

Caryotype de la Mouffette rayée, *Mephitis mephitis*

Fernande B. GENEST ⁽¹⁾, P. MORISSET et R.P. PATENAUDE *

Département de Biologie, Faculté des Sciences et de Génie
Université Laval, Québec G1K 7P4, Canada

* Jardin zoologique de Québec, 8191, avenue du Zoo, Orsainville,
Québec G1G 4G4, Canada

Résumé

Le caryotype de la Mouffette rayée [*Mephitis mephitis* (Schreber)] a été étudié dans des cultures fibroblastiques et lymphocytaires provenant de 4 mâles et de 6 femelles. Les observations en technique conventionnelle, en bandes C et en bandes G, montrent un nombre diploïde de $2n = 50$ chromosomes, comprenant 22 paires de méta- submétacentriques et 2 paires d'acrocentriques. Le chromosome X est un grand submétacentrique, dont l'identification précise n'est possible qu'en bandes C ou G. Le chromosome Y, le plus petit élément du caryotype, est un acrocentrique. Un seul cas de polymorphisme a été rencontré : un individu possède un Y de plus grande taille que chez les autres mâles. Dans l'ensemble du caryotype, le marquage en bandes C (hétérochromatine centromérique peu abondante, certains bras entièrement hétérochromatiques) et en bandes G (plusieurs bras dépourvus de bandes) est très caractéristique.

Mots clés : Caryotype, mouffette rayée, *Mephitis mephitis*.

Summary

Karyotype of the striped skunk, Mephitis mephitis

The karyotype of the striped skunk [*Mephitis mephitis* (Schreber)] was studied in fibroblast and blood cultures from 4 males and 6 females. Observations of standard, C-banded, and G-banded karyotypes show a diploid number of $2n = 50$, with 22 pairs of meta- submetacentrics and 2 pairs of acrocentrics. The X chromosome is a large submetacentric, which can be precisely identified only with C or G bands. The Y, an acrocentric, is the smallest chromosome in the complement. One case of polymorphism was observed : one individual had a larger Y than in other males. On the whole, the striped skunk's karyotype is quite characteristic by its C-banding (centromeric heterochromatin rare, some arms wholly heterochromatic) and G-banding (many arms without bands) patterns.

Key words : Karyotype, striped skunk, *Mephitis mephitis*.

(1) Adresse actuelle : Laboratoire de Cytogénétique, Département de Pathologie, Faculté de médecine, Université Laval, Québec G1K 7P4, Canada.

I. Introduction

La famille des Mustélinés (ordre des Carnivores) présente un grand intérêt cytogénétique à cause de la variation importante du nombre et de la morphologie des chromosomes à l'intérieur de cette famille (WURSTER & BENIRSCHKE, 1968). La Mouffette rayée [*Mephitis mephitis* (Schreber)] est un Mustéliné nord-américain dont les chromosomes ont été peu étudiés. Un nombre diploïde de $2n = 50$ a été signalé par FREDGA (1966, 1967) et HSU & BENIRSCHKE (1967), mais aucun travail plus récent n'a été consacré au caryotype de cette espèce.

Cette étude avait pour buts d'étudier le caryotype d'un plus grand nombre d'individus et d'appliquer, en plus de la technique conventionnelle de coloration, les techniques de marquage en bandes C et G, qui permettent une meilleure identification des paires de chromosomes.

II. Matériel et méthodes

Des mouffettes (*Mephitis mephitis mephitis*) (BANFIELD, 1974) des 2 sexes ont été étudiées, soit 4 mâles et 6 femelles. Toutes provenaient du Jardin zoologique de Québec. Des prélèvements de peau et de sang ont été effectués et ont permis d'établir des cultures fibroblastiques et lymphocytaires, respectivement. Les techniques de culture et de marquage ont été décrites antérieurement (GENEST *et al.*, 1979). Des renseignements supplémentaires sur l'utilisation de ces techniques et le choix du matériel sont présentés par GENEST (1983).

