

# Une démarche pour élaborer des panneaux de préfiguration d'une exposition sur les biotechnologies de la reproduction bovine

Laurence SIMONNEAUX

École Nationale de Formation Agronomique  
BP 87  
31326 Castanet-Tolosan cedex, France.

## Résumé

*Cette recherche concerne l'élaboration de panneaux de préfiguration scriptovisuels d'une exposition scientifique sur les biotechnologies de la reproduction bovine, en particulier sur le clonage. S'inscrivant dans une tentative d'épistémologie critique, l'analyse de l'histoire de la construction des savoirs étaye le choix des connaissances à présenter. Une fois le message défini, convaincue que l'énonciation dévoile la stratégie du scripteur, nous pesons nos choix langagiers, au service des intentions poursuivies, à partir de l'analyse linguistique d'une série de documents de vulgarisation.*

**Mots clés :** *biotechnologie, clonage, choix de références, choix énonciatifs, didactique.*

## Abstract

*This research is based on the elaboration of scriptovisual exhibits for a scientific exhibition on bovine reproduction biotechnologies, in particular on cloning. An epistemological analysis of biotechnologies knowledge helps us to choose the contents to present. As soon as contents and intentions have been decided, the*

*message becomes clearer. Thus, linguistic choices are needed because statements betray the scriptor's strategy. To support linguistic choices, we have done a formal linguistic analysis on several documents of popularizing biotechnologies.*

**Key words :** *biotechnologies, cloning, choice of references, linguistic choices, education.*

### **Resumen**

*Esta investigación está basada en la elaboración de carteleras de prefiguración scriptovisuales de una exposición científica sobre las biotecnologías de la reproducción bovina, en particular sobre el clonaje. La misma se inscribe en una tentativa de epistemología crítica, el análisis de la historia de la construcción de saberes ayuda a la selección de los conocimientos a presentar. Una vez que el mensaje está definido, convencidos que la enunciación revela la estrategia del scriptor, nosotros examinamos nuestra selección lingüística, en función de las intenciones perseguidas, a partir del análisis lingüístico de una serie de documentos de vulgarización.*

**Palabras claves :** *biotecnología, clonaje, selección de referencia, selección enunciativa, didáctica.*

## **INTRODUCTION**

Dans cette recherche, nous nous sommes intéressée aux biotechnologies de la reproduction bovine, et en particulier au clonage, d'une part parce qu'il s'agit d'une biotechnologie qui se situe sur le front de la recherche, (c'est un objet de savoir non stabilisé), et d'autre part parce qu'il s'agit d'un thème porteur de débats sur son rôle et sur le contrôle qui doit lui être appliqué, voire même sur l'éventualité de son utilisation chez l'homme.

Dans les biotechnologies, sciences et techniques se rencontrent pour transformer le vivant au service des besoins de l'homme. Les développements biotechnologiques peuvent avoir des répercussions variées, positives et/ou négatives, dans différents domaines (professionnel, économique, écologique, politique, éthique, juridique, etc.), prévisibles ou imprévisibles, contrôlables ou incontrôlables. Les savoirs biotechnologiques intègrent des savoirs scientifiques nombreux et hors de la portée des profanes. Les répercussions des biotechnologies ne peuvent être appréhendées avec certitude ; une évaluation fiable de celles-ci supposerait une maîtrise pluridisciplinaire des domaines impliqués, immédiate et projective (que se passera t'il dans dix ans si les accords politico-économiques sont modifiés, si les réglementations sont différentes, si des poissons transgéniques géants s'échappent ?),

inaccessible aux experts et *a fortiori* aux profanes. C'est le problème du contrôle social des biotechnologies qui est posé : comment informer des citoyens, forcément incompetents, sur des savoirs complexes et des répercussions hypothétiques afin de favoriser leur participation à ce contrôle ?

Dans un contexte de croissance rapide des savoirs biotechnologiques, les individus actualiseront de plus en plus leurs connaissances en dehors du système de formation initiale, grâce à différents médias d'éducation non formelle (notamment le média «exposition»). Dans cette recherche, notre propos a été de réaliser une «transposition muséographique» de savoirs biotechnologiques (c'est-à-dire la transformation de savoirs de référence en savoirs à exposer) qui a été formalisée dans des panneaux scriptovisuels (Jacobi, 1989). Le panneau constitue une unité pleine qui contribue, de façon autonome, au discours de l'exposition (Jacobi, 1989 ; Laurian, 1988, 1991).

Depuis de nombreuses années, des méthodologies d'évaluation muséale très spécifiques se sont développées. L'évaluation de préfiguration s'appuie sur le principe de ce qui est classiquement appelé l'évaluation formative et que certains auteurs appellent l'«évaluation en action» (Eidelman et al, 1993), d'autres l'«évaluation-diagnostic» (Guichard, 1990), d'autres l'«essai de la conception» (Bitgood, 1989). Le but de ce type d'évaluation formative est l'amélioration de la conception d'une exposition (ou d'éléments d'exposition) ; selon les cas, la conception des préfigurations est précédée ou non d'enquêtes préalables auprès des publics potentiels. Nous envisageons d'élaborer une exposition itinérante destinée aux établissements scolaires de l'enseignement agricole. Nous avons, par conséquent, analysé les conceptions préalables d'échantillons stratifiés d'élèves de l'enseignement agricole, analyse qui ne sera pas détaillée dans cet article.

Le discours de l'exposition vit à travers une double activité, celle de production et celle de reconnaissance de l'énoncé. L'auteur du discours de l'exposition effectue une série de choix. Il fait acte de référence en réalisant des choix de contenus à présenter ; puis, il réalise des choix d'énonciation. Pour en finir avec l'illusion d'un savoir transposé neutre et strictement objectif, dans notre recherche, nous avons voulu analyser les choix effectués. Ainsi, pour aller au-delà des études classiques d'évaluation préalable et formative, nous nous sommes particulièrement intéressée à clarifier la démarche de prise de décision qui a présidé à l'élaboration des panneaux. Nos choix se sont fondés sur la conjugaison de diverses investigations : étude préalable des conceptions de plusieurs catégories du public potentiel, analyse épistémologique des savoirs à muséologiser, analyse linguistique de documents de vulgarisation, évaluation formative des panneaux de préfiguration produits.

Dans cet article, nous montrons comment l'analyse épistémologique des savoirs sur le clonage a présidé au choix des connaissances à présenter, et comment l'analyse linguistique a étayé nos choix langagiers dans la conception des panneaux de préfiguration.

Soulignons que deux intentions prioritaires ont orienté ce travail : favoriser l'appropriation de connaissances sur les biotechnologies et favoriser la construction d'une opinion sur les répercussions de celles-ci (favoriser la formation d'un jugement critique) pour permettre aux individus de participer aux débats.

## 1. COMMENT CHOISIR LES CONNAISSANCES À PRÉSENTER ?

À l'instar de nombreux enseignements scientifiques, la vulgarisation technologique court le risque d'être dogmatique. Voici ce que disait, en septembre 1989, la revue de vulgarisation technique *Typex*.

*«Par fécondation naturelle ou in vitro, un embryon est tout d'abord conçu à partir d'un ovule et d'un spermatozoïde issus de géniteurs remarquables. À 5 jours, cet embryon possède 32 cellules.»*

Chaque cellule, génétiquement identique, va être transplantée dans un ovule énucléé.

*«Des ovules sont nécessaires en très grande quantité : 32 par génération pour chaque embryon.»*

Les ovules de follicules immatures, prélevés sur des ovaires à l'abattoir, sont maturés 24 heures.

*«Par micromanipulations, on leur enlèvera leur matériel nucléaire propre. Puis, on introduira dans 32 ovules ainsi énucléés, 32 cellules de l'embryon supérieur de départ. Par électrofusion, on assure l'acceptation du noyau par l'ovule receveur en les plaçant en parallèle entre deux électrodes. On obtient ainsi théoriquement 32 clones absolument identiques, génétiquement du moins. (...) Une autre phase de maturation sera nécessaire pour le développement de ces nouveaux embryons issus du clonage (...) jusqu'au stade de 32 cellules. (...) Ils pourront enfin être implantés à une vache receveuse ou encore subir une autre multiplication : chaque clone contenant désormais 32 cellules pourra être multiplié par 32. Cinq jours plus tard, la deuxième génération totalisera plus de 1000 clones et la troisième, après 10 jours, plus de 30 000 !»*

Nous assistons à une étonnante description de la méthode qui paraît prodigieusement simple et efficace, aucune difficulté n'est citée, aucun aléa n'a dû être surmonté, aucune question d'ordre éthique, écologique ou économique n'est soulevée. Et pourtant, à ce moment là, le plus grand clone bovin obtenu ne comptait que neuf veaux, le rendement veau né/embryon reconstitué était de 5 %, une quatrième génération de veaux clonés n'a toujours pas été obtenue, le rendement chute fortement à partir du deuxième cycle. Dans son enthousiasme, le journaliste expose une technologie sans faille, aux performances époustouflantes, sans prendre la précaution d'utiliser le conditionnel (un seul adverbe, *théoriquement*, indique une attitude de précaution épistémologique).

