

INRA Prod. Anim.,
2000, 13 (1), 25-35

A. DUCOS, H.-M. BERLAND, A. PINTON,
A. SEGUELA, C. BRUN-BARONNAT,
A. DARRE*, R. DARRE

UMR INRA-ENVT de Cytogénétique
des Populations Animales
23, chemin des Capelles
31076 Toulouse Cedex 3

* ENFA, Service de Zootechnie Auzeville,
31320 Castanet Tolosan

e-mail : a.ducos@envt.fr

Contrôle chromosomique des populations animales d'élevage

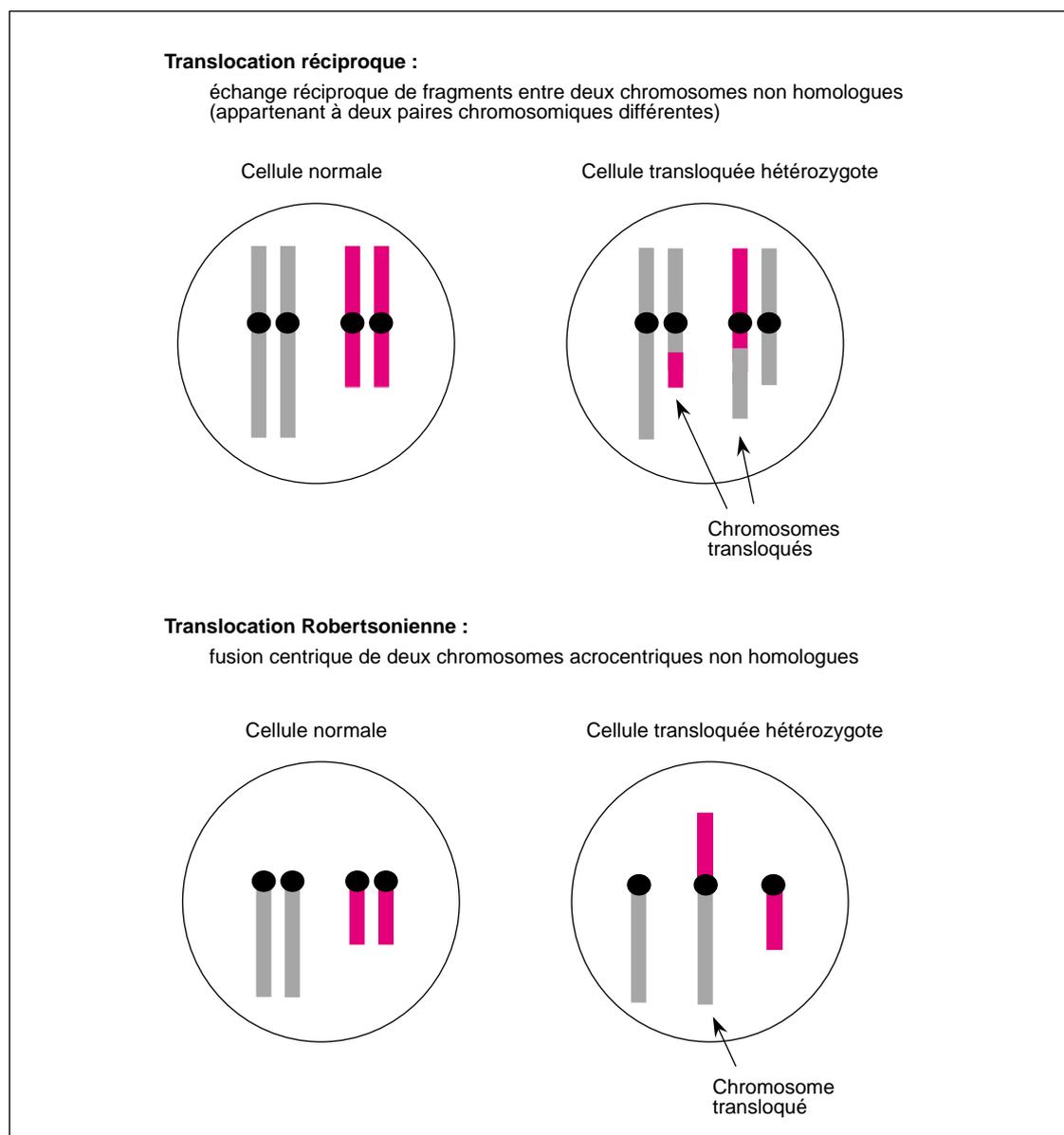
Le coût économique d'une anomalie chromosomique portée par un verrat ou un taureau utilisé en insémination artificielle peut être considérable. Pour faire face à une telle menace, des dispositifs de contrôle ont été mis en place. Cet article fait le bilan des analyses réalisées au cours des dernières années dans les espèces bovine et porcine en France.

La cytogénétique est une composante de la génétique orientée vers l'étude des chromosomes. Les premiers travaux importants concernant les espèces animales d'intérêt agronomique (porcs, bovins, ovins, caprins...) remontent au début des années 60 (mise en évidence d'une translocation Robertsonienne chez les bovins - Gustavsson et Rockborn 1964, d'une translocation réciproque chez le porc - Henricson et

Bäckström 1964). La mise en relation de ce type d'anomalies chromosomiques avec une dégradation des aptitudes à la reproduction des animaux porteurs ou de leurs conjoint(e)s (Gustavsson 1980a) s'est traduite par un essor important de la cytogénétique animale à cette période. Les améliorations techniques apportées au marquage chromosomique (Gustavsson 1980b, Popescu 1989, Popescu *et al* 1998) ont permis d'accroître progressivement la connaissance des chromosomes de ces espèces. En 1976, lors de la conférence internationale de Reading (Ford *et al* 1980), les premiers caryotypes standardisés (bandes GTG) ont été établis pour les principales espèces animales d'élevage (porcs, bovins, ovins, caprins, chevaux, lapins). Ces premiers standards internationaux ont été, pour certaines espèces dont l'espèce bovine, complétés, voire modifiés lors de conférences ultérieures (ISCDNA 1990, Conférence de Texas 1995 - Popescu *et al* 1996). Parallèlement à la définition des standards, de nombreuses anomalies chromosomiques de nombre ou de structure ont été mises en évidence, dans les espèces bovine et porcine principalement. Chez les bovins, les anomalies les plus fréquemment rapportées sont les translocations Robertsoniennes (voir encadré) : une cinquantaine ont été décrites à ce jour (voir la revue récente de Fries et Popescu 1999). Chez le porc, plus de 70 translocations réciproques ont été identifiées jus-

Résumé

Le contrôle chromosomique des populations animales d'élevage a pour principal objectif d'éviter la mise à la reproduction d'individus porteurs d'anomalies chromosomiques, ces dernières étant généralement responsables d'une dégradation importante des performances de reproduction des individus porteurs ou de leurs conjoint(e)s. La quasi totalité des contrôles (2000/an environ pour l'ensemble des espèces) est réalisée, en France, au sein de l'Unité mixte de recherches INRA-ENVT de Cytogénétique des Populations Animales. Ils concernent principalement les espèces bovine et porcine. Chez les bovins, la recherche de translocation Robertsonienne 1/29 concerne 1000 individus par an environ, dont 90 % sont des jeunes taureaux candidats à l'insémination artificielle. La fréquence de l'anomalie est la plus élevée en race Blonde d'Aquitaine (10,9 %). L'application des techniques de coloration en bandes des chromosomes a permis de mettre en évidence quatre anomalies chromosomiques nouvelles dans cette espèce. Chez le porc, environ 650 contrôles sont effectués annuellement. 80 % sont réalisés avant la mise à la reproduction des animaux et concernent majoritairement les verrats de race pure utilisés dans les centres d'insémination artificielle. Deux systèmes complémentaires de détection des verrats hypoprolifériques complètent le dispositif de contrôle. Vingt-quatre anomalies chromosomiques nouvelles ont été diagnostiquées dans ce laboratoire pour l'espèce porcine, dont 10 au cours des trois dernières années.