La terminologie utilisée est celle proposée pour les chromosomes humains par le Système international pour la Nomenclature en Cytogénétique humaine (ISCN, 1978). Nous reconnaissons 3 types de chromosomes (acrocentriques, submetacentriques et métacentriques), classés en 2 groupes : les autosomes, formant 2 classes (les méta-submetacentriques et les acrocentriques), et les chromosomes sexuels. A l'intérieur de chaque groupe, les chromosomes sont ordonnés selon la taille décroissante des grands bras (q).

III. Résultats

Les 2 types de cultures utilisées donnent des caryotypes superposables. Toutefois, les préparations obtenues à partir de cultures de peau sont de qualité supérieure. La dispersion cellulaire et chromosomique y est plus grande, sans nécessiter de traitement préalable. Aucune des techniques de coloration et de marquage n'a posé de problème particulier d'application.

Les individus examinés ont un nombre diploïde de 50 chromosomes, comprenant 22 paires de métacentriques ou submétacentriques et 2 paires de petits acrocentriques (fig. 1 et 2). La formule gonosomique est de type XY. Le chromosome X est un grand submétacentrique de la taille de la 3^e ou 4^e paire, alors que le chromosome Y est un acrocentrique minuscule et le plus petit élément du caryotype. Comme chez plusieurs autres Carnivores, le caryotype de la Mouffette possède une paire de marqueurs : la présence d'une constriction secondaire dans la région proximale des grands bras du chromosome n° 7, un submétacentrique de taille moyenne. Cette constriction, présente chez tous les individus, est visible sur presque toutes les préparations (fig. 1).

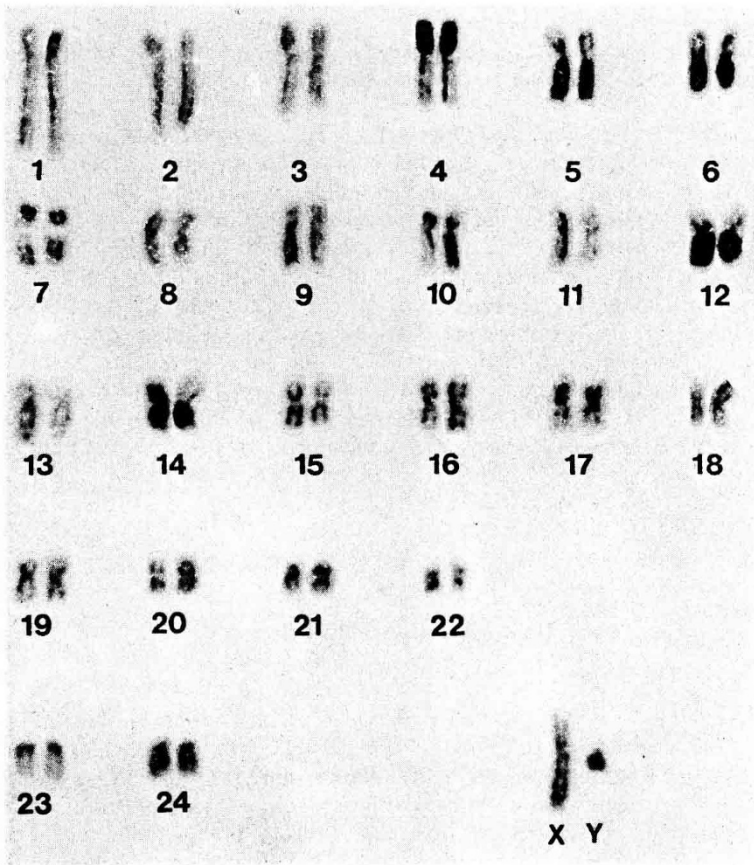


FIG. 1

Caryotype en bandes C d'une mouffette rayée mâle, $2n = 50, XY$.

