

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

CYTOGÉOGRAPHIE ET TAXONOMIE
INFRASPÉCIFIQUE DE L'ASTER CORDIFOLIUS L.
(ASTERACEAE) AU QUÉBEC

PAR

ANDRÉ LEGAULT

DÉPARTEMENT DE SCIENCES BIOLOGIQUES
FACULTÉ DES ARTS ET DES SCIENCES

MÉMOIRE PRÉSENTÉE À LA FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES
EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE
MAÎTRE ÈS SCIENCES (M.SC.)

(DÉCEMBRE 1986)



PK
3
U34
1987
15003

TABLE DES MATIÈRES

	<u>PAGE</u>
TABLE DES MATIÈRES	I
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES CARTES	V
SOMMAIRE	VI
CHAPITRE 1 - CYTOLOGIE	
- Introduction	1
- Matériel et méthodes	
. Récoltes	2
. Cytologie	2
. Croisements	3
- Résultats et discussion	
. Comptages et niveaux de ploïdie	3
. Variations chromosomiques	3
. Populations mixtes	5
. Facteurs de distribution des cytotypes	5
. Distribution des cytotypes au Québec et au Nouveau-Brunswick .	6
- Conclusion	7
CHAPITRE 2 - TAXONOMIE	
- Introduction	8

- Matériel et méthodes	
. Échantillon	9
. Caractéristiques des plantes des échantillons	9
. Liste par région géographique des plantes des échantillons ...	10
. Liste des 40 variables étudiées chez l' <u>Aster cordifolius</u> L. ..	11
. Méthodologie d'estimation des variables	12
. Traitements statistiques	12
- Résultats et discussion	
. Discussion sur la méthode	13
. Diploïdes vs tétraploïdes	14
. Var. <u>Furbishiae</u> Fern. et var. <u>racemiflorus</u> Fern.	16
. Var. <u>polycephalus</u> Porter	18
. Statut taxonomique des diploïdes et des tétraploïdes	20
. Description de l' <u>Aster cordifolius</u> L.	20
- Conclusion	23
CONCLUSION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE DE L' <u>ASTER CORDIFOLIUS</u> L. AU QUÉBEC ET AU NOUVEAU-BRUNSWICK	24
TABLEAUX	25
ANNEXES	
1. Synonymie	51
2. Liste des hybrides	54
3. Définitions et précisions sur le sens de quelques variables ..	55
4. Clef d'identification des variétés	58
CARTES	59

PAGE

REMERCIEMENTS	68
BIBLIOGRAPHIE	69

LISTE DES TABLEAUX

	<u>PAGE</u>
1. Nouveaux comptages chromosomiques pour l' <u>Aster cordifolius</u> L.	25
2. Croisements expérimentaux entre diploïdes et tétraploïdes de l' <u>Aster cordifolius</u> L.	35
3. Comparaison des moyennes des diploïdes et des tétraploïdes (serre et terrain) de l' <u>Aster cordifolius</u> L.	36
4. Valeurs limites aux seuils de signification $\alpha = 0.05$ des 6 variables caractérisant les cytotypes de l' <u>Aster cordifolius</u> L.	45
5. Analyse canonique de 4 des variables caractérisant les cytotypes de l' <u>Aster cordifolius</u> L.	46
6. Comparaison des moyennes du groupe <u>Furbishiae</u> Fern./ <u>racemiflorus</u> Fern. aux moyennes du groupe <u>cordifolius/polycephalus</u> Porter de l'espèce <u>A. cordifolius</u> L.	47
7. Coefficients de corrélations de quelques variables de l' <u>Aster cordifolius</u> L.	50

LISTE DES CARTES

	<u>PAGE</u>
1. Distribution générale des cytotypes de l' <u>Aster cordifolius</u> L. au début de l'étude	59
2. Territoire couvert par cette étude	60
3. Distribution des cytotypes de l' <u>Aster cordifolius</u> L. dans le centre du Québec (Établie au cours de cette étude)	61
4. Distribution des cytotypes de l' <u>Aster cordifolius</u> L. au Québec et au Nouveau-Brunswick (Établie au cours de cette étude)	62
5. Distribution générale des cytotypes de l' <u>Aster cordifolius</u> L. à la fin de l'étude	63
6. Distribution des variétés de l' <u>Aster cordifolius</u> L. présentes au Québec	64
7. Zones de végétation forestière du Québec méridional	65
8. Degrés/jours C° de croissance du Québec méridional	66
9. Régions physiographiques du Québec méridional	67

SOMMAIRE

Le genre Aster (Asteraceae, Astereae), contient approximativement 250 espèces, dont 150 d'origine nord-américaine. L'Eurasie, l'Amérique du Sud et l'Afrique se partagent le reste du genre (Brouillet, 1981).

Aster cordifolius L. appartient à la sous-section Heterophylli ($x=8$), section Dumosi ($x=8$), du sous-genre Aster ($x=7,8,9$) (Semple & Brouillet, 1980a, b). C'est une espèce indigène de l'Amérique du Nord confinée à la région appalachienne du continent (Rousseau, 1974).

Quatre taxons infraspécifiques sont rapportés au Québec: A. cordifolius L. var. cordifolius, var. polycephalus Porter, var. racemiflorus Fern. et var. Furbishiae Fern. (Fernald, 1950). Deux races chromosomiques ($2n=16, 32$) sont connues chez l'espèce (Jones, 1977) et leur patron de distribution est fort complexe (Brouillet, 1983a).

Le but de cette étude est de définir la distribution des cytotypes de l'Aster cordifolius L. au Québec et de vérifier la validité des taxons infraspécifiques décrits par Fernald (1950).

Nos travaux de cytologie, la morphométrie et les comparaisons serreterrain nous permettent de tirer les conclusions suivantes:

- 1) Au Québec, Aster cordifolius L. est constitué de deux cytotypes ($2n=16, 32$). Les diploïdes sont significativement différents des tétraploïdes pour 6 des variables étudiées.
- 2) Les variétés Furbishiae Fern., racemiflorus Fern. et polycephalus Porter décrites dans la littérature sont des phénotypes environnementaux et ne méritent pas le statut de variété.

CHAPITRE 1 - CYTOLOGIE

INTRODUCTION

Un nombre important de comptages chromosomiques concernant les espèces de la sous-section Heterophylli sont rapportés dans la littérature (Ravel, 1945; Avers, 1953a, b, c, 1954a, b, 1957; Husiwara, 1958; Van Faasen, 1963; Van Faasen et Sterk, 1973; Löve et Löve, 1964, 1982; Dean, 1966; Jones, 1977, 1980b; Harriman, 1978; Parfitt et Harriman, 1981; Semple et Brouillet, 1980b; Morton, 1981; Fusiak et Morton, 1981; Brouillet, 1983b; Hill, 1983; Semple, 1983). Le nombre chromosomique de base du groupe est $x=8$ (Jones, 1977) et non $x=9$, comme le croyaient, entre autres, Avers (1953b) et Van Faasen (1963). Fusiak et Morton (1981) attribuent cette méprise à la présence de chromosomes accessoires.

Aster cordifolius L. est composé de diploïdes et de tétraploïdes (Avers, 1953b). Les nombres chromosomiques de 101 individus (31 diploïdes, 70 tétraploïdes) ont été publiés à ce jour: Avers (1953b, 1954a); Van Faasen (1963); Van Faasen et Sterk (1973); Jones (1977, 1980b); Semple et Brouillet (1980b); Morton (1981); Fusiak et Morton (1981); Brouillet (1983b); Hill (1983); Semple (1983). La répartition des comptages connus avant le début de cette étude est illustrée sur la carte 1 (Brouillet, 1983a). La distribution des cytotypes au Québec reste tout de même à déterminer car seulement trois comptages y sont rapportés. Des chromosomes surnuméraires (chromosomes-B) sont décrits chez quelques diploïdes (Fusiak et Morton, 1981; Jones 1980a, b).

Les buts des travaux de cytologie de cette étude sont:

- a) définir la distribution des cytotypes de l'Aster cordifolius L. au Québec;
- b) déterminer s'il y a sympatrie et, si oui, de localiser cette (ou ces) zone(s) de contact;
- c) expliquer la distribution actuelle des cytotypes au Québec.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

. Récoltes

Quarante populations de 10 individus ainsi que 90 individus indépendants sont récoltés au Québec et au Nouveau-Brunswick au cours des automnes 1982 et 1983 (Carte 2). De chacune de ces plantes, un spécimen d'herbier est conservé et une bouture de rhizome est cultivée dans les serres de l'Institut botanique de l'Université de Montréal. Les boutures sont plantées dans des pots de quatre pouces contenant un mélange 1-1-1 de terre noire, de sable de Joliette et de mousse de tourbe.

. Cytologie

La détermination des nombres chromosomiques se fait à partir d'apex de racines prélevés sur les rhizomes en culture.

Les chromosomes sont mis en évidence par la série de traitements suivants, modifiés de Semple & Brouillet (1980b).

- 1) Pré-traitement à la colchicine 0,05 % (2 à 4 heures).
- 2) Fixation au Carnoy 3-1 (3 éthanol absolu - 1 acide acétique glacial) (16 à 24 heures).
- 3) Bain à l'eau distillée (2 à 5 minutes).
- 4) Hydrolyse au HCl 1N (12 minutes).
- 5) Deux bains à l'eau distillée (2 minutes chacun).
- 6) Coloration à l'acéto-orcéine 2% (16 à 18 heures).
- 7) Deux bains dans l'éthanol 70% (1 à 2 minutes chacun).
- 8) Entreposage dans l'éthanol 70% (aussi longtemps que nécessaire).
- 9) Ecrasement des pointes de racines dans l'acide acétique 45%.
- 10) Examen des métaphases mitotiques sur microscope à contraste de phase Wild M-20.
- 11) Dessin à main levée de chacune des configurations observées.

. Croisements

Cinq diploïdes et cinq tétraploïdes cultivés en serre sont utilisés pour les croisements. Chez chacune de ces plantes, deux capitules en bouton sont isolés par des tentes de nylon jusqu'à l'anthèse. Chaque jour, du début à la fin de l'anthèse (4 à 7 jours), les capitules isolés sont découverts et saupoudrés de pollen provenant de plantes d'un niveau de ploïdie différent de celui de la plante-mère. Après chaque essai de fécondation, les capitules sont à nouveau isolés par des tentes de nylon et ce, jusqu'à maturation des fruits. Les fruits mûrs sont mis en culture et leur nombre chromosomique déterminé à partir d'apex de racines.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

. Comptages et niveaux de ploïdie

Au cours de cette étude, les nombres chromosomiques de 209 individus de l'Aster cordifolius L. ont été déterminés (Tableau 1). Ceci porte à 310 le total des individus dont le cytotype est connu. Des 209 individus étudiés, 122 sont diploïdes et 87 tétraploïdes. Au Québec, les diploïdes sont plus nombreux car ils occupent une plus grande portion du territoire (Carte 4) alors que dans l'ensemble de l'aire de distribution (Carte 5), où ils occupent à peu près la même surface, le nombre de diploïdes (153) est égal au nombre de tétraploïdes (157). L'examen cytologique des populations mixtes et des résultats de croisements n'ont mis en évidence aucun intermédiaire (triploïde). Les quelques akènes obtenus des croisements expérimentaux (Tableau 2) sont du même niveau de ploïdie que les plantes-mères et attribuables à de l'autofécondation. De tels résultats ont été observés chez d'autres Aster (Allen et al., 1983; Avers, 1953c, 1957). Donc, tel que rapporté dans la littérature, seuls 2 niveaux de ploïdie sont présents chez l'espèce.

. Variations chromosomiques

Des chromosomes surnuméraires (chromosomes-B) sont présents chez 5 diploïdes (128-3, 303-5, 306-9, 317-3, 410-3). Ces plantes proviennent toutes

de populations différentes et ne présentent pas de caractéristiques morphologiques particulières. Fusiak et Morton (1981) et Jones (1980a, b) n'ont pas discuté de la morphologie des individus de l'Aster cordifolius L. ayant des chromosomes-B. De façon générale, à l'intérieur d'une espèce où l'on observe des chromosomes surnuméraires, les phénotypes des individus porteurs ou non sont semblables. Cependant, plusieurs études ont mis en évidence l'influence des chromosomes-B sur le phénotype de certaines espèces (Jones, 1984).

