés. Cela démontre que cette technologie, initialement perçue comme un outil pour exploiter la génétique des hongres, peut être aussi un bon outil pour l'exploitation de la

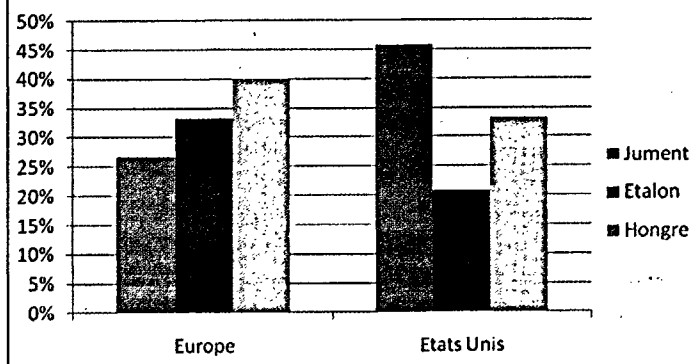
génétique des femelles. En effet, les clones de juments de haute valeur génétique peuvent être utilisés dans des programmes de transfert d'embryon et contribuer à l'augmentation de leur descendance.

**Tableau 1 : Nombre de lignées clonées en Europe, Etats-Unis et Amérique du Sud.**

Total de lignées par sexe	Europe	EUA	Amérique du Sud	Total
Hongre	6 (40%)	8 (33,3%)	1 (100%)	15 (37,5%)
Jument	4 (26,7%)	11 (45,8%)	0	15 (37,5%)
Etalon	5 (33,3%)	5 (20,9%)	0	10 (25%)
Total	15 (100%)	24 (100%)	1 (100%)	40 (100%)

Le clonage de juments est plus présent sur le marché américain que sur l'europpéen (45,8 vs 26,7% des clones produits). D'autre part, les étalons ne représentent que 20,9% des chevaux soumis au clonage aux Etats-Unis alors qu'en Europe ce nombre atteint les 33,3% (Figure 2).

**Figure 2 : Fréquence de « sexes » des chevaux à l'origine du clonage en Europe et aux Etats-Unis.**



Nous ne pouvons pas encore faire des statistiques sur ces données car les nombres sont encore réduits. Cependant, empiriquement, cette différence semble être le résultat de l'aspect plus conservateur de l'élevage en Europe. Les éleveurs européens semblent plus prêts à investir sur la valeur sûre dont le retour sur l'investissement peut être plus rapide (l'étalon vieillissant ou mort dont la performance reproductive a déjà été prouvée) que sur une valeur moins sûre, dont le retour sur l'investissement reste douteux (le hongre, dont la performance reproductive doit être prouvée) ou encore une valeur sûre mais à un retour sur l'investissement plus long (les juments reproductrices).

### Quelles sont les raisons pour lesquelles les premiers adeptes ont fait cloner leurs chevaux ?

Une étude sur les raisons de faire cloner son cheval, réalisée sur les 40 lignées déjà clonées, nous a donné 6 réponses différentes, illustrées dans la figure 3.

La majorité des clones a été produite pour participer uniquement à des programmes de reproduction (23/40 ; 57,5%), tandis que 9/40 (22,5%) participeront à des programmes de reproduction et à des compétitions sportives. Le sport est la raison principale du clonage de 6 chevaux. Un seul cheval a été cloné par des raisons purement affectives.

La recherche in vivo étant trop coûteuse et très peu soutenue par le gouvernement, les recherches sur le clonage sont surtout développées au stade in vitro. Seule une jument a été clonée au seul objectif de recherche. A part cette jument et le cheval de compagnie, tous les chevaux clonés avaient des performances exceptionnelles que ce soit dans le sport ou la reproduction.

**Figure 3 : Les 6 raisons actuellement avancées de faire cloner un cheval**

Etalon ou jument mort ou retraité prématurément = sa carrière reproductive sera reprise

Baisse de fertilité liée à l'âge ou accident = sa carrière reproductive pourra être prolongée

Retraite ou mort d'un champion hongre = sa carrière de reproducteur(trice) pourra être exploitée; et pourquoi pas l'essayer dans le sport

Hongre Top performeur = il fera un bon étalon cloné !

Jument de recherche = produire un clone pour la recherche

Cheval de compagnie mort = retrouver son cheval de compagnie



### Quelle est la position actuelle des stud-books et associations sportives par rapport au clonage ?

Seuls les stud-books de chevaux de sport Zangersheider et AES (Anglo European Stud-book) acceptent d'enregistrer des clones et leur descendance. Les stud-books de races plus traditionnelles telles que le Selle Français, le Holsteiner, le Pur Sang et le Quarter Horse ne sont pas encore prêts à accepter les clones. Les associations internationales de sport n'interdisent pas la présence des clones et de leurs descendants sur les terrains mais il n'existe pas une règle claire concernant les clones au sport. Aux Etats-Unis, les associations sportives telles que la National Cutting Horse Association et la National Barrel Horse Association ont officiellement autorisé les clones à participer aux concours.