C-banded karyotype of a male striped skunk, $2n = 50, XY$.

Les chromosomes 4, 6, 12 et 14 ont un bras entièrement hétérochromatique. Le chromosome Y de cet individu était de taille plus grande que celui des 3 autres mâles étudiés.

Note that pairs 4, 6, 12, and 14 have one wholly heterochromatic arm. The Y chromosome of this individual was larger than in the 3 other males studied.

Tous les individus étudiés présentent un caryotype semblable, sauf qu'un mâle possède dans toutes ses cellules un chromosome Y de taille plus grande que chez les 3 autres individus mâles. Ce chromosome, illustré dans le caryotype en bandes C (fig. 1), est identique dans les préparations provenant des 2 types de cultures. Aucune autre variation intraspécifique n'a été observée dans les caryotypes.

Le marquage du caryotype de la Mouffette en bandes C (fig. 1, annexe A) se particularise surtout par la faible abondance d'hétérochromatine centromérique. Lorsque le centromère est souligné, c'est de façon à peine perceptible. D'autre part, certains chromosomes présentent des bras entièrement hétérochromatiques, avec un marquage de très forte intensité, notamment les paires n° 4, 6, 12 et 14 (fig. 1). Le chromosome X est très peu marqué, une seule bande de faible intensité apparaissant dans la partie distale du grand bras ; il ne possède pas d'hétérochromatine centromérique de façon perceptible. Le chromosome Y, par contre, est entièrement hétérochromatique et facile à distinguer des plus petits chromosomes.

En bandes G (fig. 2, annexe B), le caryotype présente une caractéristique peu fréquente chez les Mammifères : l'absence totale ou presque de bandes sur un des bras (p ou q), notamment chez les paires n° 4, 8, 9, 11, 14 et 18. Lorsqu'il y a des bandes dans ces régions, elles ont une intensité très faible et sont à peine visibles. L'ensemble du caryotype possède toutefois une grande quantité de bandes positives, négatives ou variables (dont l'intensité varie d'une cellule à l'autre) et tous les homologues sont facilement identifiables. Le déroulement accentué de certaines paires chromosomiques met en évidence de fines bandes qui facilitent grandement l'identification. Les gonosomes se distinguent bien des autosomes. Le X présente, sur ses 2 bras, un marquage unique dans le caryotype par l'alternance et la disposition de ses bandes (fig. 2). Le chromosome Y ne possède pas de marquage bien spécifique, étant presque entièrement variable ; seule une mince bande de faible intensité apparaît à sa partie distale.

IV. Discussion et conclusion

Bien que le caryotype tel qu'observé par la méthode conventionnelle soit à peu près semblable à celui décrit par les auteurs antérieurs (FREDGA, 1966 ; HSU & BENIRSCHKE, 1967), l'utilisation des techniques de marquage en bandes C et G permet une bien meilleure identification des chromosomes de la Mouffette rayée. Les bandes C, notamment, présentent un marquage très spécifique. De prime abord, le caryotype semble pauvre en hétérochromatine constitutive ; cependant, l'absence presque complète de celle-ci au niveau centromérique, de même que le long des chromatides de la majorité des chromosomes, est compensée par la présence d'hétérochromatine constitutive sur la totalité des bras de certains chromosomes. Ce type de marquage en bandes C est absent chez presque tous les mammifères dont le caryotype a été décrit. On le rencontre, toutefois, chez le Renard arctique (*Alopex lagopus*), dont 10 paires sur 24 ont un bras entièrement hétérochromatique (GENEST, 1983 ; GENEST *et al.*, en préparation). Cette particularité semble caractériser également plusieurs espèces de Mustélidés, notamment des espèces du genre *Mustela*. La

