

Les anomalies chromosomiques des bovins (*Bos taurus* L.). État actuel des connaissances*

C. P. POPESCU

*Laboratoire de Cytogénétique I.N.R.A.-U.N.C.E.I.A.,
Centre national de Recherches zootechniques, I.N.R.A.,
78350 Jouy-en-Josas*

Résumé

Basé sur les données de la littérature et communiquées par les participants au III Colloque de Cytogénétique, a été établi un inventaire des anomalies chromosomiques des bovins. Treize mille animaux ayant fait l'objet d'une étude cytogénétique ont été repertoriés. Les tableaux présentent les anomalies de structure (tabl. 1) et de nombre (tabl. 3) ainsi que la liste des 28 races dans lesquelles la translocation 1/29 a été identifiée.

Les recherches sur les chromosomes des bovins domestiques ont été stimulées par la découverte d'une anomalie structurale, la translocation robertsonienne 1/29 (GUSTAVSSON et ROCKBORN, 1964). Les conséquences de cette anomalie sur la fertilité (GUSTAVSSON, 1969, REFSDAL, 1976) ainsi que les risques de propagation accrus par l'insémination artificielle et par le transfert accéléré des populations animales, ont incité de nombreux pays à développer les études cytogénétiques des bovins.

Il nous a paru important d'inventorier les animaux étudiés dans différents laboratoires de cytogénétique et de dresser la liste des anomalies connues actuellement chez cette espèce.

Les trois tableaux présentés ici, contiennent les données recueillies dans la littérature, ainsi que les résultats non publiés, communiqués par les chercheurs réunis à l'occasion du III^e Colloque de Cytogénétique.

L'effectif des animaux étudiés

En considérant les données de la littérature, ainsi que celles fournies par différents laboratoires, nous avons recensé 13 000 animaux appartenant à 80 races.

(*) Cet article a été présenté au III^e Colloque de Cytogénétique des Animaux domestiques, 31 mai-2 juin, Jouy-en-Josas, France.

TABLEAU I
Anomalies de structure décrites chez les Bovins (*Bos taurus* L.)

Type d'anomalie	Chromosomes impliqués	Race	Phénotype	Auteurs
Translocation robertsonienne. . .	1/29	multiples	normal	Divers
Translocation robertsonienne. . .	2/4	<i>Frisonne</i>	normal	FOLLOCK, 1972
Translocation robertsonienne. . .	3/4	<i>Limousine</i>	normal	POPESCU, 1977
Translocation robertsonienne. . .	5,6/15, 17	<i>Dexter</i>	—	ELDRIDGE, 1974
Translocation robertsonienne. . .	7,11/20-25	<i>Blonde × Limousine</i>	?	DARRÉ <i>et al.</i> , 1974
Translocation robertsonienne. . .	8/9	<i>Brunes des Alpes</i>	?	TSCUDI, 1977 (non publié)
Translocation robertsonienne. . .	13/21 mosaïque	<i>Holstein-Friesian</i>	normal	KOVACS <i>et al.</i> , 1973
Translocation robertsonienne. . .	11, 12/15, 16	<i>Simmental</i>	normal	BRÛÈRE et CHAPMAN, 1973, HARVEY, 1974
Translocation robertsonienne. . .	1/25	<i>Pie rouge</i>	normal	STRANZINGER et FÖRSTER, 1976
Translocation	27/29	<i>Guernsey</i>	normal	BONGSO et BASRUK, 1976
Translocation	X/autosome ?	<i>Pie rouge suédoise</i>	normal	GUSTAVSSON <i>et al.</i> , 1968
Translocation en tandem.	1/18	<i>Rouge danoise</i>	normal	HANSEN, 1969
Inversion péricentrique	?	<i>Charolais × Guernsey</i>	free-martin	SHORT <i>et al.</i> , 1969
Inversion péricentrique	14	<i>Normande</i>	normal	POPESCU, 1972
Chimérisme leucocytaire	XX/XY	Multiples	♂ normal ♀ free-martin	Divers
Taille anormalement grande	Y	<i>Ayrshire</i>	normal	FECHHEIMER, 1973
Taille anormalement grande	Y	<i>Charolaise</i>	normal	CRIBIU et POPESCU, 1974