qu'à présent, dont près d'un tiers par des équipes françaises (Ducos *et al* 1997a). Certaines de ces anomalies ont un impact extrêmement négatif en élevage. C'est le cas de la translocation Robertsonienne 1/29 dans certaines races bovines (Gustavsson 1979, Foulley et Frebling 1985) et de plusieurs translocations réciproques chez le porc (Ducos *et al* 1998a et 1998b). Pour éviter la diffusion massive de ces anomalies (par insémination artificielle - IA - par exemple) et les conséquences économiques néfastes qui en découlent, certains pays se sont dotés de dispositifs de contrôle. La France, à l'initiative de Paul Popescu en particulier, a été un des pays moteur dans ce domaine. L'adoption en 1986 par la Commission Nationale d'Amélioration Génétique (CNAG), à l'initiative de MM. Frebling et Foulley principalement, d'un texte imposant le contrôle des jeunes taureaux destinés à l'insémination artificielle (recherche de translocation Robertsonienne 1/29) marque un tournant important dans l'activité de contrôle chromosomique des populations animales en France et est à l'origine du développement d'un nouveau laboratoire de référence à l'École

Nationale Vétérinaire de Toulouse (Unité Mixte de Recherches INRA-ENVT de Cytogénétique des Populations Animales). La recherche de translocation 1/29 est restée pendant près de 10 ans la principale activité de ce laboratoire. Le deuxième tournant important remonte au début des années 90, avec le développement du contrôle avant mise à la reproduction de jeunes verrats présents en centres d'insémination artificielle. Tous les contrôles chromosomiques (2000 analyses/an environ, toutes espèces confondues) sont désormais réalisés, en France, au sein de l'UMR INRA-ENVT de Cytogénétique des Populations Animales. Les objectifs précis, le contexte et les résultats détaillés des trois dernières années d'activité sont présentés dans cet article.

1 / Les populations soumises au contrôle

Les contrôles effectués au laboratoire dans les espèces bovine et porcine représentent actuellement plus de 80 % du nombre total d'analyses. La tendance observée au cours

des dernières années montre par ailleurs un accroissement régulier de l'importance relative de ces deux espèces. Elles seules seront donc considérées en détail dans la suite de cet article, par ordre décroissant d'importance (nombre d'analyses effectuées).

1.1 / Espèce bovine

Les contrôles dans l'espèce bovine sont réalisés dans trois cadres essentiellement.

a) Recherche de la translocation Robertsonienne 1/29

Ces contrôles sont réalisés en application de textes réglementaires en vigueur depuis le 1er janvier 1986. Ne peuvent être mis en testage et agréés pour l'insémination artificielle que les animaux certifiés non porteurs de translocation 1/29 après analyse cytogénétique. Les races obligatoirement soumises au contrôle sont les suivantes : Blonde d'Aquitaine, Montbéliarde, Charolaise, Limousine, Gasconne, ainsi que les souches INRA95 et COPEL93 (ensemble des races déclarées " non indemnes "). Cette mesure, émanant de la CNAG, avait pour objectif l'éradication de cette anomalie chromosomique responsable, selon certains auteurs, d'une baisse de fertilité des animaux porteurs (dégradation de 12 points du taux de gestation - voir la synthèse de Foulley et Frebling 1985). La fréquence de cette anomalie dans les populations bovines françaises était, à la date d'effet du texte réglementaire imposant le contrôle, de plus de 20 % en race Blonde d'Aquitaine, de 6,9 % en race Limousine, de 4,1 % en race Charolaise, et de 2,1 % en race Montbéliarde (Foulley et Frebling 1985). A l'heure actuelle, 1000 analyses sont réalisées chaque année dans ce contexte.

b) Recherche de chimérisme leucocytaire chez les femelles dans le cas de naissances gémeillaires hétérosexuées (freemartinisme)

Le chimérisme leucocytaire (coexistence de cellules mâles et femelles dans le sang et les tissus hématopoïétiques) est la conséquence de l'anastomose placentaire qui se produit dans la majorité des cas de gestation gémeillaire hétérosexuée (Berthelot *et al* 1986). Environ 90 % des femelles nées avec un jumeau mâle sont porteuses d'un tel chimérisme et, pour la grande majorité d'entre elles, sont stériles. Les 10 % non porteuses peuvent être utilisées pour la reproduction. Le diagnostic de freemartinisme au laboratoire représente de l'ordre de 200 analyses par an. 90 % des échantillons proviennent de jeunes femelles. Les 10 % restants concernent des génisses de 2 à 3 ans, récemment achetées pour la reproduction et présentant des problèmes de fertilité (non venue en chaleur par exemple).

c) Recherche d'anomalies chromosomiques chez les taureaux hypofertiles

La création d'un dispositif national d'indexation des reproducteurs pour les caractères de fertilité (critères de fertilité femelle et de fertilité mâle), exploité en routine à partir de juin 1998, permet d'identifier de façon relativement précoce les taureaux dont les conjointes présentent globalement des taux de retour en chaleur élevés. Si aucune anomalie n'est décelée lors de l'analyse de la semence (nombre, structure, mobilité des spermatozoïdes...), des prélèvements sanguins sont effectués en vue d'une analyse chromosomique. Toute anomalie pouvant se traduire par une production de gamètes porteurs de déséquilibres chromosomiques à l'origine d'embryons non viables (donc de retours en chaleur) est recherchée. A l'heure actuelle, deux taureaux de race Montbéliarde présentant des index de fertilité mâle très dégradés ont été contrôlés dans ce cadre au laboratoire. L'un s'est avéré porteur d'une translocation réciproque (résultats non publiés).

d) *Autres analyses*

Quelques analyses (environ 50/an) sont réalisées en marge des dispositifs évoqués ci-dessus. Elles concernent des animaux à fortes valeurs génétique et/ou commerciale (exportation), des taureaux de monte naturelle, ainsi que des individus présentant d'importantes altérations morphologiques. Ces analyses ont permis de mettre en évidence quelques anomalies chromosomiques originales (trisomie autosomale en mosaïque par exemple - Ducos *et al* 2000).

1.2 / Espèce porcine

Les contrôles dans l'espèce porcine sont réalisés à grande échelle (plusieurs centaines d'analyses par an) dans notre laboratoire depuis 1995. Ces contrôles sont effectués dans trois cadres principaux.

a) Détection des verrats hypoprolifères

La principale méthode de détection des verrats potentiellement porteurs d'anomalies chromosomiques utilisée jusqu'à présent se base sur les résultats techniques enregistrés dans les élevages. Deux critères sont considérés : le nombre de portées engendrées par verrat et le nombre moyen de porcelets nés par portée. Ces informations sont enregistrées par les éleveurs, saisies dans les élevages ou les groupements de producteurs, puis transmises via les centres régionaux informatiques à la base de données nationale gérée par l'Institut National de la Recherche Agronomique (circuit du Programme National de Gestion Technique des Troupeaux de Truies, ou PNGTTT, qui concerne environ 800 000 portées/an réalisées dans 4 500 élevages de production essentiellement). Les verrats ayant engendré moins de 8 porcelets en moyenne par portée sur 6 portées au minimum sont extraits de la base de données trimestriellement. Les éleveurs propriétaires de ces verrats, ou les responsables des groupements auxquels adhèrent ces éleveurs, sont alors contactés par notre laboratoire. Si les verrats suspects sont encore vivants, une prise de sang est réalisée et

Chez les bovins, les analyses sont réalisées dans le cadre de la recherche officielle de translocation Robertsonienne 1/29, responsable de baisse de fertilité, ainsi que dans les cas de freemartinisme, cause de stérilité des génisses, et d'hypofertilité mâle.