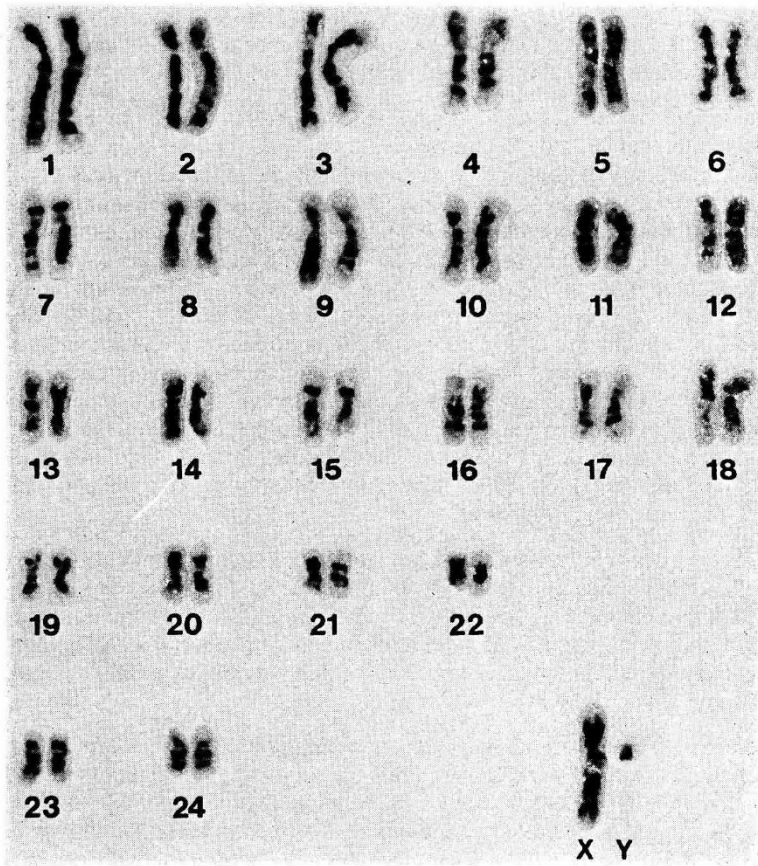


FIG. 2

Caryotype en bandes G d'une mouffette rayée mâle, $2n = 50$, XY.

G-banded karyotype of a male striped skunk, $2n = 50$, XY.

Les chromosomes 4, 8, 9, 11, 14 et 18 présentent une absence totale ou presque de bandes sur l'un ou l'autre de leurs bras.

Note that chromosomes 4, 8, 9, 11, 14, and 18 show no or almost no banding on one of their arms.

Belette commune (*Mustela nivalis vulgaris*) et la Belette pygmée (*Mustela nivalis nivalis*) ont, dans leur caryotype en bandes C, 7 bras entièrement hétérochromatiques (GRAFODATSKY *et al.*, 1977 ; MANDAHL & FREDGA, 1980), alors que le Putois européen (*Mustela putorius*) et le Putois des steppes (*Mustela eversmanni*) en ont respectivement 3 et 1 (FREDGA & MANDAHL, 1973 ; GRAFODATSKY *et al.*, 1977). Il semble y avoir des variations interspécifiques dans l'intensité de ce marquage, bien qu'il soit difficile d'apprécier ces variations, qui peuvent être le résultat de manipulations techniques

différentes. L'utilisation de la technique de marquage en bandes C, trop souvent sous-estimée dans l'établissement des caryotypes, apporte dans le cas des Mustélidés autant d'informations discriminantes que celle des bandes G.