Au cours de la démarche de transposition muséographique, se pose, de façon cruciale du fait de la dimension des supports, le problème du choix des connaissances à présenter. Une double approche épistémologique peut étayer cette démarche : d'une part, l'étude de l'histoire de la construction des connaissances sur le clonage ; d'autre part, l'identification, dans les commentaires de chercheurs, des enjeux (scientifiques, zootechniques, éthiques, économiques) qu'ils associent aux recherches sur les biotechnologies de la reproduction (l'au-delà des biotechnologies), voire des traces de leur imaginaire mythique (l'en-deçà des biotechnologies).

## 1.1. Le clonage : une histoire à rebondissements

C'est l'amélioration des produits animaux qui a présidé au développement des biotechnologies de la reproduction. Ainsi, biotechnologie de la reproduction, du moins chez l'animal, rime toujours avec sélection. Un nouvel outil pour la sélection animale est en cours d'expérimentation : le clonage, qui vise la production de clones génétiquement identiques, et a pour but la multiplication et la standardisation des individus les plus performants.

La construction de la connaissance scientifique se fait par rectifications successives. Le clonage n'échappe pas à cette règle. D'autant plus que le développement des recherches sur le clonage chez les mammifères domestiques dépend, non seulement des différentes recherches parallèles sur la maturation *in vitro* des ovocytes, la fécondation *in vitro*, la culture *in vitro* des embryons, mais aussi de la mise au point, souvent empirique, de nombreux paramètres expérimentaux.

Nous avons réalisé une revue bibliographique des recherches sur le clonage afin d'identifier les difficultés rencontrées, parfois surmontées, les orientations choisies, et parfois abandonnées, les voies de progrès envisagées. Pour cette revue historique, nous avons sélectionné les

expériences «phares» quasi systématiquement citées dans les publications scientifiques depuis les années cinquante. L'histoire du clonage par transplantation nucléaire révèle des ruptures, des abandons ou des obstacles.

Chez les mammifères domestiques, les recherches sur le clonage embryonnaire ont suivi trois voies parallèles : la scission d'embryons, la séparation de blastomères et le transfert de noyaux. Au moment de la conception de cette exposition, c'est la méthode du **clonage embryonnaire par transfert de noyau** qui se situait sur le front de la recherche (Dolly n'était pas encore née). C'est à partir de l'hypothèse de départ «*si tous les gènes sont bien présents dans le patrimoine génétique d'une cellule somatique donnée d'un organisme développé, alors une greffe du noyau de cette cellule dans un œuf devrait permettre de régénérer un individu complet*» que le concept de clonage par transfert de noyau a été proposé par Speeman (1938). L'intérêt affiché, dès le début, repose sur le transfert de cellules somatiques d'individu adulte. Mais, les résultats obtenus remettaient en cause l'hypothèse de départ. Il apparaissait que les greffes de noyaux étaient d'autant moins susceptibles de donner naissance à des individus normaux que les cellules donneuses de noyaux provenaient de tissus plus différenciés, *a fortiori* de tissus d'individus adultes.

La recherche sur le clonage embryonnaire, dont les performances restent médiocres, a emprunté parfois des pistes sans issue ; elle a dû affronter des obstacles scientifiques, techniques, mais aussi (ce ne sont pas les moindres) sociaux. Il serait fastidieux de rapporter tous les obstacles scientifiques et techniques, mais on peut souligner par exemple que les chercheurs ont tenté, avec plus ou moins de bonheur, d'utiliser différentes catégories de cellules animales. En ce qui concerne les cellules donneuses de noyaux, les tentatives d'utilisation de cellules somatiques d'individus adultes ont été des échecs jusqu'à la naissance de Dolly (Wilmut et al., 1997). Ce sont des cellules embryonnaires peu différenciées qui ont été utilisées comme donneuses de noyaux. Les chercheurs espèrent établir des lignées cellulaires embryonnaires indifférenciées totipotentes ES (Embryonic Stem Cells) dérivant du bouton embryonnaire, ce qui mettrait à disposition des noyaux identiques en très grand nombre. Ces lignées pourraient aussi être utilisées pour la transgénèse en favorisant les phénomènes de recombinaison homologue, c'est-à-dire le remplacement d'un gène par un autre et non plus l'addition au hasard, dans le génome, de matériel génétique étranger. Combiné à la transgénèse, le clonage pourrait servir à l'obtention de copies conformes d'animaux transgéniques très rares. En ce qui concerne les cellules receveuses de noyaux, l'utilisation d'ovocytes fécondés énucléés a été abandonnée car leur cytoplasme s'est avéré incompetent pour assurer le développement des noyaux implantés.

Actuellement, les chercheurs ont recours aux ovocytes secondaires énucléés.

C'est grâce à la mise au point progressive, après maints tâtonnements, des procédés de micromanipulation, que les recherches sur le clonage embryonnaire se sont développées :

- l'utilisation de la cytochalasine et de la colchicine a permis de réaliser des énucléations sans entraîner une rupture des membranes (McGrath & Solter, 1983) ;

- la mise au point empirique des paramètres de l'électrostimulation a permis la fusion des membranes et l'activation de l'embryon reconstitué ;

- le marquage et la visualisation de la chromatine en microscopie de fluorescence ont facilité l'énucléation des cellules receveuses, car le cytoplasme est très opaque chez les bovins ;

- la mise au point de milieux de culture a été nécessaire pour la maturation *in vitro* des ovocytes receveurs.

Enfin, dernière difficulté, les recherches sur le clonage embryonnaire sont bien loin d'être achevées. De nouvelles recherches sont actuellement poursuivies et explorent d'autres voies, comme :

- le recyclage d'embryons clonés. Si l'utilisation d'un embryon cloné comme donneur de noyaux a déjà été réalisée, le rendement est très faible à partir du deuxième cycle (Stice, 1992). Des veaux issus d'embryons clonés de troisième génération sont nés. La quatrième génération n'a pas encore été obtenue ;

- l'élucidation des mécanismes de reprogrammation des noyaux ;

- la caractérisation, au niveau biochimique et moléculaire, de la qualité du cytoplasme receveur préparé à partir d'ovocytes maturés *in vitro* (Renard, Heyman, 1992) ;

- l'obtention de cellules souches embryonnaires totipotentes cultivées *in vitro* (Saito et al. 1992).

Depuis la réalisation de cette recherche en didactique, l'équipe de Ian Wilmut de l'Institut Roslin d'Edimbourg a publié des résultats qui ont modifié l'orientation majeure des années 1990, orientation qui reposait sur le **clonage embryonnaire** et non plus sur le **clonage d'individus adultes**. Les savoirs sur le clonage sont décidément des savoirs non stabilisés ! Pour rendre compte du front de la recherche dans cette approche historique, résumons les principaux résultats fournis par l'équipe de Wilmut. En 1996, l'équipe a produit deux agnelles, Megan et Morag. À la différence des animaux obtenus jusqu'alors, elles provenaient des cellules cultivées à

partir d'embryons de mouton âgés de neuf jours, autrement dit d'embryons comptant déjà quelques cent vingt cellules. Ces dernières, à ce stade, avaient déjà commencé à se différencier en trois tissus distincts : l'endoderme, le mésoderme et l'ectoderme.

Les cellules donneuses de noyaux ont été cultivées, pendant plusieurs mois, à partir de cellules d'embryons âgés de 9 jours (les cultures ont été « repiquées » 6 à 13 fois). Ainsi, il était possible de produire plusieurs milliers de cellules génétiquement identiques. L'induction d'un état de quiescence de ces cellules avant leur transfert dans des ovocytes énucléés a été réalisée en réduisant la concentration en sérum dans le milieu. Wilmut fait l'hypothèse que les noyaux de ces cellules rendues quiescentes, qui donc ne se multiplient plus, sont plus facilement reprogrammés par les ovocytes receveurs (qui n'ont pas alors à inhiber l'activité des noyaux avant de la réinitier). Pour Wilmut, la différenciation doit refléter des modifications dans l'expression des gènes plutôt que la perte de régions spécifiques de chromosome.

Wilmut envisage deux applications potentielles à cette nouvelle technique. En premier lieu, pendant que les cellules donneuses sont en culture, il serait possible de procéder à des transgénèses. Selon lui, les méthodes actuelles de transgénèse sont très primitives car elles permettent au mieux d'ajouter un gène, sans qu'on sache où il s'insère dans le génome. Parfois, le transgène perturbe le génome receveur. Tandis qu'avec des techniques de « ciblage génique », on pourrait procéder, avec précision, à l'introduction d'une modification génétique dans un gène existant ou à l'ajout de gènes. Des techniques de sélection pourraient alors être appliquées pour identifier les cellules transgéniques, encore en culture, qui seraient d'intéressantes donneuses de noyaux. En deuxième lieu, l'obtention de clones améliorerait les performances en élevage du fait de l'uniformité des animaux, à condition que, dans les élevages, soient élevés des lots de clones différents pour diminuer les risques liés à la susceptibilité éventuelle d'un clone avec une infection particulière.