Chez le porc, les contrôles concernent essentiellement les jeunes verrats de race pure candidats à la reproduction en centres d'IA et les verrats hypoprolifiques.

envoyée au laboratoire. Une dizaine de verrats sont ainsi contrôlés chaque trimestre.

L'investigation systématique dans les élevages de sélection et de multiplication revêt une importance particulière, en raison de la diffusion potentiellement importante des anomalies présentes. La mise en place, dans les trois races françaises Large White, Landrace Français et Piétrain, d'un nouveau programme national d'évaluation génétique (Tribout *et al* 1998) contribue à renforcer le dispositif de détection de verrats hypoprolifiques pour deux raisons. La première est liée à la création de nouveaux circuits d'information, permettant la remontée très rapide des données techniques générées dans les élevages de sélection ou de multiplication vers la base de données nationale (de l'ordre de quelques jours grâce à l'utilisation d'outils télématiques). La nouvelle méthode statistique utilisée pour la prédiction des valeurs génétiques des animaux (BLUP - modèle animal) permet par ailleurs d'estimer l'effet direct du verrot sur les portées de ses conjointes de façon plus satisfaisante (prise en compte de l'importante variabilité du niveau de prolificité moyen entre élevages et du niveau génétique des truies auxquelles les verrats sont accouplés). Une liste de verrats ayant des effets directs estimés inférieurs à 1 écart type par rapport à la valeur moyenne estimée pour l'ensemble des verrats est communiquée lors de chaque évaluation mensuelle au laboratoire. Les demandes de prélèvements sont adressées aux responsables d'organisations de sélection porcine (OSP). Les premières demandes ont été faites suite à l'évaluation génétique d'août 1999 ; 5 à 10 analyses devraient être réalisées chaque mois dans ce cadre.

Enfin, quelques demandes d'analyses concernant des verrats hypoprolifiques iden-

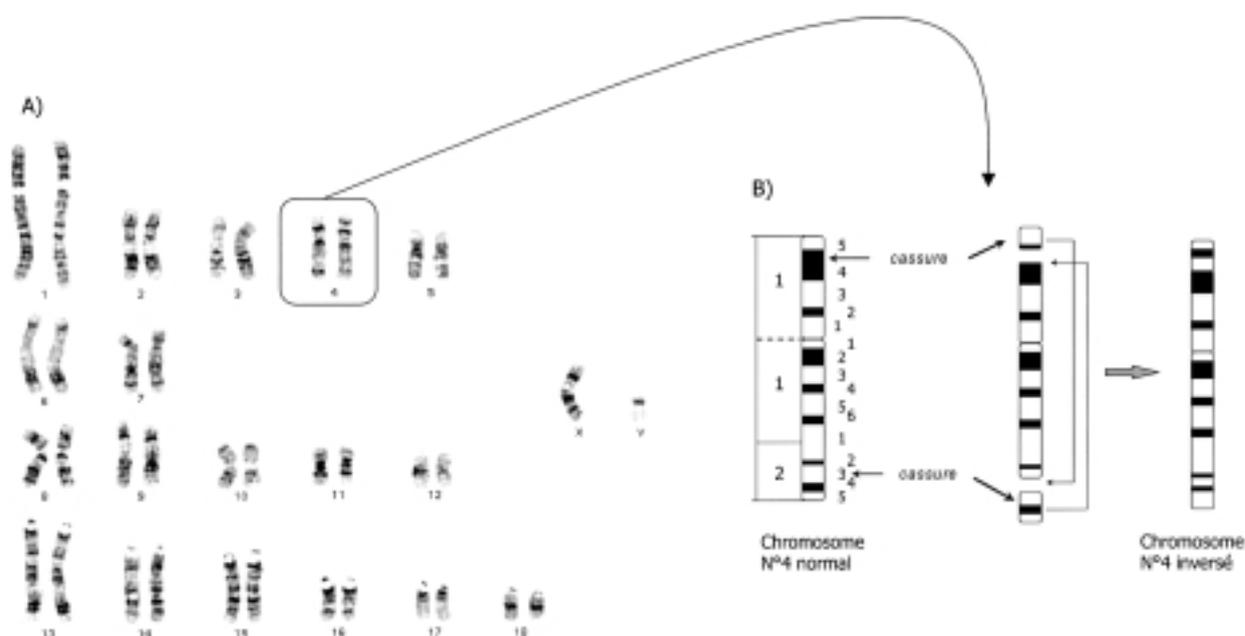
tifiés directement par les éleveurs ou les techniciens de groupements de producteurs nous sont adressées (moins de 10 demandes par an en moyenne).

b) Analyses systématiques avant mise à la reproduction

L'utilisation en insémination artificielle d'un verrot de race pure porteur d'une anomalie chromosomique, utilisé dans les élevages de sélection et/ou de multiplication, peut, potentiellement, avoir des conséquences économiques extrêmement fâcheuses (perte globale de revenus de plusieurs dizaines de milliers de francs - Ducos *et al* 1996). Pour éviter ce type de problème, la plupart des organisations de sélection font contrôler systématiquement leurs verrats avant leur mise en service. De 1990 à 1995, seules les races de la sélection dite " collective " (Large White, Landrace Français et Piétrain) étaient contrôlées en routine. A l'heure actuelle, elles représentent de l'ordre de 300 à 350 analyses par an en moyenne (95 % des analyses correspondant aux deux races maternelles Large White et Landrace Français). Depuis 1996, la majorité des organisations de la sélection dite " autonome " ont initié des programmes de contrôle de leurs populations sélectionnées (lignées synthétiques ou variétés de races). Cette activité est en augmentation importante et a représenté 150 analyses en 1999.

Enfin, certaines organisations de sélection jugent opportun de contrôler des cheptels entiers (mâles et femelles) dans certaines circonstances particulières (création de nouvelles lignées, constitution de nouveaux noyaux de sélection...). Ces demandes sont moins régulières. Elles ont représenté certaines années jusqu'à une centaine d'analyses.

Figure 1. A) caryotype en bandes GTG d'un verrot porteur hétérozygote d'une inversion péricentrique du chromosome N°4. B) interprétation schématique de l'anomalie (d'après Ducos *et al* 1997b).



c) Verrats nés dans des petites portées

Le contrôle chromosomique de l'ensemble des 18 000 verrats produits et utilisés annuellement en France est impossible avec les structures actuelles. Le dispositif de contrôle des verrats de race pure permet de limiter de façon efficace la diffusion des anomalies apparaissant à l'étage de sélection mais ne permet pas de se prémunir contre les anomalies apparaissant *de novo* en multiplication ou production. Pour limiter l'utilisation de verrats terminaux porteurs d'anomalies chromosomiques, une disposition, adoptée en CNAG, a été ajoutée à l'arrêté de 1998 définissant les règles d'agrément des verrats d'IA : les animaux issus de portées de faible taille (un des parents et 50 % des individus de la portée sont susceptibles d'être porteurs d'une anomalie chromosomique) doivent, pour obtenir l'agrément, être déclarés " non porteurs d'anomalie chromosomique après analyse effectuée avec une technique de coloration en bandes des chromosomes ". Les seuils ont été fixés à 6 porcelets pour les types génétiques paternels et à 7 pour les types génétiques maternels. Quinze prélèvements ont été analysés dans ce contexte jusqu'à présent. Deux nouvelles anomalies chromosomiques ont été mises en évidence.

d) Autres analyses

Comme dans l'espèce bovine, quelques analyses sont réalisées sur des animaux présentant d'importantes altérations morphologiques. Nous avons en particulier initié en 1999, avec une OSP de la sélection " autonome ", un programme d'analyse chromosomique dans les cas d'intersexualité. Cette opération nous a permis de mettre en évidence un nouveau remaniement sur un autosome qui pourrait être à l'origine de l'intersexualité constatée (travail en cours).