Le marquage en bandes G a permis de constater l'absence de bandes marquées sur l'un ou l'autre des bras de 6 chromosomes. Ce phénomène, bien que présent chez d'autres Mammifères, n'est nulle part aussi fréquent que chez les Mustélidés. MANDAHL & FREDGA (1980) remarquent que, chez la Belette, les bras chromosomiques peu marqués en bandes G ont tendance à être fortement marqués en bandes C. Dans le cas de la Mouffette rayée, cette corrélation se vérifie pour les bras 4p et 14q seulement ; aucun autre bras peu marqué en bandes G ne correspond à un bras fortement marqué en bandes C. Comme nous-mêmes, MANDAHL & FREDGA (1980) ont effectué leurs colorations en bandes C et G sur des préparations différentes ; or, seul le traitement successif d'une même cellule par les 2 techniques en question pourrait, à notre avis, permettre d'établir clairement une telle correspondance entre marquage en bandes C et G. Quant au chromosome X, il présente un marquage comparable en tout point à celui observé chez beaucoup d'espèces de familles et d'ordres différents : Castoridés, Ursidés, Cervidés, Procyonidés, Canidés (GENEST, 1983 ; GENEST *et al.*, 1979 et en préparation).

L'ensemble des caryotypes étudiés, notamment en bandes C, a permis de déterminer avec certitude que le chromosome Y de la Mouffette rayée est un acrocentrique. La présence chez un individu d'un Y de plus grande taille permet de confirmer sa nature acrocentrique. Comme aucune translocation avec d'autres chromosomes n'a pu être repérée chez cet individu, il semble exister un polymorphisme du chromosome Y chez la Mouffette rayée.

La présence d'une paire de chromosomes marqueurs chez la Mouffette n'étonne guère puisque les autres Mustélidés dont le caryotype est connu possèdent tous de une à trois paires de chromosomes marqueurs (MULDAL, 1950 ; BENIRSCHKE & Low, 1966 ; FREDGA, 1966, 1967 ; OMODEO & RENZONI, 1966 ; TALUKDAR & MANNA, 1966 ; Hsu & BENIRSCHKE, 1967 ; WURSTER & BENIRSCHKE, 1967 ; Hsu & BENIRSCHKE, 1968). Bien que ces chromosomes soient présents chez toutes les espèces, chacune est caractérisée par des marqueurs bien spécifiques. Leur grande diversité à l'intérieur d'une même famille est interprétée par certains chercheurs (WURSTER & BENIRSCHKE, 1968) comme un indice illustrant la tendance de ce groupe à accumuler des réarrangements chromosomiques. Ces derniers peuvent expliquer la grande variation du nombre diploïde ($2n = 30-64$) chez les Mustélidés.

Reçu le 25 mars 1985.

Accepté le 27 novembre 1985

Remerciements

Nous remercions les autorités du Département de pathologie de la Faculté de médecine de l'Université Laval pour l'hospitalité accordée à F.B.G. dans leur Laboratoire de cytogénétique. La Direction du Jardin zoologique de Québec nous a permis la collecte des échantillons de peau et de sang. Cette étude a été réalisée grâce à des bourses d'études attribuées à F.B.G. par le Conseil national de recherches du Canada, le Ministère de l'Éducation du Québec et la Société zoologique de Québec. Ce travail a été en partie supporté par une subvention (A-5702) du Conseil de recherches en sciences naturelles et génie du Canada.