Les naissances de Megan et Morag ont relancé l'espoir des chercheurs en la possibilité d'obtenir des clones d'individus adultes. C'est surtout l'annonce par Wilmut, en février 1997, de la naissance de Dolly qui fut un coup de théâtre. Dolly est née de l'implantation, dans un ovocyte énucléé, du noyau d'une cellule somatique provenant de la glande mammaire d'une brebis adulte. L'embryon ainsi obtenu a été transféré dans l'utérus d'une brebis porteuse. Cette brebis a donné naissance à Dolly. Dans cette recherche, trois populations de cellules donneuses de noyaux ont été cultivées : des cellules issues d'embryons de 9 jours, des cellules issues de fœtus de 26 jours (des fibroblastes) et des cellules issues de la glande mammaire d'une brebis âgée de 6 ans au dernier trimestre de gestation.

Huit femelles porteuses des embryons reconstitués ont donné naissance à des agneaux vivants issus des trois populations cellulaires. Dolly est le premier mammifère né après transfert du noyau d'une cellule adulte. La culture initiale contenait principalement des cellules épithéliales mammaires (plus de 90 %) et d'autres types de cellules différenciées, incluant des cellules myoépithéliales et des fibroblastes. Mais, les chercheurs ne peuvent exclure la possibilité de la présence d'une faible proportion de lignées de cellules indifférenciées capables de permettre la régénération de la glande mammaire pendant la gestation...

Ainsi, avec Dolly, l'hypothèse initiale des recherches sur le clonage, évoquée périodiquement dans les publications sources, est actualisée. Mais, n'oublions pas que, sur 277 embryons reconstitués à partir de cellules de glandes mammaires, seule Dolly est née...

## **1.2. L'au-delà des recherches : entre enjeux, rêves et propagande**

D'un point de vue épistémologique, la construction des sciences ne correspond pas à une recherche quelconque d'un idéal de vérité sans lien avec le fonctionnement des sociétés humaines (Astolfi & Develay, 1989). C'est encore plus vrai pour ce qui concerne la construction des biotechnologies. Dans les commentaires des chercheurs, les enjeux (l'au-delà des biotechnologies) supposés au développement des recherches sur les biotechnologies de la reproduction animale s'inscrivent dans différents domaines de socialisation.

La plupart des commentaires des chercheurs sont de nature scientifique. Les commentaires sont aussi zootechniques, économiques, juridiques, écologiques. Des propos soulevant des problèmes éthiques ne sont cependant pas absents du discours des chercheurs : Lederberg (1966), prix Nobel de Médecine, défend le clonage humain en tant que moyen de reproduire, sans risque de détérioration génétique, «*les individus supérieurs*» ; Davis, cité par Blanc (1981), indique que les grands mathématiciens et les grands musiciens devraient être spécialement clonés (on retrouve là la thèse défendue par Galton (1869), le père de l'eugénisme, pour qui la généalogie démontrait l'hérédité du génie) ; Fletcher (1971), de l'université de Virginie, estime que «*la société pourrait avoir besoin de clones humains spécialisés pour remplir certains rôles particuliers, par exemple des individus spécialement résistants aux radiations, ou dotés d'une toute petite taille pour les vols à haute altitude ou les vols spatiaux*» et ajoute en 1974 : «*toutes les raisons de modifier l'humanité sont justifiées, y compris la nécessité de fabriquer, au moyen de la bio-ingénierie, des êtres*

*para-humains ou des hommes modifiés*». Le Dr Fletcher, éthicien, commente ainsi dans le New York Times (1993) l'expérience de «clonage humain» réalisée par Stillman et Hall : *«L'être humain est un créateur, et plus une œuvre est le fruit de sa volonté et de sa raison, plus elle est humaine. C'est pourquoi [...] la reproduction en laboratoire est infiniment plus humaine que la conception par relations hétérosexuelles ordinaires.»* Rappelons que deux puissantes associations médicales nord-américaines ont gratifié cette présentation sur le clonage humain du prix de l'une des meilleures communications du Congrès.

Au-delà des commentaires scientifiques, une tendance à valoriser leurs travaux (ou ceux de leurs pairs) hors de leur domaine de validité et de compétence est décelable dans le discours de certains chercheurs. Ils rêvent, par exemple, de résoudre la faim dans le monde, ou le sous-développement. Ils révèlent alors, encore davantage, l'utopie sociale de la science, l'au-delà de la raison scientifique. C'est le projet de montrer une recherche respectable, importante socialement et économiquement, qui est ainsi poursuivi. Selon Latour (1989), l'objectif (parfois avoué) des justifications des chercheurs est d'obtenir des crédits pour leurs recherches. En clôture de leur article sur le clonage, Renard et Heyman (1992) posent la question : *«Quelles applications pour l'élevage ?»* Tout d'abord, ils reprennent des critiques formulées à l'encontre du clonage : *«Le clonage embryonnaire constitue une biotechnologie à forte valeur ajoutée, qui réclame la compétence de techniciens hautement qualifiés. Méthode sophistiquée, cette technologie est considérée par certains comme un luxe réservé à un petit nombre de pays développés, voire une fuite en avant technologique qui ne répond pas aux difficultés économiques que connaît actuellement ce secteur de production. S'ajoute à ces critiques la peur de voir cette technologie utilisée sans discernement et à l'origine d'une perte irréversible de la diversité génétique des espèces domestiques.»* Puis, ils contrecarrent ces accusations par deux illustrations, toutes deux inspirées par des justifications économiques, voire philanthropiques, au profit, non pas des pays occidentaux, mais des pays en voie de développement : *«La première concerne les résultats récents obtenus par des collègues chercheurs vietnamiens avec qui nous travaillons depuis plusieurs années. Leur objectif est d'utiliser le transfert d'embryons puis, à plus long terme, le clonage pour augmenter la qualité génétique du buffle des marais (Bubalo bubalis). Cet animal est utilisé non seulement comme source de protéines pour l'alimentation, mais aussi comme force de travail dans les rizières, et comme moyen de transport dans les régions des hauts plateaux.»* La deuxième illustration met en avant, en particulier, l'intérêt du clonage dans de nombreux pays où l'amélioration génétique n'a pu encore se développer suffisamment, comme par exemple l'Inde : *«Cette technique peut en effet être appliquée pour mieux connaître les caractéristiques génétiques de*

*race de petits effectifs qui jusqu'à maintenant ne pouvaient être valorisés dans les schémas classiques.» Peut-être conviendrait-il de poser aussi des questions sur le contexte socio-culturel qui détermine actuellement les pratiques d'élevage dans ces pays ?*

La présence des différents domaines de socialisation (scientifique, écologique, économique, juridique, zootechnique, éthique) des biotechnologies de la reproduction animale dans le discours des chercheurs eux-mêmes confirme bien le fait que la construction des biotechnologies ne correspond pas à une recherche d'un idéal de vérité sans lien avec le fonctionnement sociétal. D'un point de vue épistémologique, une biotechnologie ne peut être exposée dans une apesanteur sociale sans que soient envisagés les domaines d'application et les enjeux impliqués. La recherche ne produit pas que de la connaissance pure. «*On pourrait dire que le cognitif secrète du social*» (Jacobi & Schiele, 1988).

Les chercheurs ont tendance à recourir à un double discours : un raisonnement dialectique et hypothétique au cours de la construction des connaissances et un raisonnement linéaire et utilitariste, sans prendre en compte les résistances sociales, lorsqu'ils envisagent les développements de leurs travaux. Les développeurs (conseillers des firmes agro-alimentaires) appartenant aux mondes industriel et marchand ont, quant à eux, tendance à ne divulguer qu'un seul discours mettant en exergue l'utopie sociale d'une biotechnologie salvatrice.

### **1.3. L'imagination scientifique et l'en-deçà des biotechnologies**

Holton (1981) a montré que l'imagination scientifique était marquée par les archétypes mythiques de l'inconscient collectif. Ces archétypes orientent les politiques de recherche. Ils sont identifiables, par exemple, dans les hypothèses de recherche et les commentaires des chercheurs. À titre d'illustration, sur notre thème, le clonage révèle la quête d'une sorte de réincarnation, de quasi-immortalité. Albertini et Bélisle (1988) ont montré que la vulgarisation scientifique exploite ces archétypes mythiques (notamment dans l'iconographie utilisée), elle participe alors au remodelage de l'imaginaire collectif et à la légitimation des technologies futures...

### **1.4. Les choix effectués sur les contenus à présenter**

Tout au long du développement précédent, nous avons mis en exergue un certain nombre de difficultés épistémologiques qui parsèment d'embûches l'opération de transposition muséographique.

Dans l'élaboration du message, il s'agit alors de mettre l'accent sur la nature *problématique* de la construction de la pensée scientifique (démarche alimentée par la recherche de réponses à des questions théoriques ou pratiques) pour éviter de présenter une forme surmodélisée et dogmatisée du savoir. Présenter à un public peu familiarisé avec les démarches les rectifications successives qui président à la construction du savoir de la recherche engendre une difficulté certaine : le message risque d'être complexifié et, par voie de conséquence, sa négociation sera moins aisée. Nous avons donc choisi de présenter la dialectique entre l'hypothèse de base des chercheurs (produire des individus identiques à partir de cellules d'individus adultes) et les travaux sur l'embryon, et de présenter la résistance des faits à la pratique empirique et théorique des chercheurs, la persistance d'obstacles, d'aléas, la relative médiocrité des performances obtenues.