Les chromosomes surnuméraires sont en contradiction avec la plupart des lois de la génétique mendélienne (Jones, 1984). Il est donc important de mentionner leur présence afin de pouvoir éventuellement établir leur rôle.

Près de la moitié des tétraploïdes étudiés (36) sont mosaïques: le nombre de chromosomes par cellule varie de 28 à 32. L'observation, à la mitose, de ponts de chromatine en télophase et interphase, de chromosomes retardataires en anaphase et de chromosomes non-intégrés aux noyaux en fin de télophase nous a convaincus de la validité de ces dénombrements (Swanson, Merz et Young, 1981; Miyazaki et Tashiro, 1977). Notons toutefois l'absence de plantes dont toutes les cellules ont un nombre de chromosomes inférieur à 32. La perte d'une partie du génome conduit probablement à une incapacité pour la cellule de réaliser la méiose ou pour la gamète de former un zygote viable. Les individus mosaïques ne se distinguent pas des autres tétraploïdes pour les 40 caractères étudiés. Les variations de nombres chromosomiques, observées à l'intérieur d'une espèce, ne provoquent pas nécessairement de changements morphologiques (Sharma and Sharma, 1983; Jackson, 1976, 1971; Stebbins, 1971). Il ne faut pas pour autant minimiser l'impact évolutif de la polyploïdisation chez l'Aster cordifolius L. L'instabilité génomique des tétraploïdes et les différences morphologiques observées entre les diploïdes et les tétraploïdes (cf. chapitre Taxonomie) sont des indices de différenciation infraspécifique. En ce sens, Jones (1984) considère que la polyploïdisation est le plus important mode d'évolution du génome chez les plantes supérieures. Stebbins (1971) pour sa part estime que ce phénomène constitue un processus de spéciation important, présent chez 30 à 35 % des plantes à fleurs.

La présence de mosaïques chez l'Aster cordifolius L. est ici mentionnée pour la première fois. Les auteurs des dénombrements antérieurs se sont davantage préoccupés d'identifier les cytotypes que de circonscrire la problématique cytogénétique de l'espèce. Des résultats jugés à prime abord aberrants sont parfois considérés non-valables et relégués aux oubliettes (Favarger, 1978; Gorenflot, 1985).

. Populations mixtes:

Trois populations mixtes (Lennoxville, Noyan, Marieville) ont été mises à jour au cours de cette étude (Carte 3). Bien qu'il soit possible que ces populations présentent des différences les unes par rapport aux autres, nos observations lors des visites de ces sites nous incitent à considérer qu'à l'intérieur de chacune des populations, le substrat et la composition végétale sont uniformes. La distribution aléatoire des individus des deux races au sein de ces populations nous porte à croire qu'en ces endroits les deux partagent la même niche écologique. Ce qui n'exclut pas la possibilité qu'il y ait des différences écologiques entre les cytotypes. On dirait alors des populations mixtes qu'elles sont dépourvues des facteurs limitants des deux races (Heller, 1969).

. Facteurs de distribution des cytotypes:

Les cytotypes de l'Aster cordifolius L. se côtoient dans la vallée du Richelieu. La ligne de démarcation entre les diploïdes et les tétraploïdes y est diffuse. On y trouve des populations diploïdes, tétraploïdes et mixtes (Carte 3). De part et d'autre de cette zone, la distribution est homogène (Carte 4):

- à l'ouest, les tétraploïdes;
- à l'est, les diploïdes en quasi-exclusivité.

Au Québec, aucun patron de variation, qu'il soit climatique, géomorphologique ou floristique ne coïncide avec le patron de distribution des cytotypes. Ces facteurs environnementaux semblent n'avoir que peu ou pas d'influen-

ce sur la distribution des races cytologiques. On peut cependant être tenté de faire un rapprochement entre la distribution des diploïdes et celle du domaine de l'Érablière à caryer à cause de la correspondance entre la zone de contact des cytotypes et la limite est de cette formation (MER, 1985; Grandtner, 1966) (Carte 7). Cependant, la limite nord du domaine de l'Érablière à caryer correspond à l'isobare 1800 degrés/jours C° (MER, 1985) (Carte 8) et ne transgresse pas la limite des Basses Terres du St-Laurent (Carte 9) alors que l'Aster cordifolius L. pour sa part pénètre les Laurentides jusqu'à Ste-Agathe-des-Monts à l'isobare 1500 degrés/jours C°.

L'existence de populations mixtes démontre que ces races cytologiques peuvent coloniser les mêmes milieux. Il ne faut pas croire pour autant que la distribution des cytotypes est le fruit du hasard (Loveless and Hamrick, 1984).

Le manque apparent de spécificité écologique des cytotypes nous suggère que leur distribution est fonction de phénomènes historiques plutôt qu'écologiques (Favarger, 1961, 1967; Platnick and Nelson, 1978). L'étude de la distribution des cytotypes aux Etats-Unis et en Ontario réalisée par Brouillet (1981) fait aussi ressortir la similitude des habitats occupés par chacun des cytotypes.

. Distribution des cytotypes au Québec et au Nouveau-Brunswick:

Le patron de distribution des cytotypes de l'A. cordifolius L. au Québec et au Nouveau-Brunswick correspond à une prolongation vers le nord de la répartition de ces races cytologiques en Nouvelle-Angleterre et représente l'étape ultime de la migration de l'espèce après le retrait du glacier wisconsinien.

Dans le sud-ouest du Québec, les tétraploïdes ont l'exclusivité du territoire tout comme dans les régions adjacentes sud et sud-ouest (Brouillet, 1983a). L'état de New-York et l'Ontario ont sans doute servi de voies migratoires aux tétraploïdes du sud-ouest du Québec. Dans le centre et l'est du Québec, ainsi qu'au Nouveau-Brunswick, on trouve uniquement des diploïdes.

Les populations de ces régions originent vraisemblablement des diploïdes du Maine. Un tétraploïde a été identifié à l'intérieur d'une population diploïde dans la région de Sherbrooke (Lennoxville). Les deux cytotypes sont présents dans le Vermont et au New-Hampshire (Brouillet, 1983a). Une migration contiguë des deux races vers le nord semble être l'explication la plus plausible de la présence d'une population mixte au coeur d'une région du Québec, autrement exclusivement diploïde (selon notre échantillon).

Il serait souhaitable que des études complémentaires sur la distribution des cytotypes soient entreprises pour le reste de l'aire de distribution. Ces connaissances nous permettraient de faire des comparaisons importantes (Nord vs Sud, zone glaciée vs zone non glaciée, Est vs Ouest, etc...). On ne peut pas faire de comparaisons entre des régions dont nos connaissances sont inégales (Platnick and Nelson, 1981).

CONCLUSION

- Des 209 individus étudiés, 122 sont diploïdes et 87 tétraploïdes. Cinq des diploïdes ont des chromosomes accessoires et près de la moitié des tétraploïdes (36) sont mosaïques.
- Les cytotypes sont sympatriques dans la vallée du Richelieu. On y trouve des populations diploïdes, tétraploïdes et mixtes. De la vallée du Richelieu à la frontière ontarienne, il n'y a que des tétraploïdes. D'autre part, les diploïdes ont la quasi-exclusivité du territoire à l'est de la zone de sympatrie (de la vallée du Richelieu au Nouveau-Brunswick). La population mixte de Lennoxville est la seule exception.
- Le manque apparent de spécificité écologique des races cytologiques nous amène à favoriser une explication historique de leur distribution.
- Le patron de distribution des cytotypes au Québec, représente l'étape ultime de la migration de l'espèce, vers le nord, après le retrait du glacier wisconsinien.

CHAPITRE 2 - TAXONOMIE

INTRODUCTION

L'Aster cordifolius L. est le premier Aster américain rapporté dans la littérature scientifique. Il fut décrit par Cornut en 1635 sous le nom d'Asteriscus latifolius autumnalis (Marie-Victorin, 1964). Linné lui consacre le nom d'Aster cordifolius en 1753. La synonymie complète ainsi que la liste des hybrides mentionnés dans la littérature sont fournies en annexe (Annexes 1 & 2).

L'espèce se compose de trois sous-espèces (Jones, 1980b et comm. pers. 1985) dont une se subdivise en cinq variétés (Fernald, 1950):

A. cordifolius:

- ssp. laevigatus (Porter) A.G. Jones
- ssp. sagittifolius (Wedem. ex Willd.) A.G. Jones
- ssp. cordifolius
 - . var. cordifolius
 - . var. polycephalus Porter
 - . var. racemiflorus Fern.
 - . var. Furbishiae Fern.
 - . var. moratus Shinnors

John C. Semple (comm. pers. 1985) considère que la sous-espèce laevigatus (Porter) A.G. Jones mérite de conserver le rang d'espèce et le nom d'Aster Lowrieanus Porter, tandis que la sous-espèce sagittifolius (Wedem. ex Willd.) A.G. Jones doit être incluse dans la variété cordifolius sans statut taxonomique particulier.

De ces taxons, seules les variétés cordifolius, racemiflorus Fern., polycephalus Porter et Furbishiae Fern. de la sous-espèce typique sont présentes au Québec (Fernald, 1950). Elles seules seront traitées dans cette étude (Annexe 4).

L'aire de distribution de ces variétés est illustrée sur la carte 6. La carte 1 nous présente la répartition générale de l'espèce.

Les buts des travaux de taxonomie de cette étude sont:

- a) de vérifier si les cytotypes correspondent à des morphotypes identifiables et déterminer leurs status taxonomiques.
- b) de confirmer ou infirmer la validité des taxons infraspécifiques présents au Québec.
- c) de produire une description exhaustive de l'espèce et de sa variabilité au Québec.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

. Échantillon

Quatre cent quatre-vingt-dix individus de l'Aster cordifolius L. ont été récoltés et cultivés en serre. Au moment de la floraison des boutures, un second spécimen d'herbier est prélevé et conservé avec le spécimen de terrain correspondant. De cette collection, 124 spécimens d'herbier sont sélectionnés selon les critères mentionnés ci-dessous. Le premier échantillon composé de 31 diploïdes de terrain, 31 tétraploïdes de terrain et leurs équivalents de serre servira à l'étude des caractéristiques morphologiques des cytotypes. Un deuxième échantillon formé de 88 spécimens d'herbier (24 diploïdes + 20 tétraploïdes de terrain et leurs équivalents de serre), nous servira à tester la validité des variétés Furbishiae Fern. et racemiflorus Fern.

. Caractéristiques des plantes des échantillons:

Les échantillons 1 et 2 contiennent des plantes de chacune des régions du Québec où l'on trouve l'A. cordifolius L. ainsi que des représentants de chacune des variétés. Ces plantes ont les caractéristiques suivantes:

- 1) Le niveau de ploïdie est connu.

2) Les spécimens de terrain et de serre ont des inflorescences contenant majoritairement des fleurs en anthèse (afin de comparer les plantes à des stades de développement homologues).

3) Les spécimens de terrain et de serre sont entiers: exempts de cassures et avec au moins quelques feuilles sous l'inflorescence.

. Liste par région géographique des plantes des échantillons:^a

- Laurentides: (211-6)^b, 215-9, (215-10), (215-11), (328-7), 328-9, 328-10, 332-5, 336-1, 337-6.

- Sud-Ouest du Québec: (200-1), (225-10), (226-6), (258-6), (258-8), (259-1), (275-4), (275-5), (275-8), (277-2), 279-1, (280-6), 280-9, (282-1), (283-1), (283-4), (283-6), (283-7).

- Vallée du Richelieu: 301-2, 306-13, 310-2, 312-1, 312-9, 315-1, 317-6, 317-7, 317-8, (321-8).

- Cantons de l'Est: (322-2), (323-1), (324-2), (324-4), (324-8), (324-9), (324-10), (400-1), (403-6), (405-1), (406-13), 417-6, 421-6, (426-1), 427-1.

- Région de Québec: 410-6.