Dans le moyen terme, il faudrait que les stud-books interdisant les clones sur leurs registres reprennent ce dialogue afin de régler plutôt que d'interdire le clonage et éviter la fuite des meilleures génétiques vers les stud-books qui acceptent d'enregistrer les clones et surtout leur descendance.

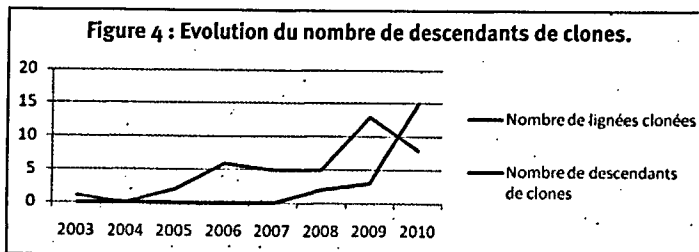
### Quelle est la performance des clones ?

#### Performance sportive

Il n'existe actuellement pas de données sur la performance des clones car ils sont encore trop jeunes. Cependant, il est important de se rappeler que l'objectif du clonage est celui de faire une « copie génétique » pour ensuite l'utiliser pour la réalisation de croisements dans des programmes d'élevage. Il n'est pas certain que le clone aura la même performance sportive que son modèle car, la performance sportive dépend de l'interaction de la génétique avec plusieurs facteurs environnementaux difficilement reproductibles (nutrition, élevage, entraînement, etc) (Hinrichs, 2005).

#### La performance reproductive a fait ses premières preuves

La fertilité des premiers clones a été prouvée. En Europe, la première jument clonée a produit un poulain issu d'insémination artificielle en 2008. En France, une jument, clone d'une championne mondiale de dressage morte prématurément, est exploitée depuis l'âge de 2 ans en programme de transfert d'embryons. Son premier poulain est né en 2010 lorsqu'elle était âgée de 3 ans (Terris et al., 2010). En 2010, elle a été réutilisée en programme de transfert embryonnaire et trois embryons ont été produits, dont un produit par le champion de dressage des Jeux Equestres Mondiaux de 2010.



Les deux premiers clones de hongres sont déjà utilisés en reproduction. Le clone d'un hongre champion mondial d'endurance a produit le plus grand nombre de descendants jusqu'à présent : 13 poulains sur la seule année 2009 (Figure 4). De son côté, le clone du hongre performeur en saut d'obstacles a produit son premier poulain en 2009.

La congélabilité de la semence des clones a aussi été prouvée. Les premières doses de semence congelée du premier clone d'étalon, né en 2005, sont proposées sur le marché européen depuis 2010. Les paillettes issues de cet étalon cloné sont marquées avec les lettres (CL) après le nom pour les différencier de celles de son modèle.

Aux Etats-Unis, un étalon et une jument clonés ont chacun produit un poulain en 2009.

### Conclusion

Le clonage est la plus récente innovation dans le domaine des biotechnologies de la reproduction équine et on observe un intérêt timide mais croissant de la part des éleveurs. Initialement perçue comme un outil pour exploiter la génétique des hongres, elle peut être aussi bien utilisée pour augmenter le potentiel d'exploitation de la génétique des femelles ou prolonger la vie reproductive de certains étalons de haut niveau retraités prématurément. La fertilité de clones a été prouvée, que ce soit en insémination artificielle ou transfert embryonnaire pour les femelles ou en semence fraîche, réfrigérée ou congelée pour les mâles. Les premiers descendants de clones sont déjà nés et dans 4 à 5 ans nous pourrions les observer sur les terrains de concours. Comme le nombre de clones et surtout de leurs descendants a tendance à augmenter à court terme, il est nécessaire d'ouvrir le débat sur leur présence dans les stud-books afin d'éviter une fuite des meilleures génétiques vers des stud-books ouverts à cette technologie.

Alline de Paula Reis, Eric Palmer  
Cryo-zootech SA

#### Références :

- Galli, C., Lagutina, I., Crotti, G., Colleoni, S., Inrini, P., Panderata, N., Dachi, R. and Lazzari, G., 2003. Pregnancy : a cloned horse born to its dam twin. *Nature* 424 : 635-636.
- Hinrichs, K., Y. H. Choi, C. C. Love, Y. G. Chung and D. D. Varner, 2006. Production of horse foals via direct injection of roscovitine treated donor cells and activation by injection of sperm extract. *Reproduction* 131 : 1063-1072.
- Hinrichs, K., 2005. Update on ICSI and cloning. *Theriogenology* 63(3) : 535-541.
- Ricard, A. 2002. Influence du clonage sur le progrès génétique chez les chevaux. La lettre du comité d'orientation scientifique et technique des Haras Nationaux n.8, 2p.
- Terris, H. ; Mourier, E. ; Quinton, H. ; Bruyas, J.-F. Embryo transfer from two clones of the same mare : a world first. *Proceedings 26th scientific meeting of AETE*. Kuopio 2010.
- Woods, G. L., White, K. L., Vanderwall, D. K., Li, G. P., Aston, K. I., Bunch, T. D., Meerdo, L. N., and Pate, P. L. 2003. A mule cloned from fetal cells by nuclear transfer. *Science* 301 : 1063-1065.