Il s'agit de procéder aussi à des choix déontologiques. La construction des connaissances ne se fait pas en apesanteur sociale. De nombreuses questions éthiques, économiques, politiques, écologiques, juridiques peuvent être abordées. Elles ne renvoient à aucune réponse simple ; elles sont supports de débats. Mais, comment alimenter ces débats sans tomber dans les dérives du catastrophisme ou de la sacralisation de la science ? D'autant plus que, dans leurs discours, les scientifiques impliqués prennent rarement de distance pour traiter des répercussions des développements de leurs travaux, fascinés par leurs résultats ou liés aux intérêts des firmes qui financent en partie leurs recherches.

La présentation des enjeux associés au développement des biotechnologies de la reproduction bovine et des différents points de vue sur ces enjeux peut maladroitement induire des manipulations d'opinion. Doit-on, par exemple, franchir la frontière animal/homme et évoquer l'application du clonage chez l'homme ? Nous avons choisi de limiter notre propos aux biotechnologies bovines. Nous avons alors contextualisé les savoirs exposés à partir des pratiques sociales des éleveurs. Plutôt que de développer des points de vue engagés sur la question, pour stimuler l'esprit critique des visiteurs, nous avons présenté des effets de propagande volontairement antagonistes (avantages et inconvénients dans différents domaines de socialisation : zootechnique, économique, éthique, juridique) et un questionnement ouvert sur les implications du clonage.

## 2. L'IMPACT DES CHOIX LINGUISTIQUES

Après avoir choisi les contenus à présenter, et les intentions poursuivies, le message du concepteur se précise. Il doit alors procéder à des choix langagiers au service de ses intentions ; l'énonciation reflète la stratégie du

scripteur. Pour étayer nos choix énonciatifs, nous avons soumis des documents de vulgarisation scientifique à une analyse linguistique formelle. Le corpus choisi correspond aux principales références bibliographiques, utilisées par les enseignants en zootechnie, et identifiées après enquête.

Notre analyse s'est portée sur le corpus suivant, constitué de documents produits en français et contemporains (datés de 1991) :

– «transplantation de noyaux et obtention de clones chez les mammifères domestiques» – Y. Heyman, P. Chesne, J.-P. Renard – *Recueil de Médecine Vétérinaire*,

– «les biotechnologies animales» – L.-M. Houdebine – *INRA Productions Animales*,

– «reproduction animale : les technologies de l'embryon» – J. Rajnchapel-Messaï – *Biofutur*.

Le texte de Heyman et al. (Unité de Biologie du Développement de l'INRA) dans *Recueil de Médecine Vétérinaire* correspond à une revue sur la question, car il en présente l'histoire de la recherche, l'évolution des méthodes employées, les résultats obtenus dans les différents laboratoires français et étrangers, les programmes de recherche en cours et les perspectives d'avenir. L'article paru dans *INRA Productions Animales*, rédigé par Houdebine (chercheur de l'INRA à l'Unité de Différenciation Cellulaire) peut également être considéré comme une revue sur la question : il y est fait l'inventaire des recherches sur les biotechnologies animales, incluant les biotechnologies de l'embryon et en particulier le clonage embryonnaire. *Biofutur* est une revue de vulgarisation scientifique, l'article sélectionné a été rédigé par un journaliste de formation scientifique. Il est uniquement consacré aux technologies de l'embryon et peut être considéré comme un article de synthèse.

Nous avons d'abord réalisé une analyse comparative de certaines caractéristiques formelles des articles du corpus. De nombreux travaux de linguistique ont dégagé les stratégies discursives des auteurs de vulgarisation scientifique et technique (Mortureux, 1988 ; Jacobi, 1994) ; notre propos est ici d'identifier, sur un objet de savoir donné et à travers une série de documents, comment sont illustrées certaines de ces stratégies. Il ne s'agit pas de proposer une approche linguistique nouvelle, mais de préciser nos propres choix stratégiques. L'analyse linguistique de la vulgarisation scientifique nous amène à peser explicitement nos choix énonciatifs. S'imposer une telle prise de distance est loin d'être naturel ; cela exige une clarification des intentions et des modalités énonciatives mises au service de ces intentions. D'emblée, des variables énonciatives, qui pourront être manipulées pour améliorer l'efficacité du message, sont mises en évidence.

La science s'exprime dans un vocabulaire qui lui est propre, avec ses terminologies spécifiques. Selon les cas, les termes scientifiques (le jargon de spécialité) sont présents ou non dans les documents de vulgarisation, en principe, ils sont monosémiques et obéissent à la règle de biunivocité. Ils ne possèdent donc pas de synonymes. Il faut toutefois nuancer ce propos ; Jacobi (1994) remarque que les spécialistes eux-mêmes mobilisent des synonymes. Les termes scientifiques sont souvent hermétiques pour les profanes ; s'impose alors, aux vulgarisateurs, la nécessité de traduire le jargon de spécialité, ce qui, par essence, est une opération quasi impossible. On peut s'interroger sur les risques de dénaturation du discours au cours de cette traduction. Nous avons analysé, sur ce corpus, comment les scripteurs ont reformulé le terme-pivot **clonage**.

Un point commun rassemble les documents de vulgarisation, il s'agit toujours de discours «seconds» dans lesquels se manifestent les traces de la réénonciation qui les a produits. Il s'agit d'un discours rapporté, les traces des références au discours source, de la citation à l'allusion furtive, s'inscrivent dans son énonciation. Le discours de vulgarisation est un discours «dédoublé», le vulgarisateur produit toujours «sous l'œil» des savants (Mortureux, 1988). Il s'adresse à la fois aux chercheurs dont il cherche une légitimation et à son public qu'il veut séduire, ce qui le conduit parfois à produire un niveau de formulation hétérogène, partiellement trop savant, renforçant alors l'éloignement des profanes vis-à-vis de la science. Sans négliger le fait qu'il se perd parfois et néglige de garder une attitude épistémologique critique. Nous avons analysé comment les discours du corpus étudié ont été «rapportés».

Un certain nombre de marques énonciatives révèle l'attitude épistémologique des scripteurs. Nous nous sommes intéressée en particulier aux temps verbaux, aux marqueurs temporels, aux connecteurs logiques, aux traces dialogiques, ...

## 2.1. Reformulation du terme-pivot *clonage*

Selon Jacobi (1994), il existe «*au moins trois catégories de mécanismes de reformulation : ceux qui relèvent du paradigme désignationnel, par opposition à ceux qui s'inscrivent dans le paradigme définitionnel. Enfin une troisième famille peut être distinguée à partir de l'axe dit métaphorique*».

Dans *Recueil de Médecine Vétérinaire*, les chercheurs s'adressent à leurs pairs et aux vétérinaires, nombreux à lire cette revue. Ils partagent le même idiolecte. S'ils ont recours à des mécanismes de reformulation du terme-pivot **clonage**, de quelle nature sont-ils ?

Ils sont majoritairement de type définitionnel et utilisent de nombreux termes scientifiques :

1) «*La technique qui permet à partir de noyaux prélevés sur un seul embryon et transplantés dans des cytoplasmes énucléés, d'obtenir une série d'animaux génétiquement identiques.*»

2) «*L'opération qui consiste à produire plusieurs animaux à partir d'un seul embryon.*»

On trouve également un fragment combinant la définition et la métaphore :

3) «*Leur **greffe** (des noyaux embryonnaires) dans une série d'ovocytes énucléés et activés.*»

C'est nous qui soulignons la métaphore.

Autre métaphore :

4) «*L'obtention de copies.*»

Dans *INRA Productions Animales*, les auteurs sont aussi des chercheurs qui s'adressent en priorité à des spécialistes (cette revue sert aussi de support de formation continue aux enseignants de zootechnie), nous avons répertorié deux reformulations du terme-pivot *clonage* :

5) «*Le transfert du noyau d'une cellule d'un embryon précoce dans le cytoplasme d'un embryon au stade une cellule ou d'un ovocyte.*»

6) «*Et donc à le multiplier à l'infini sans passer par le cycle normal de la reproduction.*»

Dans *Biofutur*, une reformulation du terme-pivot *clonage* est de type définitionnel :

7) «*Elles (les méthodes de clonage artificiel) consistent à fabriquer plusieurs embryons à partir d'un seul pour obtenir des animaux identiques à l'embryon de départ et possédant donc ses qualités génétiques.*»

Plusieurs fois, le syntagme nominal *transfert de noyaux* ou *transfert nucléaire* est employé comme synonyme du terme *clonage*, ce qui paraît très réducteur quand on sait qu'il ne s'agit là que d'une étape de cette méthode sophistiquée. Il semble qu'indifféremment le **clonage** soit défini comme une *technique*, une *opération*, une *technologie* ou une *méthode*. Cette caractérisation fluctuante du *clonage* peut induire des confusions chez le lecteur.