1.3 / Autres espèces

Une activité non négligeable du laboratoire, bien qu'en nette régression sur la période récente (1 500 analyses réalisées en 1990, moins de 300 en 1999) concerne les analyses chromosomiques de sangliers. L'objectif de ces contrôles est d'apprécier la " pureté génétique " des populations d'élevage ou sauvages (détection des hybrides porcs x sangliers à 37 chromosomes). Ce point a été traité de façon approfondie dans un article précédent (Darré *et al* 1992) et ne sera pas repris en détail ici. En 1999, sur 284 " sangliers " contrôlés, 44 (15,4 %) étaient des hybrides à 37 chromosomes.

Les contrôles dans les autres espèces sont réalisés de façon beaucoup plus ponctuelle (15 analyses en 1999 : 8 baudets, 4 chiens, 2 juments et 1 agneau) et ne seront pas détaillés dans cet article. Signalons quand même la mise en évidence, de 1990 à 1999, de plusieurs anomalies chromosomiques dans les espèces ovine (Pinton *et al* 1996), caprine (Guillemot *et al* 1991 et 1993), équine (Darré *et al* 1995) et asine (Darré *et al* 1998).

2 / Les méthodes d'analyse

Les méthodes d'analyse mises en œuvre sont fonction des objectifs du contrôle.

Lorsque la recherche n'est pas orientée sur une anomalie précise (comme c'est le cas pour la recherche de translocation 1/29 par exemple), la seule technique pertinente à l'heure actuelle consiste à réaliser un marquage en bandes des chromosomes pour identifier d'éventuelles différences de profils de bandes entre le spécimen et le standard de l'espèce. Un marquage en bandes GTG est ainsi pratiqué de façon systématique pour les analyses réalisées dans l'espèce porcine (figure 1). Un marquage complémentaire en bandes RBG est éventuellement réalisé dans les cas d'anomalies identifiées avec les bandes GTG (la signification précise des différents types de coloration, ainsi que le détail des techniques évoquées dans le présent article sont donnés dans l'ouvrage de Popescu *et al* 1998).

Dans l'espèce bovine, toutes les analyses concernant des animaux de races réputées indemnes de translocation 1/29, ainsi que les analyses de taureaux hypofertiles sont réalisées en appliquant une coloration en bandes des chromosomes (bandes GTG). Les recherches de translocation (fusion) Robertsonienne 1/29 pour les autres races et les recherches de chimérisme leucocytaire XX/XY sont effectuées à l'aide de la technique de coloration conventionnelle au Giemsa (figure 2).

Pour les analyses effectuées chez le porc, les chromosomes de 10 métaphases au minimum sont comptés. Trois métaphases sont caryotypées. Si sur les dix premières métaphases une anomalie de nombre est constatée (une cellule à 37 ou à 39 chromosomes par exemple), 20 métaphases supplémentaires sont comptées. Cette précaution nous a permis de mettre récemment en évidence une trisomie en mosaïque chez un verroat de race Landrace Français en quarantaine de centre d'insémination (résultats en cours de publication). Le nombre de cellules analysées pour la recherche de translocation 1/29 chez les bovins varie selon que l'animal est issu d'une

Figure 2. Cellule au stade métaphase d'un taureau hétérozygote pour la translocation Robertsonienne 1/29 (microscope optique X 1000). Coloration conventionnelle au Giemsa.

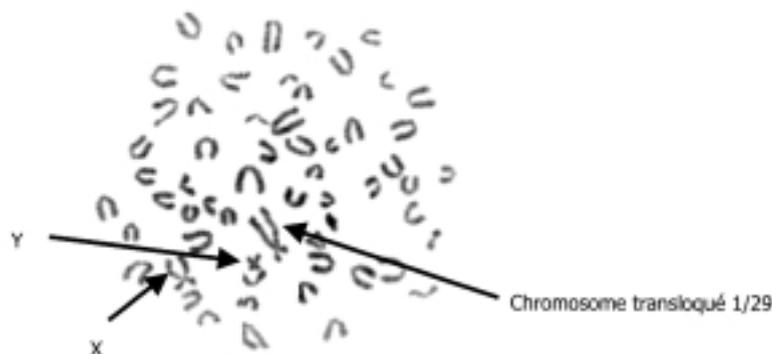


Tableau 1. Recherche de la translocation Robertsonienne 1/29 : bilan 1996-98. n : effectif total, 1/29 : effectif d'animaux porteurs de la translocation Robertsonienne 1/29.

	1998		1997		1996		Total par race	
	n	1/29 (%)	n	1/29 (%)	n	1/29 (%)	n	1/29 (%)
Blonde d'Aquitaine	530	57 10,8 %	566	49 8,7 %	640	84 13,1 %	1736	190 10,9 %
Gasconne	5	0 0 %	4	0 0 %	-	- -	9	0 0 %
Limousine	33	0 0 %	45	1 2,2 %	38	0 0 %	116	1 0,9 %
Charolaise	99	0 0 %	93	0 0 %	117	3 2,6 %	309	3 1,0 %
Aubrac	4	0 0 %	-	- -	3	0 0 %	7	0 0 %
Bazadaise	9	0 0 %	17	2 11,8 %	11	0 0 %	37	2 5,4 %
Montbéliarde	208	0 0 %	225	0 0 %	196	0 0 %	629	0 0 %
Prim'Holstein	4	0 0 %	14	0 0 %	26	0 0 %	44	0 0 %
INRA95	88	2 2,3 %	88	2 2,3 %	101	2 2,0 %	277	6 2,2 %
Total par année	980	59 6,0 %	1052	54 5,1 %	1132	89 7,9 %	3164	202 6,4 %

La fréquence la plus élevée de translocation 1/29 est estimée en race Blonde d'Aquitaine, pour laquelle l'utilisation de taureaux de monte naturelle est encore répandue.

gestation simple ou gémellaire. En cas de gestation simple, un minimum de 20 métaphases sans chromosome transloqué doit être observé pour que l'animal soit déclaré indemne. En cas de naissance gémellaire avec un jumeau de même sexe, du fait de la présence de cellules du jumeau dans la culture, ce nombre est porté à 80. Le diagnostic de chimérisme leucocytaire, du fait de la proportion parfois faible de cellules mâles dans la culture, impose l'analyse d'un nombre élevé de métaphases : l'absence de chimérisme est diagnostiquée si aucune cellule mâle n'est décelée sur au moins 200 cellules examinées (ce chiffre correspond à une probabilité voisine de 0,90 de détecter un chimérisme avec 1 % de cellules mâles seulement ; si la proportion de cellules mâles est égale à 5 % ou plus, le chimérisme est détecté avec une probabilité supérieure à 0,99).