- Gaspésie: (125-1), (126-1), (127-1), (128-1), (128-2), (128-4), (128-6), (129-1), (1007), (1008), (1031).

a) Le lecteur doit se référer au tableau des comptages chromosomiques pour obtenir la localisation précise de ces récoltes.

b) Les numéros des plantes de l'échantillon 1 sont soulignés, les numéros des plantes de l'échantillon 2 sont entre parenthèses. Les numéros des plantes communes aux deux échantillons sont à la fois soulignés et entre parenthèses.

. Liste des 40 variables étudiées chez l'Aster cordifolius L.:

<u>No.</u>	<u>Noms</u>
1	Longueur des feuilles A, B et C
2	Largeur des feuilles A, B et C
3A	Profondeur du sinus de la feuille 1A
5	Longueur du pétiole de la feuille 1A
6	Largeur du pétiole de la feuille 1A
8	Fréquence des dents de la feuille 1A
14	Longueur des stomates de la feuille 1A
15	Largeur des stomates de la feuille 1A
16	Densité de la pubescence de la feuille 1A mesurée à la base (A), au centre (B) et à l'apex (C)
17A	Longueur de la base de l'axe 1
17B	Nombre d'entrenoeuds de la base de l'axe 1
20	Densité de la pubescence de l'axe 1 mesurée à la base (A), juste sous l'inflorescence (B) et au milieu de l'inflorescence (C)
21	Nombre d'entrenoeuds de la partie supérieure de l'axe 1
22	Longueur de la partie supérieure de l'axe 1
23	Nombre d'entrenoeuds de l'axe 2
24	Longueur de l'axe 2
25	Nombre d'entrenoeuds de l'axe 3
26	Longueur de l'axe 3
30	Hauteur de l'involucre
34	Longueur des ligules
35	Largeur des ligules
36	Nombre de ligules
38	Longueur des tubes
39	Longueur des limbes
40	Longueur des lobes
42	Nombre de fleurs tubuleuses
43	Longueur des anthères
44	Longueur des appendices supérieurs
46	Diamètre des grains de pollen
47A	Longueur de l'axe 1

<u>No.</u>	<u>Noms</u>
47B	Nombre d'entrenoeuds de l'axe 1
48	Longueur des fleurs tubuleuses

Des définitions et précisions sur quelques variables sont données en annexe (Annexe 3).

. Méthodologie d'estimation des variables:

- Les variables pour lesquelles aucune précision sur la méthode n'est apportée sont estimées directement sur le spécimen d'herbier avec une règle à mesurer graduée en millimètres.
- Les feuilles et les capitules sont réhydratés quelques heures avant d'être mesurés (TWIN 5%).
- Les structures intracapitulaires, la largeur des pétioles ainsi que les feuilles de très petites dimensions sont mesurées avec une loupe binoculaire Wild M5A.
- Les stomates sont mis en évidence par la méthode de Hill (1978).
- Les grains de pollen sont montés dans l'eau entre lames et lamelles.
- Les dimensions des stomates et des grains de pollen sont estimées à l'aide d'un microscope à contraste de phase Wild M20.
- La densité de pubescence des feuilles et tiges est estimée à la loupe binoculaire Wild M5A à l'aide d'une chambre claire.

. Traitements statistiques:

Les données cytogéographiques et morphométriques sont analysées au Centre de calcul de l'Université de Montréal à l'aide du logiciel statistique SPSS. Des comparaisons entre diploïdes et tétraploïdes, de serre et de

terrain, y ont été effectuées par les tests statistiques suivants:

- Diagrammes de dispersion et coefficients de corrélations
- Analyses de variance univarié (ANOVA) et multivarié (MANOVA)
- Comparaisons de moyennes (test de F)
- Analyses canoniques

Les tests de similitude des moyennes (t de Student) des groupes de l'échantillon 2 ont été réalisés à l'aide d'une calculatrice de poche.

RÉSULTATS ET DISCUSSION:

. Discussion sur la méthode:

Notre travail sur le terrain, l'étude des spécimens de l'herbier Marie-Victorin et nos cultures en serre, nous ont permis de percevoir, dès la première année de notre étude, la variabilité morphologique propre à l'Aster cordifolius L. On peut voir dans une population de grandes différences d'un individu à l'autre quant à la taille des plantes, au degré de développement de l'inflorescence, à l'abondance de la pubescence, à la forme des feuilles ainsi qu'aux dimensions et à la couleur des pièces florales. Certaines plantes présentent en même temps des caractères propres à deux variétés. De plus, des caractéristiques variétales observables sur le terrain sont considérablement modifiées en serre.

Ces observations nous ont convaincus que seules des analyses morphométriques confrontant les plantes de terrain aux plantes de serre nous permettraient de comprendre les taxons infraspécifiques traditionnellement reconnus chez cette espèce. Gorenflot (1985) et Mayr (1981) ont longuement discuté de la validité d'une telle approche. Par ces comparaisons serre-terrain, nous vérifions si les caractères observés sur le terrain sont influencés par l'environnement, c'est-à-dire si ces variables ont une valeur diagnostique sûre (Davis, 1983).

Nous avons utilisé l'analyse discriminatoire afin de voir s'il y avait des différences significatives entre les groupes étudiés. Cette méthode offre les avantages suivants:

- Elle permet de comparer les groupes par variable et par ensemble de variables.
- Elle permet de considérer à la fois la variabilité intra et inter-groupes.
- Elle permet de comparer deux ou plusieurs groupes à la fois.

La problématique de la présente étude soulevait des questions précises auxquelles ce mode de comparaison répondait exactement. C'est pourquoi nous avons opté pour ce type de démarche plutôt que d'utiliser des méthodes "exploratoires", telles les analyses en composantes principales.

. Diploïdes vs tétraploïdes:

Des différences significatives entre les diploïdes et les tétraploïdes sont observées chez 15 des variables estimées à partir de spécimens de terrain (longueur feuille: 1A, 1B; largeur feuille: 2A; profondeur sinus: 3A; longueur pétiole: 5; pubescence: 16A, B, C, 20A, B, C; nbr. ligules: 36; longueur tubes: 38; nbr. entrenoeuds axe 1: 47B; nbr. fleurs tubuleuses: 42) (Tableau 3).

Les valeurs de 6 de ces variables (1A, 1B, 2A, 5, 36, 47B) s'uniformisent en serre. Ceci suggère que les différences observées sur le terrain pour ces variables ne sont que le résultat de l'influence de facteurs environnementaux (Bird, Riska et Sokal 1981; Bradshaw, 1973; Jones et Wilkins, 1971). La plasticité phénotypique est responsable d'une part de la variabilité observable chez une espèce (Morisset et Boutin, 1984). Dans la recherche de la diagnose d'un groupe de plante, il est essentiel d'écarter les variables ayant un comportement plastique (Hamet, 1985).

Par contre, les 9 autres variables demeurent significativement différentes en serre (3A, 16A, B, C, 20A, B, C, 38, 42). Six d'entre elles sont des mesures de pubescence. Ces variables étant fortement corrélées ne représentent qu'un seul caractère (Le Quesne, 1969; Rahlf, 1967; Sneath et Sokal, 1973). Nous avons fait plusieurs estimations de la pubescence de chacun des individus afin de nous assurer que l'effet de position ne masque pas de différences. Bien que ces 6 variables soient discriminantes, nous ne retiendrons que la variable 20B comme descripteur de la pubescence de la plante. Finalement, seules 4 des variables étudiées (3A, 20B, 38, 42) ont un comportement serre-terrain qui leur confère une valeur diagnostique certaine.

Sur le terrain, les cytotypes sont significativement différents au niveau des variables 14 et 46 (longueur des stomates et diamètre des grains de pollen). Typiquement, les dimensions cellulaires augmentent avec le niveau de ploïdie (Lewis, 1980). Nous n'avons pas comparé les plantes de terrain aux plantes de serre pour ces variables. Les dimensions cellulaires, généralement liées à la quantité d'ADN (donc au niveau de ploïdie), sont peu influencées par l'environnement (Nebel, 1934). Ceci porte donc à 6 le nombre de variables indépendantes pouvant servir à caractériser les cytotypes. Ce sont le diamètre des grains de pollen (46), la longueur des stomates (14), la profondeur du sinus de la feuille juste sous l'inflorescence (3A), la pubescence (20B), la longueur des tubes des fleurs tubuleuses (38), le nombre de fleurs tubuleuses (42).

Le tableau 4 nous donne, pour chacune des variables, les valeurs limites au seuil de signification $\alpha = 0,05$ que peuvent atteindre les individus diploïdes et tétraploïdes. Il y a chevauchement des zones d'acceptation des cytotypes pour chacune des variables. Aucune d'elles ne nous permet d'identifier à coup sûr le niveau de ploïdie d'un individu. Ces variables ont donc une valeur diagnostique et taxonomique limitée. Cependant, l'utilisation de tests statistiques multivariés (Tableau 5) permet la détermination du niveau de ploïdie de la majorité des individus. Les meilleurs résultats sont obtenus avec le groupe de variables suivant: V3A, V14, V20B et V46. Cette combinaison de variables nous permet d'identifier 97% des plantes de l'échantillon. La quantification des caractères rend donc possible la reconnaissance des

cytotypes à partir de spécimens d'herbier. On pourra, au besoin, détailler la distribution des cytotypes d'une région du Québec ou du Nouveau-Brunswick à partir de récoltes antérieures ou de nouvelles récoltes sans avoir à recourir aux techniques cytologiques (Favargé, 1961; Brandt, 1961).

Fait à noter, 5 des variables étudiées (largeur pétiole: 6A; hauteur involucre: 30; longueur anthères: 43; longueur appendices: 44; longueur fleurs tubuleuses: 48) sont significativement différentes en serre et ne le sont pas sur le terrain. Il est possible qu'elles soient liées au niveau de ploïdie comme l'indique le comportement des plantes en serre. Mais l'environnement a une influence telle que l'expression de ces différences en est masquée sur le terrain (Hamet, 1985; Jain, 1978). Comme notre objectif est de distinguer les cytotypes sur le terrain et que ces variables n'apportent pas de réponses claires à ce niveau, nous les avons exclues de la diagnose des cytotypes.

. Var. *Furbishiae* Fern. et *racemiflorus* Fern.:

Quatorze individus de l'échantillon 2 et leurs équivalents de serre font partie du groupe *Furbishiae* Fern./*racemiflorus* Fern. Ils ont été identifiés à l'aide des descriptions de Fernald (1950) et des types obtenus du Gray's Herbarium. Les caractéristiques de ces variétés sont les suivantes:

"Var. *racemiflorus* Fern.: Plant 2-8 dm high; Panicle (0,5-3 dm high, 0,3-1,5 dm thick) of remote simple or subsimple short racemes or short-forking racemiform branches (2-12 cm long.); leaves all cordate; involucre 5-6,5 mm high; stems and leaves glabrous or only sparsely pubescent."

"Var. *Furbishiae* Fern.: Panicle of remote simple or subsimple short racemes or short-forking racemiform branches; leaves all cordate; involucre 5-6,5 mm high; stems and petioles densely white-pilose or villous; lower leaf-surfaces somewhat so."

Ces plantes ont été comparées au reste de l'échantillon (au groupe cordifolius/polycephalus Porter). Nous avons ainsi testé la première dichotomie de la clef de Fernald (Annexe 3). Les variables: longueur axe 1 (47A), nbr. entrenoeuds axe 1 (47B), nbr. entrenoeuds (inflorescence) axe 1 (21), hauteur inflorescence (22), nbr. entrenoeuds axe 2 (23), longueur axe 2 (24), nbr. entrenoeuds axe 3 (25), longueur axe 3 (26), hauteur involucre (30), correspondent aux caractères distinctifs de ces deux groupes. Le tableau 6 donne les résultats des comparaisons des moyennes de ces variables. Selon les mesures effectuées sur les spécimens de terrain, ces deux groupes présentent des différences significatives pour toutes les variables comparées sauf les variables 21 et 47B. Par contre, les mesures prises à partir de spécimens de serre démontrent qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux groupes. Aucune de ces variables n'a conservé en serre la capacité de discrimination qu'elle avait sur le terrain. Toutes, sauf la variable 30 (Hauteur de l'involucre), ont augmenté de valeur en serre et ce, chez les deux groupes. Les variables 47A, 22, 23, 24, 25, 26 ont davantage augmenté de valeur en serre chez le groupe Furbishiae Fern./racemiflorus Fern. que chez le groupe cordifolius/polycephalus Porter. Cette augmentation des valeurs a eu pour effet d'uniformiser les moyennes des deux groupes. Les variables 47B et 21 ont augmenté de valeur de façon uniforme chez les deux groupes et ne présentent pas plus de différences en serre que sur le terrain.