Le terme *clonage* évoque, pour les spécialistes, toute une série d'étapes ; au contraire, les reformulations n'évoquent souvent que certaines

étapes (énoncés 3, 5) et passent sous silence celle de transfert sur des femelles porteuses pour conclure dans un raccourci saisissant sur l'obtention d'animaux identiques (énoncés 1, 2). Toutes les coordonnées spatiales de la méthode ne sont pas citées, le clonage se déroule exclusivement au sein du laboratoire, les lieux où se passent la gestation et la mise bas des mères porteuses ne sont jamais mentionnés. Certaines reformulations évoquent simplement le principe du clonage (énoncés 4, 6, 7) ; pour ce faire, il est parfois fait appel à des rapprochements fondés sur des analogies choisies pour leur caractère évocateur : *multiplier à l'infini, l'obtention de copies* (énoncés 4, 6). La reformulation *multiplier à l'infini* présente deux inconvénients : elle laisse supposer que la méthode est sans limite et elle risque d'alimenter la confusion du public pour qui le clonage est une simple affaire de multiplication cellulaire.

Le syntagme *obtention de copies* est directement emprunté aux textes de chercheurs. Il est utilisé depuis plus de quinze ans et il est difficile de connaître son origine. Il est clair que le recours à des analogies permet d'imaginer un concept abstrait. On utilise alors la capacité de certains mots à évoquer des images chez les lecteurs (Jacobi, 1989). N'est-ce pas le cas ici du mot *greffe* et du syntagme *obtention de copies* ?

## 2.2. Des discours plus ou moins explicitement rapportés

Des références plus ou moins explicites aux discours sources se manifestent (ou ne se manifestent pas) dans les discours seconds, rapportés, de la vulgarisation scientifique et technique. Les auteurs des discours primaires peuvent être nommés, ainsi éventuellement que les circonstances de leurs travaux (dates, méthodes, résultats, ...) La construction des connaissances exposées est, dans ce cas, personnalisée. Si elle ne l'est pas, nous retrouvons un des risques de dogmatisation de la science qui menace la réussite de la transposition didactique du savoir dans l'enseignement. Le savoir source, transformé en savoir enseigné, est très souvent dépersonnalisé (les chercheurs ne sont pas évoqués) et déhistorisé. Il n'est pas resitué dans son contexte de production, c'est-à-dire dans le domaine de validité déterminé par le protocole expérimental qui a permis sa formulation. La connaissance scientifique paraît produite *ex nihilo* et les cheminements, parfois chaotiques, de sa construction ne sont pas présentés. Dans notre corpus, les références aux publications sources sont plus ou moins nombreuses.

Dans le texte de *Recueil de Médecine Vétérinaire*, 34 références bibliographiques sont citées. Et pourtant, les auteurs utilisent souvent le «on» lorsqu'ils présentent les faits scientifiques reconnus par l'ensemble de

la communauté scientifique : ces faits scientifiques ont pris statut d'évidence, leurs auteurs en sont oubliés. Lorsque les auteurs de l'article emploient le « nous », c'est pour mettre en valeur leurs propres recherches.

Dans *INRA Productions Animales*, deux références sont données sur le clonage, mais il convient de rappeler que l'article traite de l'ensemble des biotechnologies animales et présente 27 références bibliographiques.

L'article de *Biofutur* comporte une abondante bibliographie (42 publications primaires en français et en anglais). Un tableau de 11 références est emprunté à l'article de *Recueil de Médecine Vétérinaire*.

En plus des références bibliographiques classiques, les coordonnées spatiales énoncées rattachent plus ou moins le discours à son monde d'origine : celui de la recherche, privée ou publique, française ou étrangère. Le discours rapporté précise alors l'espace dans lequel le discours primaire a été produit, qu'il s'agisse du type de local (laboratoire, expérience *in situ*, etc.) ou de la localisation du centre de recherche...

L'article de *Recueil de Médecine Vétérinaire* précise le lieu où un précurseur a travaillé : c'est à Cambridge que le Dr S. Willadsen obtient pour la première fois, en 1986, trois agneaux après transfert de noyaux. La contextualisation économique est spatialisée : le clonage commence à être utilisé à des fins commerciales, notamment au sein de trois grands groupes privés nord-américains, également en Australie, en Nouvelle Zélande et tout récemment en France.

Aucun lieu n'est cité dans l'article d'*INRA Productions Animales*. Tandis que dans l'article de *Biofutur*, en plus du nom des responsables de recherche, sont mentionnés le nom des laboratoires et leurs adresses, comme si ces précisions légitimaient le discours auprès des firmes en biotechnologies, public que *Biofutur* avoue vouloir séduire. L'article précise, non seulement la ville où Willadsen a innové, mais aussi le nom de son Institut de recherche. En plus, une note de bas de page signale que Willadsen est actuellement directeur du service de recherche de la société canadienne Alta-Genetics (Calgary, Alberta). Nous suivons les mutations géographiques et professionnelles de ce prestigieux chercheur. Les noms et les adresses des firmes nord-américaines qui ont initié une activité de commercialisation des clones sont indiqués (on retrouve d'ailleurs la firme où exerce Willadsen). L'auteur de l'article présente les alliances établies entre laboratoires, les engagements financiers pris par les uns et les autres ; elle cite aussi les firmes qui soutiennent les recherches publiques. L'ensemble de ces modalités d'ancrage concrétise et légitime le discours.

### 2.3. Les temps verbaux

Parmi les marques énonciatives que l'on peut examiner dans un article de vulgarisation scientifique et technique, les temps verbaux sont souvent révélateurs de l'attitude épistémologique des scripteurs et du rapport à la science qu'ils instaurent vis-à-vis du lecteur. Nous n'avons pas pris en compte ici les occurrences de l'infinitif, ni celles du participe passé, intégrées à des groupes nominaux.

	Imparfait	Présent	Conditionnel	Futur	Forme passive du passé composé	Forme active du passé composé	Futur antérieur	Imparfait subjonctif	Plus-que-parfait
<b>RMV</b>	9 (4 %)	136 (59 %)	19 (8 %)	6 (3 %)	38 (17 %)	20 (8 %)			3 (1 %)
<b>INRA Prod. An.</b>	1 (5 %)	9 (50 %)	2 (11 %)	1 (5 %)	4 (22 %)		1 (5 %)		
<b>Biofutur</b>		82 (68 %)	4 (3 %)	5 (4 %)	28 (23 %)			1 (1 %)	

Tableau 1 : **Nombre et pourcentage d'occurrences des différents temps verbaux dans les articles ou parties d'articles de *Recueil de Médecine Vétérinaire*, *INRA Productions Animales* et *Biofutur* consacrés au clonage**

La prédominance du présent et du passé composé corrobore le fait qu'il s'agit de textes appartenant à l'univers du «*monde commenté*» (Weinrich, 1973). Le monde commenté est celui de la science en train de se faire ; le lecteur est alors spectateur du processus de découverte. Roqueplo (1974) a reproché à la vulgarisation scientifique de réaliser des mises en spectacle qui risquent de renforcer le mythe de la science. Cependant, la pluralité des fonctions du présent affranchit ce temps de ce type de reproche ; elle lui permet de couvrir toutes les nuances qui vont du passé au futur comme le soulignent les grammaires classiques (Jacobi, 1988).

La fréquence de formes passives correspond à une modalité courante des textes scientifiques, qui donne ainsi l'impression que les faits se font tout seuls (Mortureux, 1991). Cette particularité des discours scientifiques suggère l'idée que la science est immuable.

L'utilisation du conditionnel témoigne de la prudence des scientifiques qui se gardent d'affirmer ce qui n'est pas encore démontré.

## 2.4. Les marqueurs temporels

Si tout discours s'inscrit dans l'espace, il s'inscrit aussi dans le temps. Dans un discours de vulgarisation, deux systèmes de coordonnées temporelles se répondent (Jacobi, 1988). Le scripteur situe les travaux du passé, notamment des précurseurs, pour légitimer son discours et pour souligner l'originalité des travaux récents auxquels il est initié et dont il veut informer le public ; il valorise donc également, dans un narcissisme voilé, l'actualité de l'information. Non seulement, il est informé des tout derniers travaux, mais en plus il les comprend et peut nous les traduire.

Exemple extrait de *Recueil de Médecine Vétérinaire* :

«*L'utilisation du transfert de noyaux provenant d'embryons multicellulaires n'est **pas nouvelle** chez l'animal puisque Speeman l'avait proposée **dès 1938** chez les amphibiens.*»

«***C'est en 1952** que...*»

«***En 1962...***»

«***C'est en 1986...***»

«***En 1989...***»

«***À ce jour...***»

## 2.5. Les connecteurs logiques

Quant aux connecteurs logiques, ils mettent l'accent sur les difficultés qui subsistent encore dans la mise en œuvre de l'opération, par exemple dans *Recueil de Médecine Vétérinaire* :

«***Mais** cette approche (de la micropipette) s'accompagne dans la plupart des cas de la rupture de la membrane ...»*

«***Mais** celles-ci (les stimulations électriques) ne miment que partiellement la séquence d'événements induits par l'entrée du spermatozoïde lors de la fécondation...*»

«***Mais** plusieurs facteurs doivent être pris en compte...*»

L'activité scientifique ne se déroule pas sans à coups, sans difficultés à surmonter. Ces connecteurs sont des indices de l'attitude épistémologique des auteurs, qui doivent, en tant que scientifiques, présenter tous les résultats qu'ils soient positifs ou négatifs.