TABLEAU 2

La présence de la fusion 1|29 dans différentes races bovines

N°	Race	Pays	Auteurs
1	<i>Simmental</i>	Allemagne, Suisse, Grande-Bretagne	HERZOG et HÖHN (1971), POPESCU <i>et al.</i> (1975), TSCHUDI, 1977 (non publié), HARVEY (1972)
2	<i>Holstein</i>	Suisse	TSCHUDI, 1977 (non publié)
3	<i>Brune des Alpes</i>	Suisse	TSCHUDI, 1977 (non publié)
4	<i>Pie rouge allemande</i>	Allemagne	RIECK <i>et al.</i> (1968)
5	<i>Brune allemande</i>	Allemagne	STRANZINGER et FÖRSTER (1976)
6	<i>Red Poll</i>	Grande-Bretagne	HARVEY (1976)
7	<i>British White</i>	Grande-Bretagne	ELDRIDGE (1975)
8	<i>Rouge polonaise</i>	Pologne	SYSA, 1977 (non publié)
9	<i>Simmental hongroise</i>	Hongrie	KOVACS et PAPP, 1977 (non publié)
10	<i>Pie rouge suédoise</i>	Suède, Hongrie	GUSTAVSSON et ROCKBORN (1964) GUSTAVSSON, 1969, KOVACS et GUSTAVSSON (1977) (non publié)
11	<i>Rouge norvégienne</i>	Norgève	AMRUD (1969)
12	<i>Charolaise</i>	Grande-Bretagne, France Pologne, Roumanie	HARVEY, 1971, FROGET <i>et al.</i> 1972 POPESCU, 1973, QUEINNEC <i>et al.</i> , 1974 SYSA, 1977 (non publié), LIVESCU, 1977 (non publié)
13	<i>Limousine</i>	France, Grande- Bretagne	HARVEY, 1972; POPESCU, 1973; QUEINNEC, 1974
14	<i>Blonde d'Aquitaine</i>	France, Nouvelle Zélande	QUEINNEC, 1974; POPESCU, 1974; BRUERE et CHAFMAN, 1973
15	<i>Montbéliarde</i>	France	POPESCU, 1971, QUEINNEC, 1972
16	<i>Vosgienne</i>	France	POPESCU, 1976
17	<i>Gasconne</i>	France	QUEINNEC <i>et al.</i> , 1974
18	<i>Romagnole</i>	Italie	RUGIATTI et FEDRIGO, 1967 DE GIOVANNI A. (1976)
19	<i>Chianina</i>	Italie	DE GIOVANNI, 1976
20	<i>Marchigiana</i>	Italie	DE GIOVANNI, 1977 (non publié)
21	<i>Modicana</i>	Italie	DE GIOVANNI, 1977 (non publié)
22	<i>Mucca Pisana</i>	Italie	SALERNO, 1977 (non publié)
23	<i>Friesian</i>	U.S.A.	HERSCHLER et FECHHEIMER, 1966
24	<i>Guernsey</i>	Canada	BONGSO J., BASRUK, 1966
25	<i>Holstein × Criollo</i>	Cuba	BETANCOURT <i>et al.</i> , 1974
26	<i>Thaï</i>	Thaïlande	FISCHER (1971)
27	<i>Brune de l'Atlas</i>	Maroc	FISCHER, (1975)
28	<i>Baoulé</i>	Côte d'Ivoire	POPESCU, 1977 (non publié)

TABLEAU 3
Anomalies de nombre décrites chez les bovins (*Bos taurus L.*)