L'évolution des techniques utilisées en cytogénétique animale suit généralement celle accomplie chez l'Homme. Les techniques de bandes exploitées au laboratoire ont été développées chez l'Homme il y a une vingtaine d'années (voir par exemple Dutrillaux et Couturier 1981). Leur application aux autres espèces animales a nécessité, pour chacune, quelques adaptations. Ces techniques permettent la détection de remaniements mêmes minimes (duplication d'une bande par exemple). Elles sont par contre insuffisantes

pour caractériser de façon précise certaines anomalies complexes ou impliquant des fragments de chromosomes de très faible taille (translocations " cryptiques "). D'autres approches, basées sur la technique d'hybridation *in situ* fluorescente (sondes élaborées à partir de chromosomes triés ou microdisséqués, d'ADN cloné...) ont été développées et sont appliquées au laboratoire, de façon complémentaire aux méthodes classiques, pour la caractérisation de toute nouvelle anomalie (Ducos *et al* 1997b, Pinton *et al* 1998).

3 / Résultats et discussion

3.1 / Espèce bovine

Le bilan des recherches de translocation 1/29 réalisées au cours des années 1996-1998 figure au tableau 1.

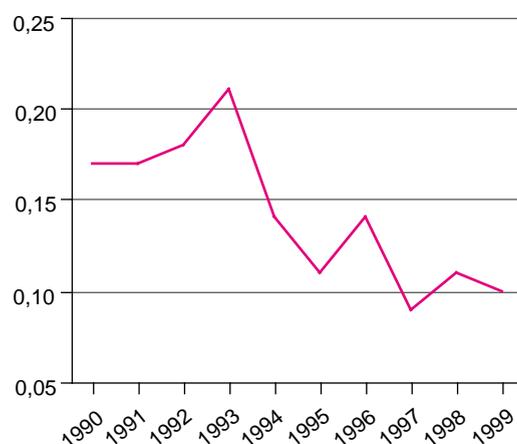
Neuf races font l'objet d'analyses régulières. Environ 1000 analyses sont réalisées chaque année dans ce contexte. Ce chiffre est stable depuis 10 ans. La Blonde d'Aquitaine représente à elle seule 55 % des demandes d'analyses. En 1998, la translocation 1/29 n'a été diagnostiquée que dans deux races : la Blonde d'Aquitaine et la lignée INRA95 (constituée en partie à partir de reproducteurs de race Blonde d'Aquitaine). En race

Charolaise, sur près de 200 analyses réalisées en 1997 et 98, aucun individu porteur de l'anomalie n'a été décelé. C'est également le cas dans les races laitières Prim'Holstein et Montbéliarde depuis 1996. En race Limousine, un seul cas a été décelé en 1997. La fréquence globale estimée en race Blonde d'Aquitaine reste importante (10,9 %) mais est inférieure à celle estimée par Frebling *et al* (1987) il y a 12 ans (14,2 %). L'analyse des résultats obtenus dans notre laboratoire au cours de la dernière décennie montre par ailleurs une relative stabilité de cette fréquence au cours des années récentes (figure 3).

Ces chiffres semblent indiquer que les mesures adoptées (ne pas agréer pour l'IA les mâles porteurs) sont suffisantes pour maintenir la fréquence de l'anomalie à un niveau voisin de 10 %, mais qu'elles ne permettent pas d'atteindre l'objectif fixé initialement, à savoir l'éradication de la translocation dans cette race. Cette situation est la conséquence de l'utilisation encore importante de taureaux de monte naturelle non contrôlés, et de la proportion faible de femelles faisant l'objet d'analyses. Seules 153 femelles de race Blonde d'Aquitaine ont été contrôlées entre 1996 et 1998 ; 46 (soit 43 %) étaient porteuses de la translocation. Le handicap global de fertilité pour la race dû à cette anomalie chromosomique, de l'ordre de 1,2 points (12 points de taux de gestation x 0,10 fréquence d'animaux porteurs) nous paraît encore suffisamment important pour renouveler les recommandations de Frebling *et al* (1987) : "...mettre en œuvre une véritable politique de conseil génétique à l'échelon de la race, basée à la fois sur le dépistage de l'anomalie dans les deux sexes et sur une information claire du risque d'apparition de l'anomalie et de ses effets sur la fertilité des femelles...".

La fréquence de chimérisme leucocytaire dans l'échantillon de jeunes femelles nées avec un jumeau mâle est égale à 85 % sur la période 1996-98 (tableau 2). Cette valeur est cohérente avec la proportion de 90 % communément admise (Popescu 1989). Ces recherches ont permis de mettre en évidence, chez une génisse Maine-Anjou d'un an, un cas particulier de chimérisme avec l'ensemble des cellules mâles présentant un caryotype "Klinefelter" (XXY). Le jumeau mâle de la génisse a été vendu par l'éleveur. La femelle a par contre été conservée sur l'élevage dans l'objectif d'apprécier le pouvoir masculinisant de cellules XXY sur un animal de 2 ans (étude en cours). La recherche de chimérisme est également réalisée chaque année sur une vingtaine de génisses plus âgées (2 à 3 ans). Ces animaux nés de naissance simple (décla-

Figure 3. Evolution de la fréquence d'individus porteurs de la translocation Robertsonienne 1/29 en race Blonde d'Aquitaine sur la période 1990-99.



ration de l'éleveur) présentent généralement des problèmes de fertilité (non venue en chaleur). Dans la grande majorité des cas (46/52 sur la période 1996-98), un chimérisme XX/XY est décelé. Ce phénomène peut être expliqué par un début de gestation gémellaire avec mortalité précoce (et non constatée par l'éleveur) du jumeau mâle. Dans un des cas, une trisomie 27 des cellules mâles, probablement à l'origine de la mortalité de l'embryon mâle, a pu être diagnostiquée.

Les analyses en bandes réalisées dans l'espèce bovine sur la période 1996-98 (1 600 analyses tentées, 600 cas exploités) ont permis de mettre en évidence trois nouveaux remaniements chromosomiques, dont deux ont été caractérisés : une translocation Robertsonienne 19/21 chez une vache Prim'Holstein et deux de ses apparentées (Pinton *et al* 1997) et une trisomie 26 en mosaïque chez une jeune génisse stérile présentant un très important retard de croissance (Ducos *et al* 2000). Le troisième remaniement, plus complexe, a été diagnostiqué chez un jeune taureau charolais. Il n'a pu être caractérisé de façon satisfaisante avec les techniques classiques de coloration en bandes. Des études complémentaires par hybridation *in situ* sont en cours et devraient permettre une caractérisation précise des (fragments de) chromosomes impliqués.

3.2 / Espèce porcine

L'évolution du nombre d'analyses réalisées dans l'espèce porcine est présentée sur la figure 4. L'accroissement de cette activité est important et régulier depuis 1991. La totalité

Tableau 2. Effectifs des femelles nées avec un jumeau mâle et présentant un chimérisme leucocytaire XX/XY ou non (XX). Bilan 1996-98 (toutes races).

Année	Jeunes femelles		Génisses reproductrices		Total	% XX
	XX/XY	XX	XX/XY	XX		
1998	133	33	8	1	175	19,4%
1997	143	20	22	2	187	11,7%
1996	164	25	16	3	208	13,4%
Total (3 ans)					570	14,7 %

Tableau 3. Liste des anomalies chromosomiques identifiées dans l'espèce porcine au sein du laboratoire INRA-ENVT de Cytogénétique des Populations Animales. Au total : 17 translocations réciproques, 4 inversions, 2 duplications, 1 trisomie mosaïque.