Dans certains cas, les connecteurs de concession introduisent une rupture ou une limite au développement des recherches en cours, voici un exemple extrait de *Biofutur* :

*«C'est ainsi qu'en 1981, J.-P. Ozil obtient la naissance de veaux jumeaux homozygotes. Pour ce faire, il a mis au point un système de microchirurgie qui permet de couper en deux des embryons extraits de leur zone pellucide au stade blastocyste. **Cependant**, la scission d'embryon, utilisable pour l'obtention de jumeaux, ne permet qu'exceptionnellement la naissance de triplés, et des quadruplés n'ont été obtenus qu'une seule fois chez les ovins. **C'est en 1986** que ...»*

## 2.6. Autres modulateurs du discours indices de la prudence épistémologique

Tout au long des articles, on retrouve des traces de l'attitude épistémologique des auteurs adaptée au statut des faits scientifiques en cours de constitution. Les exemples suivants sont tirés de *Recueil de Médecine Vétérinaire* :

*«Les mécanismes impliqués sont **encore peu compris** et on définit les paramètres **de façon empirique...**»*

*«L'origine de ce phénomène (le taux d'avortement), également observé par d'autres équipes américaines, est **encore inconnu**. Les données **limitées ne permettent pas** d'en faire une analyse précise, cependant on peut **soupçonner** un défaut dans l'expression de certains gènes qui se manifestent tardivement ... »*

*«Il a été montré, **au moins chez la Brebis**, que les noyaux de ces cellules peuvent encore se développer après transfert ...»*

*«Si l'ovocyte en métaphase 2 est maintenant très utilisé pour préparer des cytoplasmes receveurs, on **ne connaît pas encore** la nature des facteurs cytoplasmiques qui induisent les modifications du noyau greffé. On sait **seulement** que le cytoplasme est «compétent» pendant une courte période autour de l'activation chez la Souris...»*

C'est en particulier, lorsque sont évoquées les perspectives envisageables que les indices de l'attitude épistémologique des auteurs de *Recueil de Médecine Vétérinaire* sont les plus nombreux :

*«**En théorie**, rien n'empêche de réutiliser un embryon cloné...»*

*«Il **semble** également exister une grande variabilité dans l'aptitude au recyclage selon les embryons produits en première génération de transfert nucléaire **mais** les raisons en sont **encore mal connues...**»*

«*Ce résultat ouvre **peut-être** la voie à de nouvelles approches du clonage...*»

«*Le clonage embryonnaire est aujourd'hui **encore en phase de recherche...***»

On voit, à travers ces citations, comment la présence de certains adverbes (*seulement, pas encore, peut-être...*) ou l'utilisation de certains verbes (*sembler, connaître, soupçonner, permettre*) exhibent la prudence des auteurs. Ils ne transmettent pas ainsi une vision idyllique du clonage, mais dévoilent les aléas de la démarche théorique et empirique de la recherche.

Dans *INRA Productions Animales*, l'attitude épistémologique de l'auteur est fluctuante. L'auteur définit tout d'abord ce qu'est le clonage embryonnaire ; il nous rappelle qu'il s'agit d'une opération réalisée depuis longtemps chez les batraciens. Il énumère les différentes étapes d'une opération de clonage sans préciser les méthodes et matériels employés. Les limites du savoir scientifique et technique sont reconnues :

«*Le mécanisme de la reprogrammation du noyau qui passe d'une cellule d'un embryon dans le cytoplasme d'un ovocyte est, pour l'essentiel, **inconnu.***»

«*La congélation des ovocytes receveurs de noyaux et des noyaux de cellules donneuses avant l'opération de transfert apporterait par ailleurs une grande souplesse à l'ensemble des opérations **si elle arrivait à être maîtrisée.***»

L'auteur conclut :

«*Elle (la technique) deviendra une réalité dans les élevages lorsque son rendement global aura été amélioré.*»

Cette fois, l'information est peu précise ; le rendement global de l'opération n'est pas chiffré ; certes, on indique que le rendement doit être amélioré, mais de combien ? Sommes-nous loin d'un rendement satisfaisant pour les chercheurs et surtout pour les éleveurs ? Quels sont les obstacles à surmonter ?

La journaliste de *Biofutur* ne met pas en exergue les inconnues auxquelles sont confrontés les chercheurs tout au long du processus du clonage. Par contre, elle prend du recul par rapport à la fascination que peut exercer la maîtrise de la reproduction par une telle biotechnologie ; elle présente donc les faibles performances obtenues :

«*Il n'en reste pas moins que le rendement global **reste faible** : 20 à 40 % des œufs reconstitués se développent jusqu'à un stade blastocyste **apparemment normal.** Le rapport de jeunes nés par rapport au*

*nombre d'œufs reconstitués est **encore plus faible**, inférieur à 10 % (5 % en moyenne pour les bovins, 4,6 % dans le cas des lapins).»*

Plus loin, elle tempère à nouveau l'enthousiasme du lecteur :

*«La production industrielle est **loin d'être encore maîtrisée**, et les premiers succès obtenus suscitent **des remous un peu disproportionnés**.»*

## 2.7. La dimension dialogique des discours

La pratique de vulgarisation scientifique est une situation de communication particulière. Nous avons déjà noté que le scripteur s'adresse tout à la fois aux spécialistes et aux «plus ou moins profanes», et peut-être un peu plus aux premiers qu'aux seconds lorsqu'il est lui-même chercheur. Nous avons également relevé que ces documents de vulgarisation donnent l'impression que la science se construit toute seule ; les auteurs utilisent volontiers le *on* impersonnel, ou ils emploient la troisième personne du singulier et les tournures passives (ce qui suggère l'idée que la science se construit malgré elle et que son développement est inexorable).

Le discours porte les traces du fonctionnement social de la communication scientifique qui peuvent être révélées par l'étude des conditions de production du discours ou par l'étude de ses dimensions socio-linguistiques. Dans le discours de vulgarisation, sont parfois identifiables des traces d'un dialogisme polémique. C'est le cas dans *Recueil de Médecine Vétérinaire* lorsque les auteurs procèdent à une revue historique des recherches réalisées dans ce domaine sur les amphibiens et les mammifères et font le point de l'état des performances obtenues :

*«À ce jour le record **serait** de 9 veaux nés à partir du même embryon selon les informations communiquées lors du dernier congrès de la Société Internationale de Transfert d'Embryons (1991).»*

L'emploi du conditionnel, dans cette dernière phrase, ne semble pas anodin puisqu'on s'attendrait à trouver un présent. Les informations communiquées lors de ce sérieux congrès ne sont-elles pas absolument certaines ? On sent percer, à travers l'utilisation de ce conditionnel, la dimension dialogique fréquente dans les publications scientifiques. Les scientifiques dialoguent par publication interposée ; selon les cas, ils recherchent des alliés ou poléminent avec des adversaires. Ici, il ne semble pas que les auteurs veuillent répondre par anticipation aux réfutations que ne manqueraient pas de leur adresser d'éventuels détracteurs. Mais, au contraire, ce sont eux qui semblent émettre des doutes quant à la véracité de cette information.

## 2.8. Choix énonciatifs lors de l'élaboration des panneaux

Nous avons choisi de resituer le clonage par rapport aux autres techniques de reproduction utilisées pour l'espèce bovine. Nous avons produit une série de quatre panneaux évoquant successivement les méthodes de la monte naturelle, de l'insémination artificielle, de la transplantation embryonnaire et du clonage. Ces panneaux ont été conçus selon une structure scriptovisuelle homogène. Chaque panneau présente une technique et, ce, à l'aide de moyens sémiotiques identiques : un titre, un texte assez bref, structuré chaque fois en quatre paragraphes, une illustration munie d'une courte légende ; le texte est placé sur la moitié gauche et l'illustration, toujours analogique, et légendée en italique, sur la moitié droite.

Cette recherche d'une stricte régularité de la mise en forme des panneaux est évidemment destinée à favoriser la recherche d'informations par les visiteurs. L'idée sous-jacente qui impose la régularité est d'offrir la possibilité au visiteur de réinvestir l'effort initial de déchiffrage du premier panneau dans la reconnaissance des autres, tout en l'incitant à comparer les différentes techniques de reproduction bovine.

Les titres des panneaux ont une structure syntaxique homogène : ils sont composés de syntagmes introduits par des déterminants indéfinis au singulier. Les sous-titres sont également neutres, ils sont tous introduits par des formes verbales à l'infinitif. Du point de vue du contenu, les textes ne dévoilent aucune intention propagandiste ou accusatrice capable d'influencer le lecteur dans un sens ou dans l'autre.

Les contraintes de lecture cheminante, propres au média exposition, nous ont conduit à proposer un énoncé dans lequel les auteurs des recherches ne sont pas cités pour faciliter le parcours des visiteurs. Par contre, nous avons pris soin de personnaliser la technique présentée par chaque panneau en faisant apparaître dans le texte les actants des biotechnologies : l'acteur est *l'éleveur* dans la présentation de la monte naturelle ; les acteurs sont le *bouvier*, *l'inséminateur* et *l'éleveur* dans la présentation de l'insémination artificielle ; l'acteur de la transplantation embryonnaire est le *technicien* et l'acteur du clonage le *chercheur*.