Types d'anomalies	Chromosomes impliqués	Race	Phénotype	Auteurs
Aneuploïdie ($2n = 58$)	?	<i>Pie Noire russe</i>	Ataxie congénitale	ZHICACHEV et GOLDMAN (1975)
Mosaïque diploïde/triploïde		<i>Holstein</i>	Intersexué vraie	DUNN <i>et al.</i> , 1970
Trisomie autosomale	17 ou 18	<i>Rotbunt</i>	Brachignatie	HERZOG et HÖHN (1968)
Trisomie autosomale	?	<i>Holstein-Friesian</i>	Brachignatie	MORI <i>et al.</i> (1969)
Trisomie autosomale	1 ?	<i>Rouge suisse</i>	Brachignatie	DUNN et JOHNSON (1971)
Trisomie autosomale	?	<i>Simmental</i>	Défaut du septum ventriculaire	TSCHUDI <i>et al.</i> 1975
Trisomie gonosomale	XXX	<i>Fleischvieh</i>	Kyphose de la colonne vertébrale	RIECK <i>et al.</i> (1970)
Trisomie gonosomale	XXX	<i>Rouge norvégienne</i>	Absence des chakurs	NORBERG <i>et al.</i> (1976)
Trisomie gonosomale	mosaïque 60, XY/61, XYY	<i>Brunne de Bulgarie</i>	Normal	DOBRYANOV et KOMSTANTINOV (1970)
Trisomie gonosomale	61, XXY	?	Normal	SCOTT et GREGORY (1965)

Le nombre d'animaux étudié varie considérablement d'une race à l'autre, car la seule *Rouge suédoise* représente un tiers du nombre total d'animaux à caryotype connu. Les différences sont aussi importantes si l'on compare différentes régions géographiques. En effet, la plupart des animaux étudiés, 11 000, se trouvent en Europe, alors que pour l'Amérique du Nord et l'Australie on enregistre respectivement environ 1 000 animaux étudiés et 37 seulement pour l'Afrique.

Les anomalies de structure

Le tableau 1 donne la liste des anomalies de structure. On notera tout d'abord que la translocation robertsonienne est l'anomalie la plus fréquente chez cette espèce. Elle peut impliquer divers chromosomes du complément, mais celle qui est la plus répandue et qui atteint les fréquences les plus élevées, concerne les chromosomes 1 et 29. Elle a été à ce jour identifiée dans 28 races, réparties en Europe, Amérique du Nord et Centrale, Asie et Afrique (tabl. 2). Il faut noter en outre, que sur 37 animaux seulement étudiés en Afrique, deux animaux, appartenant à deux races différentes, ont été trouvés porteurs de cette translocation 1/29 (FISCHER *et al.*, 1975, POPESCU, 1977, non publié). On remarquera cependant que l'homologie de l'anomalie dans toutes les races citées n'est pas établie, car dans peu de cas les caryotypes des animaux porteurs ont été étudiés par les méthodes des bandes. Les risques de confusion dans un caryotype dont tous les autosomes ont une morphologie semblable, sont grands (POPESCU, 1969) et il est possible que dans certains cas, un autre chromosome que le 1 ou le 29 soit impliqué dans la fusion.

L'hypothèse d'une origine commune et ancienne de cette anomalie exprimée antérieurement (GUSTAVSSON, 1969, POPESCU, 1971) semble appuyée par sa large distribution géographique. De plus, dans tous les cas où la méthode des bandes C a été appliquée sur des animaux de races différentes porteurs de l'anomalie, elle a toujours révélé un chromosome fusionné monocentrique, possédant un seul bloc d'hétérochromatine constitutive péricentromérique (POPESCU, 1973, 1974, GUSTAVSSON, 1976, BLAZAK et ELDRIDGE, 1977). Or, l'on considère que les chromosomes fusionnés monocentriques, contrairement aux dicentriques, sont plus stables, et de ce fait, plus anciens (NIEBUHR, 1973).

Les anomalies de nombre

Les anomalies de nombre ayant des effets délétères importants sont souvent léthales, ce qui explique leur fréquence réduite par rapport aux anomalies de structure (tabl. 3).