Références bibliographiques

- BANFIELD A.W.F., 1974. *Les mammifères du Canada*. 406 pp., Presses de l'Université Laval, Québec.
- BENIRSCHKE K., LOW R.J., 1966. Chromosome studies on four carnivores. *Mammal. Chrom. Newsl.*, **21**, 148.
- FREDGA K., 1966. Chromosome studies in six species of Mustelidae and one of Procyonidae. *Mammal. Chrom. Newsl.*, **21**, 145.
- FREDGA K., 1967. Comparative chromosome studies of the family Mustelidae (Carnivora, Mammalia). *Hereditas*, **57**, 295.
- FREDGA K., MANDAHL N., 1973. Autosomal heterochromatin in some carnivores. *Nobel Symp.*, **23**, 104-117.
- GENEST F.B., 1983. *Etude chromosomique de quelques mammifères sauvages canadiens*. 414 pp., Thèse de doctorat, Université Laval, Québec.
- GENEST F.B., MORISSET P., PATENAUDE R.P., 1979. The chromosomes of the Canadian beaver, *Castor canadensis*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **21**, 37-42.
- GRAFODATSKY A.S., TERNOVSKY D.V., ISAENKO A.A., RADZHABLI S., 1977. Constitutive heterochromatin and DNA content in some Mustelids (Mustelidae, Carnivora). *Genetika*, **13**, 2123-2128.
- HSU T.C., BENIRSCHKE K., 1967. *An atlas of mammalian chromosomes*, Vol. 1, 1-50. Springer, Berlin-Heidelberg-New York.
- HSU T.C., BENIRSCHKE K., 1968. *An atlas of mammalian chromosomes*, Vol. 2, 51-100. Springer, Berlin-Heidelberg-New York.
- ISCN, 1978. An international system for human cytogenetic nomenclature. *Cytogenet. Cell Genetics*, **21**, 313-404.
- MANDAHL N., FREDGA K., 1980. A comparative chromosome study by means of G-, C-, and NOR-bandings of the weasel, the pygmy weasel and the stoat (*Mustela*, Carnivora, Mammalia). *Hereditas*, **93**, 75-83.
- MULDAL S., 1950. A list of vertebrates observed at Bayfordbury, 1949/1950. *John Innes Hort. Inst. 41th Ann. Rep.*, 39-41.
- OMODEO P., RENZONI A., 1966. The karyotype of some Mustelidae. *Caryologia*, **19**, 219-226.
- TALUKDAR M., MANNA G.K., 1966. Karyotypes of five carnivoran species from India. *Mammal. Chrom. Newsl.*, **21**, 151-153.
- WURSTER D.H., BENIRSCHKE K., 1967. Chromosome number in thirty species of carnivores. *Mammal. Chrom. Newsl.*, **3**, 195.
- WURSTER D.H., BENIRSCHKE K., 1968. Comparative cytogenetics studies in order Carnivora. *Chromosoma* (Berl.), **24**, 336-382.

Annexe A

Caractérisation du caryotype de la Mouffette rayée (*Mephitis mephitis*) en bandes C.

N° du chromosome	Région	Caractéristiques du marquage
Autosomes :		
Métacentriques et submétacentriques		
1	Cen	Mince ; très faible intensité
2	—	Non perceptible
3	Cen	Très mince ; très faible intensité
4	Cen + p total	p entièrement hétérochromatique ; très forte intensité
5	—	Non perceptible
6	Cen + q total	q entièrement hétérochromatique ; très forte intensité
7	—	Non perceptible
8	Cen ?	Mince ; très faible intensité
9	Cen	Très mince ; très faible intensité
10	Cen + p distal	Mince ; intensité moyenne
11	Cen	Mince ; très faible intensité
12	Cen + q total	q entièrement hétérochromatique ; très forte intensité
13	Cen	Largeur moyenne ; intensité moyenne
14	Cen + q total	q entièrement hétérochromatique ; intensité moyenne
15	Cen	Mince ; intensité moyenne
16	Cen	Largeur moyenne ; faible intensité
17	Cen + q proximal + p total	Largeur moyenne ; intensité moyenne Entièrement hétérochromatique
18	—	Non perceptible
19	Cen	Largeur moyenne ; intensité moyenne
20	p + q médian	Largeur moyenne ; faible intensité
21	Cen + p proximal	Large ; intensité moyenne
22	q distal	Large ; intensité moyenne
Autosomes :		
acrocentriques		
23	Cen	Large ; intensité moyenne
24	Cen	Etroit ; faible intensité
Chromosomes sexuels		
X	Cen	Très faible
	q distal	Mince ; très faible intensité
Y	Cen + q total	Entièrement hétérochromatique ; très forte intensité

Annexe B

Caractérisation du caryotype de la Mouffette rayée (*Mephitis mephitis*) en bandes G.