Anomalie ⁽¹⁾	Date	Motif du contrôle ⁽²⁾	Race ⁽³⁾	Sexe	Effet sur la prolificité	Référence
rcp(11;13) (11q+;13q-)	1973	1	LW	M	non estimé	Ducos <i>et al</i> 1998a
rcp(1;9) (1p-;9p+)	1980	1	LW	F	non estimé	<i>id</i>
rcp(1;6) (q1.2;q2.2)	oct-92	1	Ga	M	- 56 %	<i>id</i>
rcp(3;13) (p1.5;q3.1)	mai-93	1	LW	M	- 35 %	<i>id</i>
rcp(15;17) (q1.3;q2.1)	févr-94	1	LW	M	non estimé	<i>id</i>
rcp(6;16) (q1.1;q1.1)	juin-94	1	LS	M	non estimé	<i>id</i>
inv(4) (p1.4;q2.3)	juin-94	2	LW	M	0	Ducos <i>et al</i> 1997b
rcp(11;16) (p1.4;q1.4)	nov-94	1	LW x P	M	- 30 %	Ducos <i>et al</i> 1998a
rcp(9;15) (p2.4;q1.3)	nov-94	1	LW x LF	M	- 41 %	<i>id</i>
rcp(6;14) (q2.7;q2.1)	mars-95	1	LW x P	M	- 35 %	<i>id</i>
dup(9p+)	nov-95		LW	intersexué		non publié
rcp(4;6) (q2.1;q2.8)	mars-96	2	LW	M	- 10 %	Ducos <i>et al</i> 1998b
rcp(3;5) (p1.3;q2.3)	juil-96	1	LF	M	- 43 %	<i>id</i>
rcp(6;13) (p1.5;q4.1)	août-96	1	LW x P	M	- 68 %	<i>id</i>
rcp(13;17) (q4.1;q1.1)	avr-97	1	LW x P	M	- 34 %	<i>id</i>
rcp(2;14) (q1.3;q2.7)	mai-97	2	LF	F	non estimé	<i>id</i>
38,XY,+18 (mosaïque)	mai-97	2	LF	M	non estimé	non publié
inv(1) (q1.8;q2.4)	déc-97	2	LW	M	0	<i>id</i>
dup(14q+)	févr-98	2	LW	M	non estimé	<i>id</i>
inv(2) (p1.3;q1.1)	mars-98	3+1	croisé LS	M	- 30 %	Pinton <i>et al</i> 2000
rcp(1;7) (q17;q26)	janv-99	1	LW	M	- 36 %	<i>id</i>
rcp(4;12) (p13;q13)	mars-99	3	LS	M	non estimé	<i>id</i>
rcp(1;6) (q17;q35)	mars-99	2	LS	M	non estimé	<i>id</i>
inv(9) (p12;p22)	juil-99		LS	intersexué		<i>id</i>

⁽¹⁾ rcp = translocation réciproque ; inv = inversion ; dup = duplication

⁽²⁾ motif du contrôle : 1) verrat hypoproliférique, 2) analyse avant mise à la reproduction, 3) verrat issu de petite portée

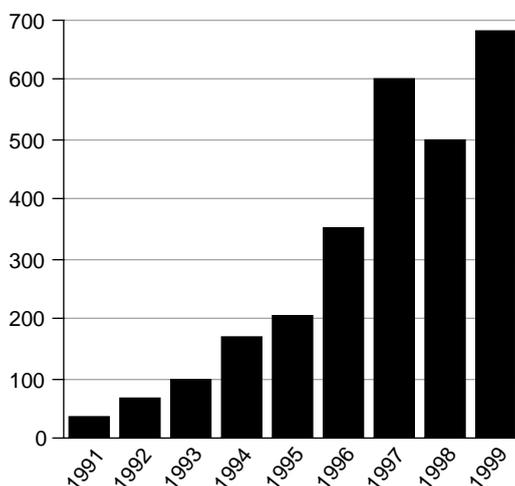
⁽³⁾ race : LW Large White, LF Landrace Français, P Piétrain, LS Lignée Synthétique, Ga Gascon

De nombreuses anomalies chromosomiques ont été identifiées chez le porc, principalement des translocations réciproques, dont certaines peuvent se traduire par une baisse très importante de prolificité.

des grandes organisations de sélection porcine françaises participent désormais à l'effort collectif de contrôle. Le nombre d'analyses devrait par conséquent se stabiliser au cours des prochaines années autour de 650/an.

Historiquement, les analyses effectuées dans notre laboratoire comme dans les autres laboratoires européens et mondiaux impliqués dans ce type de programmes (Suède – I. Gustavsson ; Grande Bretagne – SE Long ; Finlande – A. Mäkinen ; Japon – YI Miyake ;

Figure 4. Evolution du nombre de contrôles réalisés dans l'espèce porcine sur la période 1991-99.



INRA Productions Animales, février 2000

Pologne – M. Switonski...), concernaient majoritairement des animaux présentant des troubles avérés de la reproduction (verrats hypoprolifériques essentiellement). Elles ont permis de mettre en évidence de nombreux remaniements chromosomiques (principalement des translocations réciproques – Ducos *et al* 1997a, 1998a et 1998b), dans des types génétiques relativement variés (tableau 3). Le contrôle de jeunes verrats de race pure avant mise à la reproduction a été initié en 1991 par l'un des principaux centres d'IA porcins français. Cette action était en parfaite cohérence avec les efforts très importants fournis à cette époque pour améliorer la productivité numérique des truies (début de la création des lignées hyperprolifériques – Herment *et al* 1994). Des anomalies chromosomiques assez variées ont été mises en évidence, avec une fréquence sensiblement plus élevée que celle de 1/1 500 estimée par Legault et Popescu (1993). Ceci a motivé d'autres centres d'IA et certaines organisations de sélection à développer ce type de contrôles *a priori*. Il représente à l'heure actuelle 80 % environ des analyses réalisées dans l'espèce porcine par notre laboratoire. Ce dispositif a permis d'éviter la diffusion à grande échelle de plusieurs anomalies chromosomiques potentiellement responsables de baisses importantes de prolificité. La mesure adoptée récemment en CNAG rendant obligatoire le contrôle chromosomique des verrats destinés à l'IA nés dans de petites portées a également été relati-

vement efficace. Sur 15 analyses réalisées à ce jour, deux animaux se sont révélés porteurs d'anomalies chromosomiques nouvelles, une translocation réciproque et une inversion péricentrique. Les analyses réalisées dans la famille de l'individu porteur de l'inversion ont permis de montrer l'origine familiale de cette dernière. D'autres individus porteurs ont pu être écartés de la reproduction.

Jusqu'à une période récente, l'essentiel des contrôles réalisés sur de jeunes animaux avant mise à la reproduction concernait les types génétiques maternels (races Large White et Landrace Français principalement). Or, un des objectifs principaux des contrôles réalisés dans l'espèce porcine étant d'éviter l'utilisation de verrats terminaux porteurs d'anomalies, le contrôle des types génétiques paternels s'avère tout aussi indispensable. Une information des partenaires professionnels a été conduite dans ce sens. Depuis, plusieurs organismes de la sélection autonome (lignées synthétiques ou variétés de races paternelles) ou collective (race de Piétrain) procèdent au contrôle systématique des reproducteurs mâles dans les noyaux de sélection.