La variable 30 (hauteur de l'involucre) se comporte différemment des autres variables. Les estimations effectuées sur le matériel de serre sont inférieures à celles obtenues des spécimens de terrain. Notons qu'il y a une corrélation négative (-0,2361) significative (Tableau 7) entre la hauteur de l'involucre et la hauteur de la plante. L'augmentation de la taille des plantes en serre est accompagnée d'une réduction de la hauteur des involucre. D'où l'uniformisation de l'ensemble des valeurs des variables en serre.

Il y a corrélation statistique (Tableau 7) positives significatives entre la hauteur de la plante et le nombre de fleurs tubuleuses (+0,1850) et ligulées (+0,2810). De plus, la hauteur de l'involucre est positivement et significativement corrélée avec la longueur des fleurs tubuleuses (+0,5185),

la longueur (+0,2823) et la largeur (+0,5127) des fleurs ligulées. Donc, lorsqu'un individu de l'Aster cordifolius L. pousse dans des conditions favorables, il prend l'allure d'un cordifolius typique: il est de forte taille, a une inflorescence développée, un grand nombre de petits capitules composés d'un grand nombre de fleurs de faibles dimensions. Au contraire, lorsqu'il croît dans un environnement moins favorable, il est du type Furbishiae Fern./racemiflorus Fern.: de taille plus faible, l'inflorescence moins développée, moins de capitules portant moins de fleurs, mais la hauteur des capitules est supérieure et les fleurs sont de plus grande dimension. Selon les conditions de croissance, les individus modifient leur développement. Les études d'allocation de ressources effectuées par Hawthorn et Cavers (1982), de même que par Trivedi et Tripathi (1982) chez Plantago major ont aussi mis en évidence l'influence de l'environnement sur les stratégies de développement.

Il est évidemment inadéquat d'accorder le statut de variété aux plantes correspondant aux descriptions de Fernald (1950). Le comportement des caractères diagnostiques nous oblige à restreindre leur statut à celui de phénotype environnemental.

Nous nous proposons de faire des analyses de la pubescence à l'intérieur du groupe Furbishiae Fern./racemiflorus Fern., afin de déterminer s'il y a des différences significatives et stables à ce niveau entre les deux variétés. Mais comme nous ne reconnaissons pas ces taxons, nous laissons tomber cette expérience.

. Var. polycephalus Porter:

Aucun type n'a été attribué à la variété polycephalus Porter. L'auteur a cependant défini le taxon comme suit:

"More robust and branched than the type; leaves smaller, the upper ones and the bracts ovate and sessile; panicle ample; heads usually smaller and very numerous; rays deep blue and the diskflorets dark purple, or both of them sometimes pale or whitish" (Porter, 1894a).

Si nous nous référons aux coefficients de corrélation (Tableau 7) de la discussion Furbishiae Fern./racemiflorus Fern., nous constatons que lorsqu'une plante est de forte taille (more robust), elle présente une inflorescence très développée (panicle ample) portant un grand nombre de petits capitules (heads usually smaller and very numerous). Les autres caractères de la description de Porter s'observent fréquemment chez la variété cordifolius. Donc, les plantes qui correspondent à la description de Porter sont des cordifolius typiques ayant eu d'excellentes conditions de croissance. Elles représentent la limite supérieure de variation de l'espèce au même titre que les plantes des variétés Furbishiae Fern. et racemiflorus Fern. en représentent la limite inférieure.

Nous pouvons résumer la situation par le schéma suivant:

Variétés	<u>Furbishiae</u> Fern. et <u>racemiflorus</u> Fern.	<u>cordifolius</u>	<u>polycephalus</u> Porter
Conditions de croissance	mauvaise	bonne	très bonne

Il est donc inexact d'accorder le statut de variété aux plantes décrites par Porter.

Pour Fernald (1950), la variété polycephalus Porter se distingue de la variété cordifolius par la forme de la base des feuilles caulinaires supérieures. Chez la variété polycephalus Porter, ces feuilles auraient des bases tronquées ou atténuées alors que chez la variété typique, les bases des feuilles sont cordées. Mais tel que vu précédemment, on ne peut former de groupe naturel à partir de ce seul caractère. Donc, la diagnose de Fernald n'est pas plus acceptable que celle de Porter et la variété polycephalus Porter demeure invalide.

. Statut taxonomique des diploïdes et des tétraploïdes:

Il existe, chez l'Aster cordifolius L., d'autres taxons infraspécifiques que ceux abordés dans cette étude (cf. introduction chapitre taxonomie). Il est impossible d'accorder un statut taxonomique à des cytotypes tant que tous les taxons du groupe ne sont pas bien définis (Mayr, 1981). On ne peut pas faire de rapprochement entre les cytotypes et les variétés mentionnées dans la littérature car les caractères diagnostiques des cytotypes n'ont pas été utilisés dans les descriptions originales des variétés. Le caractère 3A (Profondeur du sinus) a cependant été utilisé par Fernald dans sa description de la variété polycephalus Porter. Mais tel que mentionné dans la discussion sur la dite variété, aucun rapprochement sérieux ne peut être maintenu s'il est basé sur ce seul caractère.

. Description de l'Aster cordifolius L. et de sa variabilité au Québec:

- Plante pérenne, fleurissant la première année (en serre), parfois stolonifère.
- Rhizomes ligneux, simples ou ramifiés, horizontaux.
- Tiges aériennes (Axe 1):
 - . Une à vingt par souche, herbacées, dressées, ramifiées seulement au niveau de l'inflorescence, glabres à densément villoses.
 - . Longueur: 25-100 (46,5)* cm
 - . Nbr. d'entrenoeuds: 11-51 (44,6)
- Feuilles:
 - . Des rosettes et de la base de la tige:
 - De minces à fermes
 - De largement ovées à étroitement ovées-lancéolées, acuminiées, cordées à la base
 - Marges grossièrement dentées 1-4 (2,5) dents/cm
 - Longueur: 5-9,9 (7,5) cm
 - Largeur: 2-8 (4,5) cm

- Pétioles ailés; long. 10-65 (33) mm
larg. 1-7 (3,2) mm
- Faces supérieures de glabres à pubérulentes
- Faces inférieures de glabres à villoses
- . De la tige, juste sous l'inflorescence:
 - Longueur: 2-8,2 (4,2) cm
 - Largeur: 1-6,5 (2,7) cm
 - Bases tronquées à cordées
 - Profondeur du sinus de la feuille 0-13 (3,45) mm
 - Marges grossièrement dentées 2-7 (3,7) dents/cm
 - Pétioles ailées:
 - . Longueur: 5-41 (16,5) mm
 - . Largeur: 1,4-6,3 (3,1) mm
 - Pubescence idem aux feuilles de la base
- . Des ramifications de l'inflorescence:
 - Sessiles, entières ou presque, de ovées à étroitement ovées-lancéolées
 - Les proximales des axes 2:
 - . Longueur: 2,2-48 (13,7) mm
 - . Largeur: 1,3-18 (5,3) mm
 - Les proximales des axes 3:
 - . Longueur: 0,5-12,5 (4,6) mm
 - . Largeur: 0,1-4,5 (1,3) mm
- Panicules plus ou moins lâches, ramifiés une à plusieurs fois:
 - . Longueur: 4,7-39,5 (19,9) cm
 - . Largeur: 3-30 cm (-) cm
 - . Nbr. d'entrenoeuds de l'axe 1: 6-42 (18,8)
 - . Longueur des axes 2: 6-100 (33,9) mm
 - . Nbr. d'entrenoeuds des axes 2: 2-23 (9,6)
 - . Longueur des axes 3: 0-27 (8,5) mm
 - . Nbr. d'entrenoeuds des axes 3: 0-10 (3,6)
- Capitules généralement très nombreux, de obconiques à tubuleux

- Involucre
 - . Hauteur: 3-6,5 (4,6) mm
- Tégules étroitement imbriqués, les externes plus courts, linéaires-oblongs à linéaires-atténués (0,4 à 1 mm de large) avec généralement une bande centrale, terminale rouge foncé ou noire, oblancéolée ou obtrulliforme
- Fleurs ligulées 7-19 (11,4) par capitule, longueur 4,8-9,7 (7,6) mm, largeur 0,7-1,7 (1,2) mm, bleues, bleu-violacé, rose pâle ou blanchâtres
- Fleurs tubuleuses 8-22 (13,3) par capitule, longueur 3,8-6,6 (5,1) mm, jaunes devenant rouges après anthèse
- Akènes oblongs pâles de glabres à puberulents, 3 à 5 nervés
- Distribution:
 - . Carte 1
- Ecologie:
 - . Plante de milieu ouvert: bois perturbés, clairières, terres en friche, remblais le long des routes, etc...
 - . Sur substrats aussi divers que: sables, argiles, affleurements calcaires et affleurements rocheux d'autres types, till, etc...
- L'espèce se divise en deux cytotypes:
 - . Diploïde:
 - $2n=16$
 - Grains de pollen (diamètre): 137-177 (158,23) μ
 - Stomates (longueur): 22,1-29,6 (27,7) μ
 - Fleurs tubuleuses:
 - . Nombre: 10-16 (12,3)
 - . Longueur du tube: 0,9-1,9 (1,52) mm
 - Tiges, face inférieure des feuilles et des pétioles pubescentes à vil-
leuses (rarement glabres)

- Feuille à la base de l'inflorescence cordée; profondeur du sinus: 2-13 (5,7) mm

- Centre et est du Québec (Carte 3, 4 et 5)

. Tétraploïde:

- $2n=32$

- Grains de pollen (diamètre): 165-222 (182,52) μ

- Stomates (longueur): 20,6-27 (24,16) μ

- Fleurs tubuleuses:

. Nombre: 8-22 (14,325)

. Longueur du tube: 1,1-2,1 (1,75) mm

- Tiges, face inférieure des feuilles et des pétioles glabres à pubescentes

- Feuille à la base de l'inflorescence tronquée ou à peine cordée; profondeur du sinus: 0,4-4 (1,18) mm

- Ouest du Québec (Carte 3, 4 et 5)

* Le chiffre entre parenthèses correspond à la moyenne.

CONCLUSION:

- Les cytotypes correspondent à des morphotypes identifiables. Les diploïdes sont significativement différents des tétraploïdes pour 6 des variables étudiées. Aucune de ces variables isolées, ne permet l'identification des cytotypes. L'utilisation de tests statistiques multivariés (Manova) avec 4 de ces 6 variables a permis la détermination du niveau de ploïdie de 97% des plantes de l'échantillon.

- Nous devons abroger les variétés Furbishiae Fern., racemiflorus Fern. et polycephalus Porter. Sur le terrain, les plantes de ces variétés sont différentes de celles de la variété cordifolius à cause de facteurs environnementaux.

- Nous ne pouvons nous prononcer sur le statut taxonomique des cytotypes car la présente étude ne s'est intéressée qu'aux taxons infraspécifiques présents au Québec.

CONCLUSION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE DE
L'ASTER CORDIFOLIUS L. AU QUEBEC

- Des 209 individus étudiés, 122 sont diploïdes et 87 tétraploïdes. Les diploïdes sont significativement différents des tétraploïdes pour 6 des variables étudiées. L'utilisation de tests statistiques multivariés avec 4 de ces variables a permis la détermination du niveau de ploïdie de 97% des plantes de l'échantillon.
- Les cytotypes sont sympatriques dans la vallée du Richelieu. On y trouve des populations diploïdes, tétraploïdes et mixtes. De la vallée du Richelieu à la frontière ontarienne, il n'y a que des tétraploïdes. D'autre part, les diploïdes ont la quasi-exclusivité du territoire à l'est de la zone de sympatrie (de la vallée du Richelieu au Nouveau-Brunswick). La population mixte de Lennoxville est la seule exception.
- Le manque apparent de spécificité écologique des races cytologiques nous amène à favoriser une explication historique de leur distribution.
- Il est impossible d'accorder un statut taxonomique aux cytotypes car tous les taxons de l'espèce ne sont pas bien définis.
- Nous devons abroger les variétés Furbishiae Fern., racemiflorus Fern. et polycephalus Porter. Sur le terrain, les plantes de ces variétés sont différentes de celles de la variété cordifolius, car elles croissent dans des environnements différents.