A part quelques cas de trisomie gonosomale, qui provoque des troubles de reproduction, on remarque surtout une trisomie autosomale, trouvée dans des régions différentes, mais accompagnée toujours par les mêmes malformations anatomiques très caractéristiques (HERZOG *et al.*, 1968, MORI *et al.*, 1969).

Conclusions

Le développement de la cytogénétique des animaux domestiques ces dernières années, en particulier chez les bovins, se traduit par l'augmentation du nombre d'animaux étudiés et par la découverte de nouvelles anomalies. D'autre part,

l'adaptation chez les animaux domestiques de la plupart des techniques de bandes utilisées chez l'homme, devrait conduire à une meilleure connaissance des caryotypes de ces espèces et résoudre le problème de l'identification des chromosomes impliqués dans différentes anomalies. La conférence de Reading (1976) constitue un premier effort dans la réalisation d'un idiogramme standard « à bandes » pour chaque espèce domestique. Disposant de ces méthodes d'analyse affinées, il serait souhaitable que chaque type d'anomalie soit étudié par ces méthodes, pour définir avec précision les chromosomes impliqués. Ceci pourrait servir également à confirmer l'homologie d'une anomalie présente dans différentes races et régions géographiques.

Les caractéristiques des chromosomes bovins, à savoir leur nombre élevé et la morphologie identique des autosomes explique pourquoi, malgré l'amélioration considérable des méthodes d'identification, il subsiste encore beaucoup d'incertitude dans l'identification de certaines anomalies.

Il serait aussi important que les études des chromosomes mitotiques soient complétées par des études sur la méiose. L'analyse des différents stades méiotiques, tels la diacynèse ou la métaphase II, constitue en effet, une voie d'approche dans la connaissance du mode de ségrégation et des types gamétiques qui en résultent, chez les hétérozygotes pour une anomalie de structure.

Reçu pour publication en décembre 1977.

Remerciements

Nous remercions tous les auteurs participants au III^e Colloque de Cytogénétique qui ont bien voulu nous envoyer les résultats concernant les anomalies chromosomiques identifiées dans leur Laboratoire.

Summary

Chromosomal abnormalities in cattle (Bos taurus L.). Present statement of knowledge

Combining the data from the literature and from the participants the 3th Cytogenetics Conference, an inventory of the animals and the chromosomal abnormalities in cattle was carried out. Over 13 000 animals have been studied in a cytogenetical point of view. The tables present the structural abnormalities (Table 1) number abnormalities (Table 3) and the list of 28 breeds carrier of the 1/29 translocation.

Références bibliographiques

- AMRUD J., 1969. Centric fusion of chromosomes in *Norwegian red cattle* (N.R.F.). *Hereditas*, **62**, 293-302.
- BETANCOURT A., GUTIERREZ C., SANCHEZ Aida, 1974. *Importancia del estudio cromosómico in bovinos seleccionados como reproductores*. 1st World Congress on Genetics applied to livestock production Madrid, 7-11 oct., **3**, 213-218.
- BLAZAK W. F., ELDRIDGE F. E., 1977. A Robertsonian translocation and its effect upon fertility in Brown Swiss cattle. *J. Dairy Sci.*, **60**, 1133-1142.
- BONGSO A., BASRUR P. K., 1976. Chromosome anomalies in canadian *guernsey* bulls. *Cornell Vet.*, **66**, 476-489.
- BRUEKE A. N., CHAPMAN H. M., 1973. Autosomal translocations in two exotic breeds of cattle in New Zealand. *Vet. Rec.*, **92**, 615-620.