Conclusion – perspectives

La structure des activités réalisées au sein de l'UMR INRA-ENVT de Cytogénétique des Populations Animales a considérablement évolué au cours des 15 dernières années. Les travaux étaient, à l'origine, orientés essentiellement vers la recherche et l'éradication de la translocation 1/29 chez les bovins. Ils ont permis de faire baisser sensiblement la fréquence de cette anomalie dans les principales races concernées. Les années 90 ont vu, outre un maintien de l'activité dans l'espèce bovine, un accroissement spectaculaire du nombre d'analyses réalisées dans l'espèce porcine. Ce secteur d'activité est devenu, en terme de volume de travail, le plus important au sein de l'Unité (établissement systématique des cariotypes en bandes dans l'espèce porcine). Plus de 20 anomalies chromosomiques nouvelles ont été identifiées en l'espace de 10 ans, ce qui place le laboratoire en tête des structures ayant contribué à la progression des connaissances dans ce domaine. La valeur du travail réalisé en France a été reconnue dans plusieurs pays européens desquels émanent régulièrement des demandes d'analyses. Ce bilan positif ne doit pas faire oublier les difficultés importantes qui limitent l'efficacité des actions de contrôle chromosomique des populations animales. Au premier rang de ces difficultés figure l'information insuffisante des partenaires professionnels (éleveurs, techniciens, vétérinaires...). Ce manque d'information explique en partie le fait que les analyses chromosomiques sont souvent perçues comme une contrainte et réalisées uniquement dans les cas d'obligations réglementaires. L'exemple de la détection des verrats hypoprolifériques illustre particulièrement bien le gain d'efficacité induit par une démarche volontaire des éleveurs et/ou des techniciens de groupements. Le ratio

" nombre d'animaux porteurs d'anomalies chromosomiques sur nombre d'animaux analysés " est de l'ordre de 25 % si les animaux analysés sont détectés par l'équipe du laboratoire sur la base des informations (hypoproliféricité) figurant dans les bases de données nationales. Il est supérieur à 70 % si les animaux " candidats " sont détectés par les professionnels. L'hypoproliféricité d'un verrat peut en effet avoir de multiples causes, dont certaines sont purement environnementales et parfaitement identifiées par les éleveurs ou les techniciens. Ces connaissances a priori permettent de mieux cibler les animaux " candidats porteurs " d'une anomalie chromosomique et donc d'améliorer le ratio évoqué plus haut. Le présent article entend participer à l'information de nos partenaires professionnels et contribuer à l'amélioration de l'efficacité des dispositifs de contrôle chromosomique des populations animales d'élevage.

Le volume global d'activité au sein de notre Unité s'est accru, lors des années récentes, à un rythme sensiblement supérieur à celui des moyens humains disponibles. Une amélioration de l'efficacité du travail a donc été nécessaire. Un tel objectif a pu être atteint, en particulier grâce à un investissement très lourd en stations de classement semi-automatiques de chromosomes (stations " Cytovision ", Applied Imaging). D'autres améliorations méthodologiques ont également été envisagées dans cet objectif, comme par exemple la détection du chimérisme leucocytaire chez les bovins (freemartinisme) à l'aide de techniques de PCR (amplification de séquences spécifiques du chromosome Y) en remplacement des analyses cytogénétiques classiques, plus longues à réaliser. L'extrême sensibilité de la technique de PCR et les risques importants de contamination nous ont cependant incité, par mesure de précaution, à associer les deux techniques plutôt qu'à remplacer totalement l'une par l'autre. Concrètement, des amplifications PCR sont réalisées dans tous les cas où aucune cellule mâle n'est détectée par les méthodes cytogénétiques.

L'activité dans l'espèce bovine, stable depuis 10 ans, devrait le rester au cours des années à venir, en dépit des nouvelles actions mises en œuvre qui ne devraient représenter qu'un faible nombre de cas (analyse des taureaux hypofertiles par exemple). Dans l'espèce porcine, la grande majorité des organisations de sélection fait désormais partie de notre dispositif. Le nombre global d'analyses demandées, dans le cadre des missions actuelles du laboratoire, devrait donc évoluer assez faiblement au cours des prochaines années. Cependant, des modifications dans les protocoles d'analyses permettant d'améliorer la puissance de détection des anomalies pourraient se traduire par une augmentation significative du volume global de travail au sein de l'Unité. Une modification envisagée consiste à généraliser l'usage des techniques de coloration en bandes pour les analyses réalisées dans l'espèce bovine. Ceci permettrait d'identifier certaines anomalies de structure pouvant passer totalement inaperçues avec les techniques simples de coloration au Giemsa actuellement utilisées pour la

majorité des analyses (recherche de translocation 1/29 dans les races non indemnes). Le nombre de caryotypes en bandes établis dans l'espèce bovine a varié, au cours des cinq dernières années, entre 50 et 100 par an. Le passage à 1000/an représenterait une charge de travail supplémentaire considérable.

Un développement des activités du laboratoire peut également être envisagé à travers une implication croissante dans de nouveaux projets. La majorité des analyses réalisées jusqu'à présent a pour finalité la mise en évidence et l'éradication d'anomalies chromosomiques ayant des effets avérés ou potentiels très défavorables sur les aptitudes de reproduction des animaux. Or, l'effet sur la reproduction, s'il est de loin le plus important économiquement, n'est pas le seul intéressant d'un point de vue scientifique. Des cas d'anomalies chromosomiques se traduisant par des altérations morphologiques importantes, tant

dans l'espèce bovine que dans l'espèce porcine, ont été évoqués dans cet article. Une recherche plus systématique de ce type de remaniements chromosomiques à l'origine d'anomalies du développement pourrait être entreprise. Elle pourrait faciliter, dans certains cas, l'identification et le clonage de gènes importants du développement (de nombreux exemples existent chez l'Homme – voir par exemple la revue de Chelly 1998).

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à l'ensemble de nos partenaires professionnels pour leur contribution majeure aux travaux présentés. Nous remercions également les lecteurs anonymes du manuscrit pour leurs remarques constructives qui ont permis d'améliorer sensiblement la qualité du texte.