TABLEAU I

Nouveaux comptages chromosomiques pour
l'Aster cordifolius L. (diploïdes)

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
<u>Nouveau-Brunswick</u>		
136-1	16 (2)	co. Gloucester, Bathurst
169-1	16 (4)	co. York, Pokioc
170-1	16 (4)	, Méductic
173-3	16 (1)	co. Carleton, Florenceville
<u>Québec</u>		
6-2	16 (3)	co. Lévis, St-Nicolas
6-3	16 (3)	id.
6-4	16 (3)	id.
6-5	16 (2)	id.
6-7	16 (3)	id.
6-10	16 (3)	id.
8-8	16 (3)	co. Bellechasse, Beaumont
8-10	16 (3)	id.
13-6	16 (3)	co. L'Islet, St-Jean-Port-Joli
13-7	16 (3)	id.
13-8	16 (3)	id.
13-10	16 (2)	id.
15-1	16 (2)	co. Kamouraska, St-Denis
17-1	16 (2)	, Kamouraska
19-1	16 (4)	, St-André
20-5	16 (5)	co. Rivière-du-Loup, Riv.-du-Loup
20-6	16 (4)	id.
20-7	16 (2)	id.
20-8	16 (3)	id.
21-1	16 (4)	co. Lotbinière, St-Antoine-de-Tilly
24-7	16 (5)	, Deschaillons
125-1	16 (3)	co. Bonaventure, Maria
126-1	16 (3)	, Carleton

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
127-1	16 (4)	co. Bonaventure, Carleton-sur-mer
128-1	16 (3)	, Nouvelle
128-2	16 (3)	id.
128-3	16 (2)	id.
	16 + B (2)	id.
128-4	16 (3)	id.
128-5	16 (3)	id.
128-6	16 (2)	id.
129-1	16 (3)	, Pointe-à-la-Croix
184-1	16 (1)	co. Témiscouata, Degelis
204-1	16 (3)	co. Berthier, Jct. 345 et 158
204-2	16 (5)	id.
204-3	16 (3)	id.
204-4	16 (3)	id.
204-6	16 (3)	id.
204-7	16 (3)	id.
204-8	16 (3)	id.
204-9	16 (2)	id.
300-1	16 (4)	co. St-Jean, St-Luc
303-1	16 (3)	co. Missisquoi, Noyan
303-2	16 (4)	id.
303-3	16 (4)	id.
303-4	16 (4)	id.
303-5	16 (1)	id.
	16 + 2B (7)	id.
303-6	16 (4)	id.
303-9	16 (4)	id.
303-10	16 (7)	id.
305-2	16 (4)	, Venise-en-Québec
306-2	16 (4)	, Bedford

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
306-3	16 (3)	co. Missisquoi, Bedford
306-4	16 (3)	id.
306-5	16 (3)	id.
306-8	16 (3)	id.
306-9	16 (3)	id.
	16 + 2B (1)	id.
306-13	16 (4)	id.
307-1	16 (5)	, Dunham
308-1	16 (3)	, Cowansville
309-1	16 (3)	, Farnham
310-1	16 (3)	co. Rouville, St-Paul-d'Abbotsford
310-2	16 (3)	id.
310-3	16 (3)	id.
311-1	16 (3)	, Rougemont
312-1	16 (4)	, Marieville
312-2	16 (4)	id.
312-3	16 (3)	id.
312-5	16 (2)	id.
312-7	16 (3)	id.
312-11	16 (3)	id.
317-3	16 (2)	co. Verchères, St-Marc
	16 + 2B (1)	id.
317-4	16 (3)	id.
317-5	16 (4)	id.
317-6	16 (3)	id.
317-7	16 (2)	id.
317-8	16 (3)	id.
317-9	16 (3)	id.
317-10	16 (3)	id.
318-1	16 (1)	co. St-Hyacinthe, St-Denis

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
320-1	16 (3)	co. St-Hyacinthe, St-Jude
321-3	16 (3)	co. Richelieu, St-Aimé
321-5	16 (3)	id.
321-6	16 (3)	id.
321-8	16 (3)	id.
322-2	16 (3)	co. Yamaska, St-Guillaume
323-1	16 (3)	, St-Bonaventure
324-1	16 (4)	co. Drummond, St-Eugène
324-2	16 (3)	id.
324-3	16 (3)	id.
324-4	16 (3)	id.
324-6	16 (3)	id.
324-8	16 (3)	id.
324-9	16 (3)	id.
324-10	16 (3)	id.
400-1	16 (3)	, Drummondville
403-6	16 (3)	co. Arthabaska, Victoriaville
403-7	16 (3)	id.
403-8	16 (2)	id.
403-9	16 (3)	id.
405-1	16 (3)	co. Mégantic, St-Ferdinand
406-13	16 (3)	, Black-Lake
410-1	16 (3)	co. Beauce, St-George
410-3	16 (2)	id.
	16 + 2B (2)	id.
410-5	16 (3)	id.
410-6	16 (3)	id.
410-7	16 (3)	id.
417-6	16 (3)	co. Wolfe, Disraeli
421-4	16 (3)	co. Sherbrooke, Lennoxville

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
421-6	16 (3)	co. Sherbrooke, Lennoxville
421-7	16 (3)	id.
426-1	16 (2)	co. Richmond, Melbourne
426-2	16 (3)	id.
426-3	16 (3)	id.
426-4	16 (3)	id.
426-7	16 (3)	id.
427-1	16 (3)	, Danville
431-10	16 (3)	co. Shefford, Waterloo
500-1	16 (1)	co. Montmorency, Ste-Famille

TABLEAU INouveaux comptages chromosomiques pour
1'Aster cordifolius L. (Tétraploïdes)

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
1-1-A	32 (2)	co. Châteauguay, Châteauguay
	27 (1)	id.
1-06	32 (2)	id.
	30 (1)	id.
1-07	32 (2)	id.
1-08	32 (2)	id.
1-10	32 (3)	id.
200-1	32 (2)	Ile de Montréal, Pte-aux-Trembles
202-1	32 (1)	co. L'Assomption, St-Sulpice
	31 (1)	id.
206-1	32 (2)	co. Joliette, St-Jean-de-Matha
	31 (1)	id.
211-6	32 (1)	, St-Alphonse
	30 (2)	id.
215-1	32 (1)	co. L'Assomption, Mascouche
	30 (1)	id.
	29 (1)	id.
215-3	32 (2)	id.
215-5	32 (1)	id.
	30 (1)	id.
215-9	32 (1)	id.
	31 (2)	id.
215-10	32 (2)	id.
	31 (1)	id.
	30 (1)	id.
	28 (1)	id.
215-11	32 (1)	id.

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
225-10	32 (1)	Ile-Jésus, Laval
	28 (1)	id.
	27 (1)	id.
226-6	32 (2)	id.
226-10	32 (2)	id.
	30 (1)	id.
253-7	32 (3)	co. Huntingdon, Huntingdon
253-8	32 (2)	id.
253-10	32 (2)	id.
	30 (1)	id.
257-1	32 (1)	, Athelstan
258-1	32 (2)	, Franklin
	30 (1)	id.
258-3	32 (2)	id.
	31 (1)	id.
258-4	32 (1)	id.
	29 (1)	id.
258-6	32 (1)	id.
	30 (2)	id.
258-8	32 (3)	id.
259-1	32 (1)	, Havelock
	31 (1)	id.
	30 (1)	id.
262-1	32 (3)	id.
262-3	32 (2)	id.
	30 (1)	id.
262-5	32 (2)	id.
	30 (1)	id.
262-11	32 (3)	co. Napierville, St-Michel
275-4	32 (3)	Ile de Montréal, Pte-Claire
275-5	32 (3)	id.

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
275-6	32 (2)	Ile de Montréal, Pte-Claire
	30 (1)	id.
275-7	32 (3)	id.
275-8	32 (2)	id.
277-2	32 (1)	co. Soulanges, Pte-des-Cascades
	31 (1)	id.
	30 (1)	id.
277-3	32 (4)	id.
277-5	32 (1)	id.
	31 (1)	id.
	30 (1)	id.
277-8	32 (3)	id.
277-9	32 (3)	id.
279-1	32 (3)	, Coteau-Landing
280-2	32 (3)	co. Vaudreuil, St-Rédempteur
280-3	32 (2)	id.
280-4	32 (4)	id.
280-6	32 (3)	id.
280-7	32 (2)	id.
280-8	32 (1)	id.
280-9	32 (5)	id.
282-1	32 (4)	, Ste-Madeleine de Rigaud
283-1	32 (3)	, Hudson
283-4	32 (4)	id.
283-6	32 (3)	id.
283-7	32 (2)	id.
	30 (1)	id.
283-8	32 (4)	id.
301-2	32 (4)	co. Laprairie, St-Philippe-de-Laprairie
301-4	32 (3)	id.

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
301-5	32 (2)	co. Laprairie, St-Philippe-de-Laprairie
	30 (1)	id.
301-10	32 (2)	id.
303-11	32 (4)	co. Missisquoi, Noyan
312-9	32 (3)	co. Rouville, Marieville
312-10	32 (1)	id.
	30 (1)	id.
315-1	32 (2)	co. Chambly, St-Hubert
	31 (1)	id.
319-1	32 (2)	co. St-Hyacinthe, St-Thomas-d'Aquin
	31 (2)	id.
327-1	32 (3)	co. Terrebonne, Lafontaine
328-6	32 (3)	, Mont-Rolland
328-7	32 (3)	id.
328-8	32 (3)	id.
328-9	32 (2)	id.
	31 (1)	id.
328-10	32 (2)	id.
	31 (1)	id.
332-3	32 (3)	, Brébeuf
332-4	32 (2)	id.
332-5	32 (2)	id.
	29 (1)	id.
332-7	32 (2)	id.
	30 (1)	id.
332-8	32 (2)	id.
	31 (1)	id.
335-1	32 (3)	co. Papineau, Notre-Dame-de-la-Paix
336-1	32 (1)	, Montebello
	31 (1)	id.

<u>No. de récolte</u>	<u>2n (Nbr. de comptages)</u>	<u>Localisation des récoltes</u>
		<u>Québec</u>
337-1	32 (3)	co. Argenteuil, Pointe-au-Chêne
337-3	32 (3)	id.
337-4	32 (2)	id.
337-5	32 (3)	id.
337-6	32 (1)	id.
337-8	32 (2)	id.
350-4	32 (1)	, Lachute
	31 (1)	id.
	30 (2)	id.
421-5	32 (1)	co. Sherbrooke, Lennoxville
	30 (1)	id.
450-1	32 (1)	Ile de Montréal, Montréal
	30 (1)	id.

TABLEAU 2

Croisements expérimentaux entre diploïdes
et tétraploïdes de l'Aster cordifolius L.

♀		♂		NOMBRES D'ACHE- NES OBTENUS	NOMBRES DE PLANTULES	NOMBRES CHROMO- SOMIQUES DES PLANTULES
NUMÉRO	2n	NUMÉRO	2n			
309-1	2x	6-4	4x	0	0	---
312-2	2x	8-7	4x	0	0	---
321-3	2x	6-4	4x	2	1	2x
400-1	2x	8-7	4x	0	0	---
417-6	2x	6-4	4x	5	2	2x
6-4	4x	417-6	2x	0	0	---
8-7	4x	417-6	2x	7	2	4x
262-1	4x	312-2	2x	0	0	---
328-5	4x	417-6	2x	5	4	4x
350-4	4x	312-2	2x	0	0	---

TABLEAU 3

Comparaison des moyennes (analyse de variance) des diploïdes
et des tétraploïdes (serre et terrain) de l'Aster cordifolius L.