- CRIBIU E. P., POPESCU C. P., 1974. Un cas de chromosomes Y anormalement long chez *Bos taurus* L. *Ann. Genet. Selec. Anim.*, **6**, 387-390.
- DARRE R., BERLAND H. M., GUENNEC G., 1974. Une nouvelle translocation robertsonienne chez les bovins. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **6**, 297-303.
- DOBRIYANOV D., KONSTANTINOV G., 1970. A case of mosaicism of the 58 AXY, 58 AXYX type in a male calf of the Bulgarian Brown cattle breed. *C.R. Acad. Sci. agric.*, Bulg. **3**, 271-276.
- DUNN H. O., JOHNSON R. H., 1972. A 61XY cell line, in a calf with extreme brachygnathia. *J. of Dairy Sci.*, **55**, 524-526.
- ELDRIDGE F. E., 1974. A dicentric Robertsonian translocation in a dexter cow. *J. Hered.*, **65**, 353-355.
- ELDRIDGE E. F., 1975. High frequency of a Robertsonian translocation in on herd of British White cattle. *Vet. Rec.*, **97**, 71-72.
- FECHEHEIMER N. S., 1973. A cytogenetic survey of young bulls in the U.S.A. *Vet. Rec.*, **93** (20), 535-536.
- FISCHER H., HÖHN, HENNI, SCHEURMANN, ELKE, 1975. Untersuchungen über die karyotypen des Braunen Atlas Rindes. *Giessener Beitr. Erbpäth. Zuchthyg.*, **6**, 70-79.
- FROGET J., COULON J., MAIN M. C., DAUBIEZ J. M., 1972. Anomalie chromosomique de type fusion centrique chez un veau Charolais. *Bull. Soc. Sci. Vet. et Med. comparée* (Lyon), **74**, 131-135.
- GUSTAVSSON I., ROCKBORN G., 1964. Chromosome abnormality in three cases of lymphatic leukaemia in cattle. *Nature* (Lond.), **203**, 990.
- GUSTAVSSON, FRACCARO M., TIEPOLO L., LINDSTEIN J., 1968. Presumptive-X-autosome translocation in a cow: preferential inactivation of the normal X chromosome. *Nature*, **218**, 183-184.
- GUSTAVSSON I., 1969. Cytogenetics, distribution and phenotypic effects of a translocation in swedish cattle. *Hereditas*, **63**, 68-169.
- GUSTAVSSON I., HAGELTORN M., ZECH L., 1976. Identification of the 1/29 translocation in the Swedish Red and White (SRB) cattle breed by utilization of new staining techniques. *Hereditas*, **82**, 260-262.
- HANSEN K. M., 1969. Bovine tendem fusion and infertility. (Abstr.). *Hereditas*, **63**, 453-454
- HARVEY M. J. A., 1972. Chromosomes analysis of cattle in Great Britain. Proc. VIII Internat. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insemin. Munich 1101-1103.
- HARVEY J. A., 1974. Chromosome analysis of cattle populations. *Vet. Rec.*, **94**, 227.
- HARVEY M. J. A., 1976. Veterinary cytogenetics. *Vet. Rec.*, **98** (24), 479-481.
- HERZOG A., HÖHN H., 1968. Autosomal Trisomie bei einem kalb mit Brachygnathia inferior and Ascites congenitas. *Dtsch. Tierärztl. wochenschr.*, **23**, 604-605.
- HERZOG A., HOHN H., 1971. Zytogenetische befunde bei angeborenen anomalien des zentralnervensystems des rind. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3**, 225-234.
- HERSCHLER M. S., FECHEHEIMER N. S., 1966. Centric fusion of chromosomes in a set of bovine triplets. *Cytogenetics*, **5**, 307-312.
- KOVACS A., MESZAROS I., SELLYEI M., VASS L., 1973. Mosaic centromeric fusion in a Holstein-Friesian bull. *Acta Biol.*, **24**, 215-220.
- MORI M., SASAKI M., MAKINO S., ISHIKAWA T., KAWATA K., 1969. Autosomal trisomy in a malformed new born calf. *Proc. Japan Acad.*, **45**, 955-959.
- NORBERG H. S., REFSDAL A. O., GARM O. N. et al., 1976. A case report on X-trisomy in cattle. *Hereditas*, **82**, 69-72.
- POLLOCK D. L., 1972. A chromosome abnormality in Friesian Cattle in Great Britain. *Vet. Rec.*, **90**, 309-310.
- 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 péricentrique chez les bovins. *Ann. Génét.*, **15**, 197-200.
- POPESCU C. P. (a), 1973. L'hétérochromatine constitutive dans le caryotype bovin normal et anormal. *Ann. Génét.*, **16**, 183-188.
- POPESCU C. P., 1973 (b). Nouvelles observations sur une fusion centrique chez *Bos taurus* L. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **5**, 435-440.
- POPESCU C. P., 1974 (a). Étude du caryotype bovin par une nouvelle méthode cytogénétique : les bandes C. 1^{er} Congr. Mond. Génét. appl. l'élev., Madrid 7-11 octobre 1974, **3**, 159-164.
- POPESCU C. P., 1974 (b). Observations sur une fusion centrique chez les bovins (*Bos taurus* L.). 1^{er} Congr. Mond. Génét. appl. l'élev., Madrid 7-11 octobre 74, **3**, 165-168.