Les panneaux exposent au présent le déroulement des différentes opérations réalisées par les acteurs précédemment cités. Nous n'avons pas pour autant l'intention de mettre en spectacle les biotechnologies, mais de dérouler, sous les yeux du visiteur, les gestes des utilisateurs. L'emploi du présent ancre le lecteur dans la contemporanéité de sa visite, il a une valeur monstrative, déictique. De plus, en présentant toutes les biotechnologies au présent, nous reflétons assez bien l'ambiguïté du

positionnement temporel des biotechnologies qui sont à la fois diachroniques et synchroniques. Si elles ont été mises au point successivement au cours du temps, elles constituent toutefois aujourd'hui une palette de techniques de reproduction toutes à la disposition des éleveurs qui les utilisent, ou pas, en fonction de leur niveau d'information et du type d'élevage qu'ils conduisent.

Il ne s'agit pas, dans ce type d'entreprise, d'éviter tout terme scientifique. Au contraire, le projet d'acculturation scientifique passe aussi par l'apprentissage des terminologies et ne se contente pas de l'acquisition d'un vernis lexical. Cependant, la vulgarisation ne peut prétendre assurer un apprentissage systématique des terminologies. Comme l'a remarqué Mortureux (1988) : *«les termes qu'elle [la vulgarisation] cite sont généralement isolés des ensembles conceptuels et formels qui les structurent (séries logiques hiérarchisées, séries lexicales constituées par le même procédé de formation) et leur paraphrase n'attire guère l'attention sur cette systématisme des terminologies.»*

Les premiers entretiens réalisés nous ont très vite renseigné sur les difficultés que soulèvent de telles occurrences dans le texte de panneaux. Et à l'aide de l'analyse linguistique des documents de vulgarisation, nous avons pu choisir les modalités de reformulation du jargon de spécialité qui nous semblaient pertinentes, tout en gardant en réserve des solutions alternatives.

Par exemple, dans le panneau sur le clonage (dont le texte est présenté à la fin de cet article), nous reformulons d'emblée le terme *clonage* en utilisant la métaphore de la *photocopie*. La figurabilité de cette métaphore nous paraît pertinente pour faciliter une compréhension rapide du principe. Nous nous autorisons cette métaphore qui sera explicitement dévoilée dans la description des différentes étapes constitutives du clonage. Étant donné les contraintes liées à la taille du support (qui conduit la plupart des concepteurs de panneaux à densifier leur énoncé) et au niveau de connaissances des visiteurs potentiels, la métaphore de la *greffe* nous permet, par l'ellipse qu'elle constitue, de simplifier et de synthétiser les opérations d'injection des cellules embryonnaires dans des ovocytes énucléés et d'électrofusion. La contrainte spatiale du média ne permet pas la décompaction ultérieure de cette ellipse.

Un certain nombre d'indices linguistiques dévoile l'attitude épistémologique que nous avons choisi d'adopter. En voici quelques exemples tirés du panneau sur le clonage. La phrase *«Ce projet audacieux n'était pas si facile à réaliser»* introduit la dialectique entre l'hypothèse initiale des chercheurs et les recherches actuelles. Un fragment de phrase démasque les difficultés qui persistent : *«et de nombreuses étapes posent encore problème»*. L'expression *«En réalité»* impose une cassure dans la

construction du sens. Au bout du compte, les opérations, que le visiteur vient de voir se dérouler sous ses yeux, ne donnent pas de si bons résultats et «*Sans qu'on sache très bien pourquoi*» (ainsi la science n'explique pas tout) «*les performances du clonage chutent considérablement lorsqu'on réutilise des embryons reconstitués*».

En ce qui concerne l'illustration des panneaux, nous n'avons eu ni recours à l'imagerie scientifique, ni recours à la schématisation, dont on a pu identifier certains défauts difficiles à contrecarrer. Les plages visuelles sont constituées d'images analogiques, en l'occurrence de photographies obtenues avec un objectif standard (et non des micrographies), légendées et dont les actants sont des animaux vivants. Ceci dans le parti de ne pas renforcer une préconception prégnante qui cantonne les biotechnologies dans le monde du laboratoire. Les photographies, en elles-mêmes, sont porteuses de peu d'information. Elles visent à rassurer tout en améliorant l'attractivité des panneaux.

En résumé, nos choix tournent autour de trois types de préoccupations. Le premier porte sur la nécessité d'utiliser un lexique à la portée du public. Il s'agit là, pour le scripteur, d'une part, d'accorder, autant que faire se peut, le niveau de formulation aux pré-acquis du public (ce qui suppose une évaluation préalable, qui a, rappelons-le, été réalisée), et d'autre part, de reformuler le jargon de spécialité.

Le deuxième registre de préoccupations est dominé par le type d'énonciation privilégié ; le scripteur choisit alors les modalisateurs (adverbes, temps verbaux, connecteurs...) qui sont autant de marques perceptibles par le lecteur et l'engageant à tenir à distance l'information scientifique.

Enfin, on peut aussi chercher à contrôler en partie la stratégie de reconnaissance du lecteur ; le scripteur peut ainsi, par exemple, pour aider le lecteur à identifier les informations importantes contenues dans le message, avoir recours à un marquage de la surface du texte, de type linguistique (répétitions, procédures d'emphasis...) ou paralinguistique (surlignement, marquage en gras, encadré...)

Dans le travail d'évaluation formative, qui nous a aidé à les concevoir et à les améliorer, nous avons plus particulièrement comparé deux versions des panneaux : une version initiale et une version enrichie de questions. Cette modification linguistique a poursuivi un triple but : reprendre, sous la forme d'intertitres interrogatifs, les questions que se posent les visiteurs potentiels afin de leur donner envie de lire les textes ; l'ajout d'intertitres cherchent à guider les visiteurs dans le repérage des informations importantes ; la forme interrogative, tout en suggérant l'existence d'un débat, visait à déstabiliser leurs conceptions antérieures (en quelque sorte à provoquer un conflit socio-cognitif). Les résultats indiquent, sans ambiguïté,

que le marquage de surface, comparativement à la version initiale plus sobre, est plus approprié à la lecture cheminante des visiteurs et favorise l'appropriation de connaissances.

### **3. UN PROCESSUS DE TRANSPOSITION SPÉCIFIQUE AUX BIOTECHNOLOGIES ?**

La procédure mise en œuvre afin de sélectionner les connaissances à présenter et de procéder à des choix linguistiques au service de l'attitude épistémologique, peut être utilisée pour développer d'autres documents éducatifs. Elle encourage les enseignants à avoir une position réflexive.

Il convient d'insister sur une différence épistémologique entre certains savoirs biologiques et les savoirs biotechnologiques. L'objectif des chercheurs en biologie est de comprendre les phénomènes vivants : les données analysées et les artefacts produits sont des moyens pour atteindre cet objectif. Il convient cependant de distinguer les biologistes «expérimentaux», qui observent des objets qu'ils créent (coupes histologiques, culots de centrifugation, signaux électriques...), des biologistes de «l'observation», de la «modélisation» qui analysent un réel préexistant (milieu naturel, ...) En revanche, la finalité des biotechnologies est bien différente de celle de la biologie : elle est dans la fabrication même de nouveaux objets biologiques (cellules, molécules, nouvelles variétés animales ou végétales). La situation est alors inversée, ces fabrications sont des moyens ou objets d'étude pour le biologiste aux fins de produire des connaissances théoriques, pour les spécialistes des biotechnologies, la fabrication de ces objets est une finalité. Ainsi, les savoirs biotechnologiques combinent toujours des connaissances biologiques et des techniques d'application pouvant avoir des répercussions variées. Les biotechnologies, créant de nouveaux objets au service des besoins de l'homme, engendrent des attitudes complexes d'angoisse et d'espérance dont il convient de tenir compte dans l'étude des processus de transmission et d'appropriation de connaissances. Soit elles entraînent une perte de confiance en la propre identité de l'homme, une perte de pouvoir, soit, au contraire, elles font miroiter l'éventualité d'un dépassement de la condition humaine.

La nature spécifique des biotechnologies, et à plus forte raison quand il s'agit de savoirs syncrétiques et non stabilisés, complique la transposition et réclame que soit adoptée une démarche prudente et auto-réflexive, adaptée à la complexité de l'objet de savoir et à la nature complexe des conceptions des futurs visiteurs.

Cela se traduit, en particulier lors de la production des textes, par un contrôle précis de l'énonciation et de la textualité. L'énonciation, comme le rappelle Grize (1983), correspond au mode de prise en charge de l'énoncé par le scripteur : détermination de la valeur illocutoire (assertion, interrogation, exclamation...), degré d'adhésion à ce qu'il rapporte (croyance, doute, certitude...)