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
1A - Longueur feuille				
\bar{x} (mm)	49,20	33,875	78,510	73,445
$s_{\bar{x}}$	17,68764	7,49013	12,96631	13,24496
N	20	20	20	20
F		12,731		1,493
α		0,001		0,229
1B - Longueur feuille				
\bar{x} (mm)	16,455	10,935	20,670	14,590
$s_{\bar{x}}$	11,610	3,422	16,293	8,228
N	20	20	20	20
F		4,16		2,219
α		0,048		0,145
1C - Longueur feuille				
\bar{x} (mm)	4,430	4,80	5,050	5,105
$s_{\bar{x}}$	3,018	2,447	2,737	2,099
N	20	20	20	20
F		0,181		0,005
α		0,067		0,944
2A - Largeur feuille				
\bar{x} (mm)	33,975	19,925	48,50	45,875
$s_{\bar{x}}$	13,022	6,129	13,731	12,594
N	20	20	20	20
F		19,061		0,397
α		0,001		0,532

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
2B - Largeur feuille				
\bar{x} (mm)	6,105	4,510	5,565	4,580
$s_{\bar{x}}$	4,841	2,009	4,262	4,164
N	20	20	20	20
F		1,852		0,547
α		0,182		0,464
2C - Largeur feuille				
\bar{x} (mm)	1,390	1,125	1,505	1,240
$s_{\bar{x}}$	1,1480	0,709	1,30	0,547
N	20	20	20	20
F		0,772		0,706
α		0,385		0,406
3A - Profondeur sinus				
\bar{x} (mm)	5,725	1,180	7,50	2,985
$s_{\bar{x}}$	3,918	1,261	4,410	2,072
N	20	20	20	20
F		24,382		17,174
α		0,001		0,001
5 - Longueur pétiole				
\bar{x} (mm)	22,35	10,60	36,750	32,585
$s_{\bar{x}}$	14,63422	3,62956	16,77286	10,00170
N	20	20	20	20
F		12,146		0,910
α		0,001		0,346
6 - Largeur pétiole				
\bar{x} (mm)	32,0	31,0	19,90	45,25
$s_{\bar{x}}$	12,65327	15,09967	6,39819	16,09797
N	20	20	20	20
F		0,052		42,83
α		0,822		0,001

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
8 - Fréquence des dents				
\bar{x} (dents/cm)	3,45	3,90	2,60	2,20
$s_{\bar{x}}$	1,276	0,968	0,754	0,523
N	20	20	20	20
F		1,578		3,80
α		0,217		0,059
14 - Longueur stomate				
\bar{x} (microns)	21,633	20,11	---	---
$s_{\bar{x}}$	1,680375	1,233094	---	---
N	31	31	---	---
F		16,53		---
α		0,0001		---
15 - Largeur stomate				
\bar{x} (microns)	16,310	16,028	---	---
$s_{\bar{x}}$	1,065625	1,1215	---	---
N	31	31	---	---
F		1,032		---
α		0,314		---
16A - Pubescence feuille				
\bar{x} (poils/mm ²)	4,353	0,839	2,324	0,385
$s_{\bar{x}}$	2,512816	1,293449	1,265476	0,504905
N	20	20	20	20
F		50,19863		15,27428
α		0,000		2,003E - 004
16B - Pubescence feuille				
\bar{x} (poils/mm ²)	4,116	0,635	2,267	0,533
$s_{\bar{x}}$	3,146583	0,862995	2,849347	0,782313
N	20	20	20	20
F		25,00916		6,21163
α		3,572E - 006		0,015

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
16C - Pubescence feuille				
\bar{x} (poils/mm ²)	4,218	1,054	3,311	0,941
$s_{\bar{x}}$	2,315288	1,721086	2,806667	1,242147
N	20	20	20	20
F		22,55676		12,65788
α		0,942E - 005		0,001
17A - Longueur base axe 1				
\bar{x} (mm)	239,65	294,350	259,35	292,85
$s_{\bar{x}}$	100,517	78,987	137,747	136,358
N	20	20	20	20
F		3,662		0,597
α		0,063		0,444
17B - Nbr. entrenoeuds de 17A				
\bar{x}	6,7	7,35	8,95	7,95
$s_{\bar{x}}$	2,75489	1,926956	4,38268	1,7911
N	20	20	20	20
F		11,294		4,746
α		0,20		0,360
20A - Pubescence tige				
\bar{x} (poils/mm ²)	3,220	0	6,236	0,918
$s_{\bar{x}}$	4,687499	0	4,721955	2,597415
N	20	20	20	20
F		8,12929		22,16978
α		0,006		1,101E - 005
20B - Pubescence tige				
\bar{x} (poils/mm ²)	4,014	0,862	4,354	0,998
$s_{\bar{x}}$	4,867353	1,877977	3,122689	2,778562
N	20	20	20	20
F		8,89215		10,08093
α		0,004		1,101E - 005

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
20C - Pubescence tige				
\bar{x} (poils/mm ²)	7,993	4,093	9,218	1,746
$s_{\bar{x}}$	6,964258	4,933279	5,714946	2,323107
N	20	20	20	20
F		5,48688		20,13629
α		0,022		2,522E - 005
21 - Nbr. entrenoeuds (infl. axe 1)				
\bar{x} (mm)	18,250	19,450	36,40	36,70
$s_{\bar{x}}$	5,399	9,550	11,482	11,640
N	20	20	20	20
F		0,239		0,007
α		0,628		0,935
22 - Hauteur inflo.				
\bar{x} (mm)	188,10	209,05	497,85	579,25
$s_{\bar{x}}$	103,503	88,943	180,294	160,183
N	20	20	20	20
F		0,471		2,278
α		0,497		0,139
23 - Nbr. entrenoeuds (axes 2)				
\bar{x}	10,35	8,750	15,80	12,30
$s_{\bar{x}}$	11,873	11,327	14,399	4,703
N	20	20	20	20
F		1,90		1,068
α		0,665		0,308
24 - Longueur axe 2				
\bar{x} (mm)	29,80	38,10	50,10	48,90
$s_{\bar{x}}$	29,006	28,744	23,042	22,613
N	20	20	20	20
F		0,826		0,028
α		0,369		0,869

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
25 - Nbr. entrenoeuds (axe 3)				
\bar{x}	3,550	3,60	8,750	10,10
$s_{\bar{x}}$	2,892	2,088	15,331	15,050
N	20	20	20	20
F		0,004		0,079
α		0,950		0,780
26 - Longueur axe 3				
\bar{x} (mm)	7,90	9,050	9,20	12,550
$s_{\bar{x}}$	6,488	7,022	5,996	14,351
N	20	20	20	20
F		0,289		0,928
α		0,594		0,342
30 - Hauteur involucre				
\bar{x} (mm)	4,725	4,495	3,695	4,255
$s_{\bar{x}}$	0,604	1,0720	0,452	0,842
N	20	20	20	20
F		0,699		6,865
α		0,408		0,013
34 - Longueur ligule				
\bar{x} (mm)	7,275	7,870	7,210	8,150
$s_{\bar{x}}$	1,011	0,917	0,9550	1,5040
N	20	20	20	20
F		3,80		5,566
α		0,059		0,024
35 - Largeur ligule				
\bar{x} (mm)	1,180	1,2850	1,01	1,050
$s_{\bar{x}}$	0,204	0,278	0,309	0,254
N	20	20	20	20
F		1,856		0,199
α		0,181		0,658

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
36 - Nbr. ligules				
\bar{x}	10,225	12,650	12,90	13,65
$s_{\bar{x}}$	1,824	2,5760	2,780	2,514
N	20	20	20	20
F		11,806		0,801
α		0,001		0,376
38 - Longueur tube				
\bar{x} (mm)	1,520	1,750	1,870	2,065
$s_{\bar{x}}$	0,321	0,256	0,172	0,283
N	20	20	20	20
F		6,278		6,922
α		0,017		0,012
39 - Longueur limbe				
\bar{x} (mm)	2,650	2,565	1,950	2,045
$s_{\bar{x}}$	0,353	0,598	0,1930	0,1990
N	20	20	20	20
F		0,300		2,350
α		0,587		0,134
40 - Longueur lobe				
\bar{x} (mm)	0,85	0,905	0,745	1,10
$s_{\bar{x}}$	0,179	0,161	0,157	1,1140
N	20	20	20	20
F		1,045		1,990
α		0,313		0,167
42 - Nbr. fleurs tubuleuses				
\bar{x}	12,30	14,325	14,40	17,125
$s_{\bar{x}}$	2,572	3,480	3,0160	5,626
N	20	20	20	20
F		4,379		4,99389
α		0,043		0,028

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
43 - Longueur anthère				
\bar{x} (mm)	1,60	1,620	1,255	1,625
$s_{\bar{x}}$	0,229	0,286	0,147	0,265
N	20	20	20	20
F		0,060		29,778
α		0,809		0,001
44 - Longueur appendice				
\bar{x} (mm)	0,455	0,475	0,425	0,510
$s_{\bar{x}}$	0,076	0,072	0,064	0,112
N	20	20	20	20
F		0,733		8,702
α		0,397		0,005
46 - Diamètre pollen				
\bar{x} ()	158,23	182,52	---	---
$s_{\bar{x}}$	10,84	14,32	---	---
N	31	31	---	---
F		48,871		---
α		0,001		---
47A - Longueur axe 1				
\bar{x} (mm)	427,75	503,40	757,20	872,10
$s_{\bar{x}}$	164,765	128,389	214,672	194,407
N	20	20	20	20
F		2,623		3,148
α		0,114		0,084
47B - Nbr. entrenoeuds				
axe 1				
\bar{x}	32,450	56,70	50,40	64,650
$s_{\bar{x}}$	19,231	28,905	19,948	24,784
N	20	20	20	20
F		9,758		4,012
α		0,003		0,052

	TERRAIN		SERRE	
	Diploïdes	Tétraploïdes	Diploïdes	Tétraploïdes
48 - Longueur fleur tubuleuse				
\bar{x} (mm)	5,020	5,220	4,565	5,210
$s_{\bar{x}}$	0,626	0,6530	0,317	1,233
N	20	20	20	20
F		0,977		5,136
α		0,329		0,029

TABLEAU 4

Valeurs limites au seuil de signification $\alpha = 0,05$ des 6 variables caractérisant les cytotypes de l'Aster cordifolius L.

Variabiles	Diploïdes	Tétraploïdes
3A (mm)	-2,679 -- 14,129	-1,524 -- 3,884
14 (μ)	5,617 -- 7,254	5,807 -- 8,038
20B (poils/cm ²)	-25,358 -- 59,100	-13,030 -- 21,094
38 (mm)	0,832 -- 2,208	1,193 -- 2,277
42	6,784 -- 17,816	6,861 -- 21,788
46 (μ)	135,73 -- 180,72	152,51 -- 212,22

TABLEAU 6

Comparaison des moyennes du groupe Furbishiae Fern./racemiflorus Fern.
aux moyennes du groupe cordifolius/polycephalus Porter de l'A. cordifolius L.

Valeur critique de t ("t" de student) $\alpha = 0,05$ $t = +2,01995$
 $\alpha = 0,01$ $t = +2,7018$ $\alpha = 0,001$ $t = +3,54645$

	TERRAIN		SERRE	
	F./r.	c./p.	F./r.	c./p.
30 - Hauteur involucre				
\bar{x} (mm)	5,2428	4,3667	4,0857	3,9367
$s_{\bar{x}}$	0,33903	0,85109	0,70804	0,70048
N	14	30	14	30
t	-3,6984608		-0,6551975	
Conclusion	T.H.S.*		N.S.*	
47A - Longueur axe 1				
\bar{x} (mm)	373,07143	490,7333	792,50	799,9667
$s_{\bar{x}}$	141,17009	154,26353	218,95512	216,62147
N	14	30	14	30
t	2,4181358		0,1061383	
Conclusion	S.*		N.S.	
47B - Nbr. entrenoeuds axe 1				
\bar{x}	25,7143	25,5667	42,50	44,4667
$s_{\bar{x}}$	8,48010	7,50946	9,46044	13,79588
N	14	30	14	30
t	-0,0583017		0,4816917	
Conclusion	N.S.		N.S.	
22 - Long. axe 1 (infla.)				
\bar{x} (mm)	145,1429	214,90	473,9286	547,1667
$s_{\bar{x}}$	64,75855	101,11801	136,60976	186,04636
N	14	30	14	30
t	2,3574058		1,3135075	
Conclusion	S.		N.S.	