Références

- Berthelot X., Berland H.M., Darré R., 1986. Gémellité hétérosexuée et freemartinisme en élevage bovin : démarche pratique. *Point Vét.*, 18, 737-742.
- Chelly J., 1998. Stratégies de recherche de gènes nouveaux. In : J. Feingold, M. Fellous, M. Solignac (eds), *Principes de génétique humaine*, 165-182. Hermann, Paris.
- Darré R., Berland H.M., Goustat P., 1992. Statut chromosomique des populations de sangliers sauvages et d'élevages en France. *Rev. Méd. Vét.*, 143, 225-232.
- Darré A., Berland H.M., Séguéla A., Pinton A., Darré R., Crihiu E.P., 1995. La monosomie X chez le cheval. A propos d'un cas de monosomie partielle du chromosome X chez le cheval. In : 19ème journée d'études du CEREOPA, 36-42.
- Darré A., Berland H.M., Séguéla A., Pinton A., Blanc M.F., Ducos A., Tainturier D., Vendramini M., Darré R., 1998. Etude cytogénétique de deux populations d'ânes en France, le Baudet du Poitou et l'âne des Pyrénées. Mise en évidence d'une anomalie chromosomique chez le Baudet du Poitou. *Rev. Méd. Vét.*, 149, 233-238.
- Ducos A., Berland H.M., Pinton A., Séguéla A., Darré R., 1996. Un reproducteur porcine de qualité doit être indemne d'anomalie chromosomique. *Rev. Méd. Vét.*, 147, 101-108.
- Ducos A., Berland H.M., Pinton A., Séguéla A., Blanc M.F., Darré A., Sans P., Darré R., 1997a. Les translocations réciproques chez le porc : état des lieux et perspectives. In : Journées de la Recherche Porcine France 29, 375-382. Institut Technique du Porc, Paris.
- Ducos A., Pinton A., Séguéla A., Berland H.M., Blanc M.F., Sans P., Darré A., Pinton P., Yerle M., Darré R., 1997b. Pericentric inversion of the chromosome N° 4 in pig. *Genet. Sel. Evol.*, 29, 383-394.
- Ducos A., Berland H.M., Pinton A., Guillemot E., Séguéla A., Darré A., Darré R., 1998a. Nine new cases of reciprocal translocation in the domestic pig. *J. Hered.*, 89, 136-142.
- Ducos A., Pinton A., Séguéla A., Berland H.M., Blanc M.F., Darré A., Darré R., 1998b. Five new cases of reciprocal translocations in the domestic pig. *Hereditas*, 128, 221-229.
- Ducos A., Séguéla A., Pinton A., Berland H.M., Brun-Baronnat C., Darré A., Manesse M., Darré R., 2000. Trisomy mosaicism in a sterile Holstein Friesian heifer. *Vet. Rec.*, 146, 163-164.
- Dutrillaux B., Couturier J., 1981. La pratique de l'analyse chromosomique. Masson, Paris, 84 p.
- Ford C.E., Pollock D.L., Gustavsson I., 1980. Proceedings of the first international conference for the standardization of banded karyotype of domestic animals, University of Reading, Reading, England, 2-6 august 1976. *Hereditas*, 92, 145-162.
- Fouley J.-L., Frebling J., 1985. La translocation 1/29 chez les bovins : distribution, effets, procédure d'éradication. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 62, 93-102.
- Frebling J., Fouley J.-L., Berland H.M., Popescu C.P., Crihiu E.P., Darré R., 1987. Résultats de l'enquête sur la fréquence de la translocation 1/29 en race bovine Blonde d'Aquitaine. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 67, 49-58.
- Fries R., Popescu C.P., 1999. Cytogenetics and chromosome maps. In : *The Genetics of Cattle*, 247-328. CABI, UK.
- Guillemot E., Gary F., Berland H.M., Durand V., Darré R., Crihiu E.P., 1991. Cytogenetic investigation in Saanen and Alpine artificial insemination bucks. Identification of a Robertsonian translocation. *Genet. Sel. Evol.*, 23, 449-454.
- Guillemot E., Gary F., Berland H.M., Berthelot X., Durand V., Darré R., Crihiu E.P., 1993. Effects of the 6/15 Robertsonian translocation in Saanen goats. *Reprod. Dom. Anim.*, 28, 28-32.
- Gustavsson I., 1979. Distribution and effects of the 1/29 Robertsonian translocation in cattle. *J. Dairy Sci.*, 62, 825-835.
- Gustavsson I., 1980a. Chromosome aberrations and their influence on the reproductive performance of domestic animals – a review. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, 97, 176-195.
- Gustavsson I., 1980b. Banding techniques in chromosome analysis of domestic animals. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.*, 24, 245-290.
- Gustavsson I., Rockborn G., 1964. Chromosome abnormality in three cases of lymphatic leukaemia in cattle. *Nature*, 203, 990.
- Henricson B., Bäckström L., 1964. Translocation heterozygosity in a boar. *Hereditas*, 52, 166-170.

- Herment A., Runavot J.P., Bidanel J.P., 1994. Une nouvelle évaluation de l'intérêt de la voie hyperproliférique chez le porc., In : Journées de la Recherche Porcine France 26, 315-320. Institut Technique du Porc, Paris.
- ISCNDA, 1990. International System for Cytogenetic Nomenclature of Domestic Animals. Cytogenet. Cell Genet., 53, 65-79.
- Legault C., Popescu C.P., 1993. Les translocations réciproques chez le porc domestique : détection, éradication et prévention. Elevage et Insémination, 254, 1-12.
- Pinton A., Ducos A., Séguéla A., Berland H.M., Lajous D., Darré R., 1996. A new reciprocal translocation in a ram with reduced fertility. In : Proceedings of the 12 th european colloquium on cytogenetics in domestic animals, Archivis de Zootechnia, 45, 201-202.
- Pinton A., Ducos A., Berland H.M., Séguéla A., Blanc M.F., Darré A., Mimar S., Darré R., 1997. A new Robertsonian translocation in the Holstein breed. Genet. Sel. Evol., 29, 523-526.
- Pinton A., Ducos A., Séguéla A., Berland H.M., Darré R., Darré A., Pinton P., Schmitz A., Cribeu E.P., Yerle M., 1998. Characterization of reciprocal translocations in pigs using dual-color chromosome painting and PRINS. Chromosome Res., 6, 361-365.
- Pinton A., Ducos A., Berland H.M., Séguéla A., Brun-Baronnat C., Darré A., Darré R., Yerle M., 2000. Chromosomal abnormalities in hypoprolific boars. Hereditas (sous presse).
- Popescu C.P., 1971. Deux cas nouveaux de fusion centrique chez les bovins. Ann. Génét. Sél. Anim., 3, 521-526.
- Popescu C.P., 1972. Un cas possible d'inversion péracentrique chez les bovins. Ann. Genet., 15, 197-200.
- Popescu C.P., 1975. L'étude du caryotype bovin (*Bos taurus* L.) par les méthodes des bandes. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys., 15, 751-756.
- Popescu C. P., 1989. Cytogénétique des mammifères d'élevage. Editions INRA, Paris, 114 p.
- Popescu C.P., Legault C., 1979. Une nouvelle translocation réciproque t(4q+ ;4q-) chez le porc domestique *Sus scrofa* domesticus. Ann. Génét. Sél. Anim., 11, 361-369.
- Popescu C.P., Boscher J., Tixier M., 1983. Une nouvelle translocation réciproque rcp(7q- ; 15q+) chez un verrat hypoproliférique. Génét. Sél. Evol., 15, 479-487.
- Popescu C.P., Long S.E., Riggs P., Womack J., Schmutz S., Fries R. Gallagher D.S., 1996. Standardization of cattle karyotype nomenclature : report of the committee for the standardization of the cattle karyotype. Cytogenet. Cell Genet., 74, 259-261.
- Popescu C.P., Hayes H., Dutrillaux B., 1998. Techniques de cytogénétique animale. Editions INRA, Paris, 260 p.
- Tribout T., Bidanel J.P., Garreau H., Guéblez R., Le Tiran M.H., Lignesche B., Lorent P., Ducos A. 1998. Présentation du dispositif d'évaluation génétique porcin collectif français pour les caractères de production et de reproduction. In : Journées de la recherche porcine France 30, 95-100. Institut Technique du Porc, Paris.

Abstract

Chromosomal control of domestic animal populations.

The main objective of the chromosomal control of domestic animal populations is to avoid the reproduction of individuals carrying chromosomal abnormalities. Indeed, these latter are generally responsible for an important decrease of reproductive abilities of carrier animals or of their mates. In France, almost all the analyses (2000/year) are carried out at the UMR INRA-ENVT de Cytogénétique des Populations Animales. They mainly concern the bovine and the porcine species. In bovines, 1000 individuals are controlled per year for the presence/absence of the 1/29 Robertsonian translocation. 90 % of them are young bull candidates for use in artificial insemination centers. The estimated frequency of the anomaly is the highest in the Blonde d'Aquitaine breed (10.9 %). The

use of chromosome banding techniques allowed us to identify several new chromosomal abnormalities in this species. In pigs, 650 analyses are carried out each year. 80 % of them concern young animals controlled before reproduction (mainly young purebred boar candidates for use in artificial insemination centers). Two systems aimed at detecting the hypoprolific boars have been designed and are used to complement the population control programme. 24 new chromosomal abnormalities have been identified in our laboratory, including 10 during the last three years.

DUCOS A., BERLAND H.-M., PINTON A., SEGUELA A., BRUN-BARONNAT C., DARRE A., DARRE R., 2000. Contrôle chromosomique des populations animales d'élevage. INRA Prod. Anim., 13, 25-35.