Ensuite, la séquentialité et la structuration propositionnelle construisent la textualité. Les divers connecteurs qui commandent la succession des énoncés fonctionneraient comme des indications concernant les relations (logiques, causales, temporelles) entre les contenus informationnels, et comme des instructions, adressées aux lecteurs, de traitement des informations. Adam (1992), à partir du cadre théorique d'une typologie séquentielle des textes, a défini différents prototypes : ceux des séquences narrative, descriptive, argumentative, explicative et dialogale. Du point de vue du traitement cognitif des textes, la maîtrise de ces représentations prototypiques, progressivement élaborées par les sujets au cours de leur développement, semble avoir des conséquences d'une part sur le stockage des informations traitées en cours de compréhension d'un texte et d'autre part sur la recherche des blocs d'informations par stratégies d'anticipation. Les lecteurs sont guidés par les divers connecteurs logiques, temporels... Il s'attendent, selon les cas, à une argumentation, une explication...

La nature spécifique des biotechnologies, savoirs syncrétiques et non stabilisés, induit une transposition spécifique qui légitime une démarche pluridisciplinaire (épistémologie, sociologie, didactique, linguistique) qui met en œuvre une complexité méthodologique adaptée à la complexité de l'objet de savoir concerné. L'actualité récente sur le clonage animal (la naissance de Dolly) démontre l'intérêt de l'étude historique et épistémologique de la construction des savoirs : nous assistons à un rebondissement spectaculaire qui paraît rendre justice à une hypothèse en voie d'abandon. Cette actualité nous conforte dans la conviction que les vulgarisateurs et les enseignants doivent avoir une position réflexive, et être conscients de la portée de leurs choix. La démarche proposée conduit sans doute plus à une création didactique qu'à une transposition cantonnée aux seuls savoirs savants, décontextualisés, en apesanteur sociale.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADAM J.-M. (1992). *Les textes : types et prototypes*. Paris, Nathan-Université.
- ALBERTINI J.-M. & BELISLE C. (1988). Les fonctions de la vulgarisation scientifique et technique. In D. JACOBI & B. SCHIELE (Éds), *Vulgariser la science, le procès de l'ignorance*. Champ Vallon, Seyssel, PUF, pp. 223-245.

- ASTOLFI J.-P. & DEVELAY M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris, PUF, Collection . Que sais-je ?
- BITGOOD S. (1989). Évaluation des musées du point de vue de la conception sociale. In B. Schiele (Éd.), *Faire voir, faire savoir*. Québec, Musée de la Civilisation, pp. 87-106.
- BLANC M. (1981). Des biologistes partisans du « meilleur des mondes ». *La Recherche*, n°121.
- EIDELMAN J., SAMSON D., SCHIELE B., & VAN PRAET M. (1993). Conception et évaluation : le principe de l'exposition de préfiguration. In *Actes du colloque REMUS des 12 et 13 décembre 1991*. Paris, pp. 24-44.
- FLETCHER J. (1971). *New England Journal of Medecine*, 285, 776, (cité par Blanc M., 1981).
- FLETCHER J., interrogé par STEINFELS P. pour *Le New York Times*, 30 octobre 1993.
- GALTON F. (1869). *Hereditary genius*. London, McMillan.
- GRIZE J.-B. (1983). Opérations et logique naturelle. In M.-J. Borel, J.-B. Grize & D. Mieville (Éds), *Essai de Logique Naturelle*. Berne, Peter Lang.
- GUICHARD J. (1990). *Diagnostic didactique pour la production d'un objet muséologique*. Thèse, Université de Genève.
- HOLTON G. (1981). *L'imagination scientifique*. Bibliothèque des Sciences humaines. Paris, Gallimard.
- JACOBI D. & SCHIELE B. (1988). La vulgarisation scientifique, Thèmes de recherche. In D. Jacobi & B. Schiele (Éds), *Vulgariser la science, le procès de l'ignorance*. Seyssel, Champ Vallon, PUF, pp. 12-46.
- JACOBI D. (1988). Notes sur les structures narratives dans un document destiné à populariser une découverte scientifique. *Protée*, vol. 16-3, pp. 107-117.
- JACOBI D. (1989). Les formes du savoir dans les panneaux des expositions scientifiques ; principes d'analyse. In B. Schiele (Éd.) *Faire voir, faire savoir*. Québec, Musée de la Civilisation, pp. 129-153.
- JACOBI D. (1994). Lexique et reformulation intradiscursive dans les documents de vulgarisation scientifique. In D. Candel (Éd), *Français scientifique et technique et dictionnaire de langue*. CNRS INaLF, Didier érudition, pp. 77-91.
- LATOUR B. (1989). *La science en action*. Paris, La Découverte.
- LAURIAN A.-M. (1988). Fonctions spécifiques du langage dans les expositions scientifiques. *Protée*, vol. 16 -3, pp. 37-40.
- LAURIAN A.-M. (1991). Muséologie et linguistique ; quels rapports ? *Communication au 2ème Congrès CSP*. Madrid.
- LEDERBERG J. (1966). *Bulletin of the Atomic Scientist*, vol. 23, n° 4, (cité par Blanc M., 1981).
- McGRATH J. & SOLTER D. (1983). Nuclear transplantation in the mouse embryo by microsurgery and cell fusion. *Science*, n° 220, pp. 1300-1302.
- MORTUREUX M.-F. (1988). La vulgarisation scientifique, parole médiane ou dédoublée. In D. Jacobi & B. Schiele (Éds), *Vulgariser la science, le procès de l'ignorance*. Seyssel, Champ Vallon, PUF, pp. 118-148.
- MORTUREUX M.-F. (1991). Impersonnel et indéfini dans un discours scientifique, L'impersonnel ; mécanismes linguistiques et fonctionnement littéraires. Grenoble, CEDITEL, pp. 199-206.
- RENARD J.-P. & HEYMAN Y. (1992). La multiplication par clonage : un nouvel outil pour la sélection animale. *Cahiers Agricultures*, vol. 1, n° 5, pp. 309-316.
- ROQUEPLO P. (1974). *Le partage du savoir*. Paris, Seuil, Collection Science ouverte.
- SAITO S., STRELCHENKO N., NIEMANN H. (1992). Bovine embryonic stem cell-like cultured over several passages. *Roux's Arch Dev Biol*. n°201, pp. 134-141.

- SPEEMAN H. (1938). *Embryonic development and induction*. New York, Hafner Publishing Co.
- STICE S.L. (1992). Multiple generation bovine embryo cloning. In *IETS Symposium on cloning*. Denver, Seidel, pp. 28-31.
- STILLMAN R.J. & HALL J.L. (1993). Experimental cloning of human polyploid embryos using an artificial zona pellucida. *Communication au Congrès conjoint de l'American Fertility Society et de la Société canadienne de fertilité et d'androgénie*. Montréal.
- WEINRICH H. (1973). *Le temps*. Paris, Seuil.
- WILMUT I., CAMPBELL K.H.S., McWHIR J., RITCHIE W.A. (1996). Sheep cloned by nuclear transfer from cultured cell line. *Nature*, vol. 380, pp. 64-66.
- WILMUT I., SCHNIEKE E., McWHIR J., KIND A.J., & CAMPBELL K.H.S. (1997). Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*, vol. 385, pp. 810-813.

## ANNEXE

Ci-dessous texte de la version enrichie de questions du panneau sur le clonage :

### Le clonage d'embryons

#### ***Peut-on fabriquer une série d'individus identiques ?***

Une nouvelle technologie se prépare dans les laboratoires de recherche : le clonage embryonnaire. Il s'agit en quelque sorte de photocopier un embryon donné, celui dont les qualités génétiques sont recherchées.

#### MYTHE OU RÉALITÉ ?

Il y a 10 ans, les chercheurs fondaient leurs travaux sur l'obtention de clones à partir de cellules d'individus adultes. Ils espéraient ainsi obtenir des individus identiques à l'individu de départ.

#### QU'EN EST-IL AUJOURD'HUI ?

Ce projet audacieux n'était pas si facile à réaliser. Aujourd'hui, le clonage se fait à partir de cellules embryonnaires et non pas de cellules d'un individu adulte, et de nombreuses étapes posent encore problème. Dans son laboratoire, le chercheur dissocie les cellules identiques d'un jeune embryon. Il greffe ensuite les noyaux de ces cellules dans des ovocytes

receveurs. Ces derniers sont au préalable privés de leurs propres noyaux. Il obtient ainsi des embryons identiques, tous issus du même embryon. Il les implante dans des femelles «porteuses» qui donneront naissance à des animaux parfaitement identiques. Il peut éventuellement renouveler l'opération à partir des embryons ainsi reconstitués.

En réalité, le plus grand clone obtenu par l'INRA à ce jour est constitué de cinq veaux. Sans qu'on sache très bien pourquoi, les performances du clonage chutent considérablement lorsqu'on réutilise des embryons reconstitués.

### LE CLONAGE, PROBLÈME DE SOCIÉTÉ ?

L'application de telles recherches peut surprendre dans le contexte de surproduction actuel. Cette technologie soulève un débat éthique et juridique sur les manipulations d'embryons, fussent-ils animaux. Par ailleurs, certains craignent une perte de la variabilité génétique si la taille des clones devient un jour très élevée.