- POPESCU C. P., 1975. Sur la fréquence de la translocation 1/29 dans certaines races bovines. In 2 Europ Kolloq Zytogenet. (Chromosomenpath.) in veterinarmed saugetier. *Giessen*, 1975, 277-282.
- POPESCU C. P., 1976. New data on pericentric inversion in cattle (*Bos taurus* L.). *Ann. Génét. Sél. anim.*, **8**, 443-448.
- POPESCU C. P., 1977. A new type of Robertsonian translocation in cattle. *J. Hered.*, **68**, 138-142.
- POPESCU C. P., CRIBIU E. P., TSCHUDI P., 1976. Deux cas de fusion centrique chez *Bos taurus* L. en Suisse. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **7**, 317-319.
- QUEINNEC G., DARRE R., BERLAND H. M., RAYNAUD J. C., 1974. Étude de la translocation 1-29 dans la population bovine du Sud-ouest de la France : conséquences zootechniques. 1^{er} Cong. *Mond. Génétique appl. Elev.*, Madrid, **3**, 131-151.
- REFSDAL A. O., 1976. Low fertility in daughters of bulls with 1/29 translocation. *Acta Vet. Scand.*, **17**, 190-195.
- RIECK G. W., HÖHN H., HERZOG A., 1968. Familial occurrence of centromeric chromosome fusion in cattle. *Zuchthygiene*, **3**, 117-182.
- RIECK G. W., HOHN H., HERZOG A., 1970. X-Trisomie beim Rind mit Anzeichen familiärer Disposition für Meiosestörungen. (All.) Rés. Angl. *Cytogenetics*, **9**, 401-409.
- RUGIATI S., FEDRIGO M., 1967. Alterazione cromosomica riscontrata in un toro acondroplastico di razza *Romagnola*. L'Atenco Parmense. *Acta Bio. Medica*, **38**, 3-7.
- STRANZINGER G. F., FÖRSTER M., 1976. Autosomale Chromosomentranslokationen beim *Fleck- und Braunvieh*. (All.) Res : Angl. *Experientia*, **32**, 24-27.
- SHORT R. V., SMITH, JANET, MANN T., EVANS E. V., HALLET, JANET, FRAYER, ANTHEA, HAMERTON L. J., 1969. Cytogenetic and endocrine studies of a freemartin heifer and its bull co-twin. *Cytogenetics*, **8**, 369-388.
- SUCCI G., GIOVANNI A. de, MOLTENI L., 1976. Nouvelles observations sur une translocation robertsonienne en race *Romagnole*. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **8**, 37-40.
- SCOTT C. D., GREGORY P. W., 1965. An XXY trisomic in an intersex of *Bos taurus* (abstr.). *Genetics*, **52**, 473-474.
- TSCHUDI F., UELTSCHI G., MARTIG J. et al., 1975. Autosomal trisomy as the cause of a defect of the interventricular septum in a *Simmental* calf. (All.). *Schweiz. Arch. Tierheilk.*, **117**, 335-340.
- ZHIGACHEV A. I., GOLDMAN I. L., 1975. Congenital ataxia in a *Black Pied* heifer. *Dokl. Vses. Akad. S-kh. Nauk*, **3**, 36-37.