	TERRAIN		SERRE	
	F./r.	c./p.	F./r.	c./p.
21 - Nbr. entrenoeuds				
axe 1 (inflo.)				
\bar{x}	19,2857	18,4333	32,2857	36,60
$s_{\bar{x}}$	8,40722	7,28098	8,87025	12,71328
N	14	30	14	30
t	-0,344368		1,1431723	
Conclusion	N.S.		N.S.	
24 - Longueur axe 2				
\bar{x} (mm)	13,6429	40,7667	52,50	49,20
$s_{\bar{x}}$	5,94341	30,25146	20,35360	23,17609
N	14	30	14	30
t	3,3052417		-0,4563704	
Conclusion	H.S.*		N.S.	
23 - Nbr. entrenoeuds				
axe 2				
\bar{x}	5,0	7,6667	11,3571	11,6333
$s_{\bar{x}}$	2,38586	5,23472	3,38792	4,91643
N	14	30	14	30
t	5,2083841		0,1896598	
Conclusion	T.H.S.		N.S.	
26 - Longueur axe 3				
\bar{x} (mm)	3,4286	9,90	9,00	11,2333
$s_{\bar{x}}$	3,41297	6,90002	4,81983	12,45041
N	14	30	14	30
t	3,31036		0,6456171	
Conclusion	H.S.		N.S.	

	TERRAIN		SERRE	
	F./r.	c./p.	F./r.	c./p.
25 - Nbr. entrenoeuds				
axe 3				
x (mm)	2,2114	3,9667	4,0714	4,6333
s_x	1,8883 ⁷	2,53912	1,63915	3,3475
N	14	30	14	30
t	2,2970582		0,5930586	
Conclusion	S.		N.S.	

* S. = Significatif ($p < 0,05$);

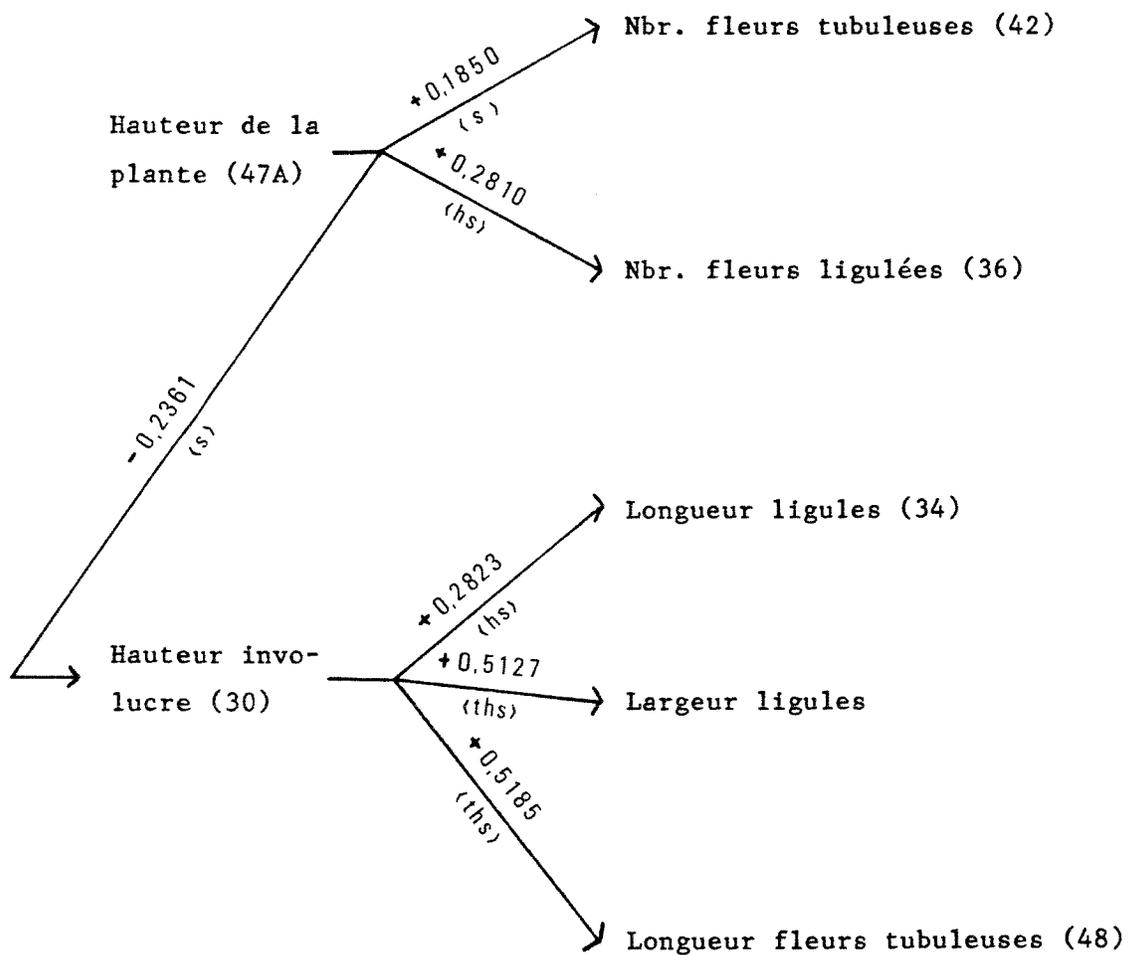
H.S. = Hautement significatif ($p < 0,01$);

T.H.S. = Très hautement significatif ($p < 0,001$);

N.S. = Non significatif ($p > 0,05$).

TABLEAU 7

Coefficients de corrélations de quelques variables
de l'Aster cordifolius L.



ANNEXE 1SYNONYMIES DE L'ASTER CORDIFOLIUS L.

- . Asteriscus latifolius autumnalis Cornut 1635, dans Marie-Victorin, F., Flore laurentienne, 2ième éd., Les Presses de l'U. de Montréal. 1964. pp. 925.
- . Aster cordifolius Linné, Sp. Pl. Salvii Laurentii, Stockholm. p. 875, 1753.
Type: (Holotype: BM! désigné par A. Gray).
- . Aster cordifolius var. Furbishiae Fernald, Proc. Portland Soc. Nat. Hist. 2:129, 1897.
Type: New-Brunswick and Maine, shores of the St-John, Aroostook and Piscataquis waters. (Lectotype: GH! désigné par A.G. Jones, Paralectotypes: GH!MT! désignés par A.G. Jones).
- . Aster cordifolius var. racemiflorus Fernald, Rhodora 19:155, 1917.
Type: Prince Edward Island: roadside-thickets and borders of dry woods, Malpeque, August 29, 1912, Fernald, Long and St-John, no 8135 (Holotype GH!).
- . Aster cordifolius var. polycephalus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 21:120, 1894. New Jersey and Pennsylvania. Pas de type connu.
- . Aster cordifolius var. glabratus Britton et Hollick, Bull. Torrey Bot. Club 16:132-163, 1889.
- . Aster cordifolius var. incisus Britton, Bull. Torrey Bot. Club 19:224, 1892.
- . Aster cordifolius var. laevigatus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 16:67, 1889.
- . Aster cordifolius var. moratus Shinnars, Castanea 10:65, 1945.

- . Aster cordifolius var. lanceolatus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 16:67, 1889.
- . Aster cordifolius var. alvearius Burgess, dans Britton and Brown, Illus. Fl. 3: p. 363, 1898.
- . Aster cordifolius var. pedicellatus Burgess, dans Britton and Brown, Illus. Fl. 3: p. 363, 1898.
- . Aster cordifolius var. sagittifolius (Willd.) A.G. Jones, Brittonia 32:249, 1980b.
- . Aster cordifolius var. laevigatus (Porter) A.G. Jones, Brittonia 32:249, 1980b.
- . Aster leiophyllus Porter not Fr. and Sav., Bull. Torrey Bot. Club 20:254, 1893.
- . Aster leiophyllus var. incisus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 20:255, 1893.
- . Aster leiophyllus var. lanceolatus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 20:255, 1893.
- . Aster Lowrieanus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 21:121, 1894a.
- . Aster Lowrieanus var. incisus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 21:121, 1894a.
- . Aster Lowrieanus var. lanceolatus Porter, Bull. Torrey Bot. Club 21:121, 1894a.
- . Aster Lowrieanus var. Bicknelli Porter, Mem. Torrey Bot. Club 5:325, 1894b.
- . Aster Lowrieanus var. lancifolius Porter. Mem. Torrey Bot. Club 5:325, 1894b.

- . Aster paniculatus Willd., Willdenow Sp. Pl. vol. 3: p. 2035, 1805.
- . Aster sagittifolius Wedem. ex. Willd., Willdenow Sp. Pl. vol. 3: p. 2035, 1805.
- . Aster sagittifolius var. dissictiflorus Burgess, dans Britton and Brown, Illus. Fl. 3: p. 365, 1898.
- . Aster Finkii var. moratus Shinnars, Am. Midl. Nat. 26:407, 1941.
- . Aster schistosus Steele, dans Fernald, M.L., Gray's Manual of Botany: p. 1426, 1950.

ANNEXE 2LISTE DES HYBRIDES DE L'ASTER CORDIFOLIUS L.
MENTIONNÉS DANS LA LITTÉRATURE

- . A. cordifolius L. X A. Shortii (Lindl.) = A. Finkii Rydb. (Shinners, 1941, 1945)
- . A. cordifolius L. X A. leavis L. (Shinners, 1945).
- . A. cordifolius L. X A. lanceolatus Willd. (Wiegand, 1933).
- . A. cordifolius L. X A. puniceus L. = A. tardiflorus L. (Pease, 1917).
- . A. cordifolius L. X A. lateriflorus (L.) Britt. (Wiegand, 1933).
- . A. cordifolius var. moratus Shinners X A. sagittifolius Willd. (Cronquist, 1952).
- . A. cordifolius L. X A. texanus Burgess = A. trigonicus Burgess (Burgess, 1903).
- . A. cordifolius L. X A. sagittifolius Willd. (Avers, 1953c).

ANNEXE 3

DÉFINITIONS ET PRÉCISIONS SUR LE SENS DE QUELQUES VARIABLES

Chaque définition ou précision de cette liste est suivie du (ou des) numéro(s) de la (ou des) variable(s) pour laquelle (ou lesquelles) ces informations sont pertinentes.

- Anthères:

- . Longueur: Moyenne des longueurs des anthères des trois fleurs tubuleuses ayant servi à l'estimation de V.48 (V.43).
- . Longueur_des_appendices_supérieurs: Moyenne des longueurs des appendices supérieurs des anthères mesurés précédemment (V.44).

- Axe 1:

- . Tige aérienne principale, du rhizome au sommet de l'inflorescence (V.47A).
- . Base: Portion de l'axe 1 comprise entre le rhizome et la base de l'inflorescence (V.17A).
- . Partie_supérieure: Portion inflorescentielle de l'axe 1 (V.22).

- Axe 2:

- . Ramification occupant sur l'axe 1 le rang correspondant au nombre d'entre-nœuds de l'axe 1 divisé par deux (V.23).

- Axe 3:

- . Première ramification (proximale) sur l'axe 2 se terminant par un capitule ou un bouton capitulaire (V.25).

- Feuille A:

- . Feuille de l'axe 1 à l'aisselle de laquelle est située la ramification basale de l'inflorescence (V.1A, 2A, 3A, 5A, 6A, 8A, 14, 15, 16A, 16B, 16C).

- Feuille B:

- . Feuille de l'axe 2 la plus près (proximale) de l'axe 1 (V.1B, 2B).

- Feuille C:

- . Feuille sur l'axe 3 la plus près (proximale) de l'axe 2 (V.1C, 2C).