N° du chromosome	Bras	Nombre de régions	Repères
Autosomes :			
métacentriques et submétacentriques			
1	p	2	Bande médiane positive de forte intensité
	q	4	Large bande sous-proximale positive ; large bande sous-médiane positive ; bande distale positive
2	p	2	Bande distale positive de forte intensité
	q	4	Bande proximale positive de forte intensité ; large bande médiane variable ; bande pré-distale positive
3	p	2	Bande pré-distale positive
	q	4	Bande proximale positive de forte intensité ; mince bande sous-médiane positive ; bande pré-distale positive
4	p	2	Presque entièrement variable ; très mince bande médiane positive
	q	4	Bande sous-médiane négative ; large bande distale variable
5	p	2	Bande proximale positive
	q	3	Très large bande proximale positive ; très large bande distale positive
6	p	2	Bande médiane positive de forte intensité
	q	3	Bande proximale positive ; bande distale positive de faible intensité
7	p	2	Bande médiane positive de forte intensité
	q	3	Bande proximale positive de forte intensité ; bande distale positive
8	p	1	Entièrement variable
	q	3	Bande proximale positive de forte intensité ; large bande distale variable
9	p	2	Mince bande médiane positive de faible intensité
	q	3	Très large bande médiane positive de forte intensité ; mince bande pré-distale positive
10	p	2	Large bande proximale positive
	q	4	Bande proximale positive suivie d'une bande négative ; large bande distale variable

Annexe B (suite)

N° du chromosome	Bras	Nombre de régions	Repères
11	p	3	Large bande proximale négative ; bande médiane positive
	q	3	Bande proximale positive ; très large bande distale variable
12	p	3	Bande proximale positive ; bande pré-distale positive
	q	3	Bande sous-proximale positive de forte intensité ; bande distale variable
13	p	2	Bande proximale positive
	q	4	Bande proximale positive de forte intensité suivie d'une bande médiane négative ; large bande distale variable
14	p	2	Bande médiane positive de forte intensité
	q	3	Presque entièrement variable ; bande médiane positive de faible intensité
15	p	2	Large bande proximale positive
	q	3	Bande médiane positive de forte intensité ; très large bande distale variable
16	p	2	Bande médiane positive
	q	3	Bande médiane positive d'intensité moyenne suivie d'une large bande pré-distale variable ; bande distale positive d'intensité moyenne
17	p	3	Bande proximale positive de forte intensité ; très large bande distale variable
	q	3	Bande proximale positive de forte intensité ; bande médiane positive
18	p	2	Bande distale positive de faible intensité
	q	3	Bande proximale positive de faible intensité ; large bande distale variable
19	p	2	Bande distale positive de forte intensité
	q	2	Très large bande distale positive de forte intensité
20	p	3	Bande proximale variable ; mince bande distale positive
	q	3	Bande proximale positive de faible intensité ; large bande distale variable
21	p	2	Bande proximale positive d'intensité moyenne
	q	3	Bande proximale positive d'intensité moyenne ; large bande distale négative

Annexe B (suite)

N° du chromosome	Bras	Nombre de régions	Repères
22	p	1	Large bande variable
	q	2	Bande proximale positive d'intensité moyenne
Autosomes : acrocentriques			
23	q	4	Bande proximale positive de forte intensité ; large bande médiane positive de faible intensité ; bande distale positive de faible intensité
24	q	3	Bande proximale positive de faible intensité ; bande médiane positive de forte intensité
Chromosomes sexuels			
X	p	2	Très large bande médiane positive de forte intensité
	q	4	Bande proximale positive d'intensité moyenne suivie d'une large bande pré-médiane négative ; très large bande médiane positive de forte intensité ; bande pré-distale positive
Y	q	2	Très large bande variable ; très mince bande positive de faible intensité à la partie distale