- Feuilles:

- . Fréquence des dents: Nombre de dents par centimètre estimé au niveau de la mesure de largeur de la feuille (V.8A).
- . Largeur: La plus grande largeur possible mesurée perpendiculairement à la nervure principale (V.2A, 2B, 2C).
- . Largeur du pétiole: Distance entre les deux marges du pétiole mesurée à la mi-longueur de celui-ci (V.6A).
- . Longueur (feuille cordée): Distance (mesurée le long de la nervure principale) entre l'apex et une tangente commune aux lobes de la base de la feuille (V.1A, 1B).
- . Longueur (feuille non cordée): Distance (mesurée le long de la nervure principale) entre l'apex et le point d'insertion du pétiole sur le limbe (V.1B, 1C).
- . Profondeur du sinus de la base: Longueur d'une droite érigée perpendiculairement à la tangente commune aux lobes de la base et reliant cette tangente au point d'insertion du pétiole sur le limbe foliaire (V.3A).

- Fleurs ligulées:

- . Largeur: Largeur moyenne (mesurée au niveau du limbe de la corolle) de 5 fleurs ligulées provenant des capitules dont on a estimé la hauteur de l'involucre (V.35).
- . Longueur: Longueur moyenne des 5 fleurs ligulées dont on a estimé la largeur (V.34).
- . Nombre: Moyenne du nombre de ligules contenus dans les capitules ayant servi à l'estimation de V.30 (V.36).

- Fleurs tubuleuses:

- . Longueur: Longueur moyenne de trois fleurs tubuleuses (excluant l'ovaire) provenant des capitules ayant servi à l'estimation de V.30 (V.48).
- . Longueur des limbes: Longueur moyenne des limbes des 3 fleurs tubuleuses mesurées précédemment (V.39).

- . Longueur_des_lobes: Longueur moyenne des lobes des 3 fleurs tubuleuses mesurées précédemment (V.40).
 - . Longueur_des_tubes: Longueur moyenne des tubes des 3 fleurs tubuleuses mesurées précédemment (V.38).
 - . Nombre: Moyenne du nombre de fleurs tubuleuses contenues dans les capitules ayant servi à l'estimation de V.30 (V.42).
- Involucre:
- . Hauteur: Hauteur moyenne de 2 des involucre de l'extrémité distale de l'axe 2 (hauteur excluant les quelques tégules ayant une longueur beaucoup plus grande que la majorité des tégules) (V.30).
- Pollen:
- . Diamètre_des_grains: Moyenne des diamètres de 10 grains de pollen des anthers mesurés précédemment (V.46).
- Pubescence:
- . Densité: Nombre de poils par unité de surface (V.16A, 16B, 16C, 20A, 20B, 20C). Les Aster portent des rangées de poils le long des lignes de décurrence des feuilles sur la tige. L'estimation de la pubescence fait abstraction de ces lignes de poils.
- Stomates:
- . Longueur: Longueur des stomates excluant les cellules annexes (V.14).
 - . Largeur: Largeur des stomates (2 cellules de garde plus ostiole) excluant les cellules annexes (V.15).

ANNEXE 4

CLEF D'IDENTIFICATION DES VARIÉTÉS DE L'ASTER CORDIFOLIUS L.
PRÉSENTES AU QUÉBEC (TRADUIT DE FERNALD 1950).

- Plante de 25 cm à 2 m de haut ou plus; panicule très ramifié; 15 à 70 cm de haut et 10 à 30 cm de large; ramifications primaires ramifiées une à plusieurs fois; involucre 3,5 à 5 mm de haut; large distribution.
 - . Feuilles caulinaires supérieures cordées: A. cordifolius (typique)
 - . Feuilles caulinaires supérieures à base tronquées ou atténuées: var. polycephalus Porter.
- Plante de 20 à 80 cm de haut; panicule lâche; 5 à 30 cm de haut et 3 à 15 cm de large; ramification primaire racémeuse, simple ou presque, généralement de 2 à 12 cm de long; involucre 5 à 6,5 mm de haut; feuilles toutes cordées; plantes nordiques ou de montagnes.
 - . Tiges et feuilles glabres ou avec pubescence clairsemée: var. racemiflorus Fern.
 - . Tiges et pétioles pileux ou vilieux, comme parfois la face inférieure des feuilles: var. Furbishiae Fern.

CARTE 1

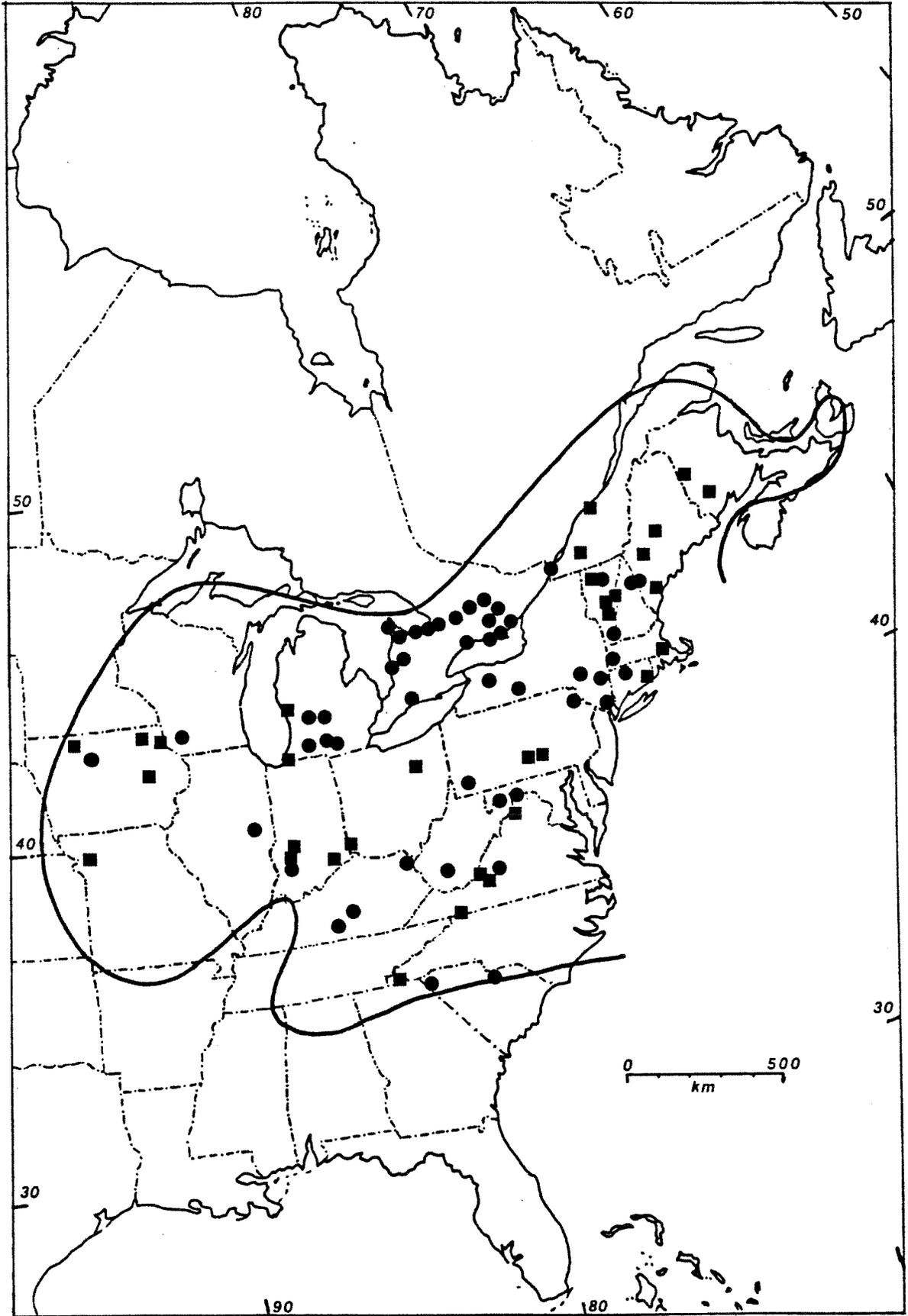
Distribution générale de l'Aster cordifolius L. et de ses
cytotypes au début de l'étude (Brouillet, 1983a)

Aster cordifolius L.

Limite de l'aire de distribution: —

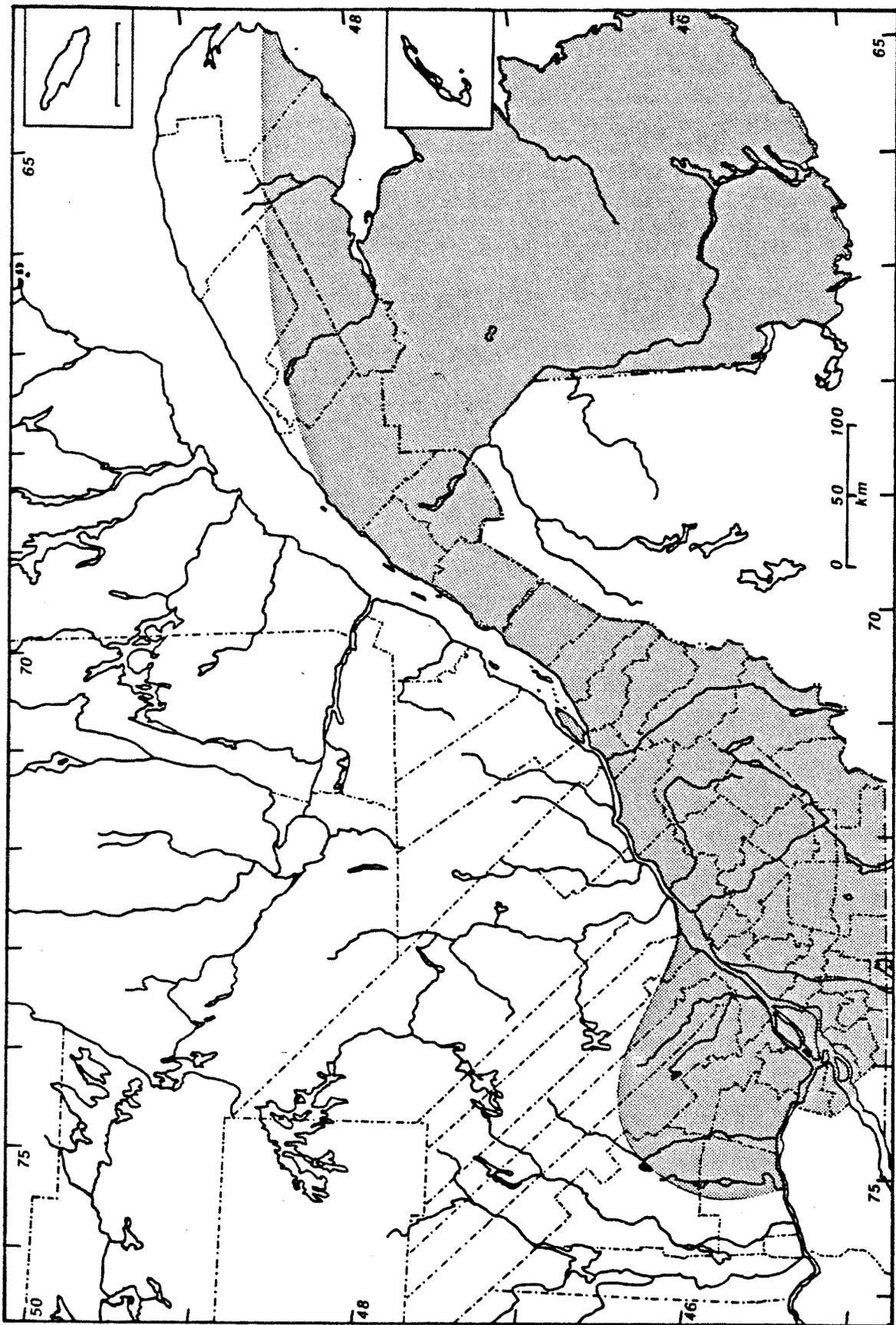
Diploïde : ■

Tétraploïde : ●



CARTE 2

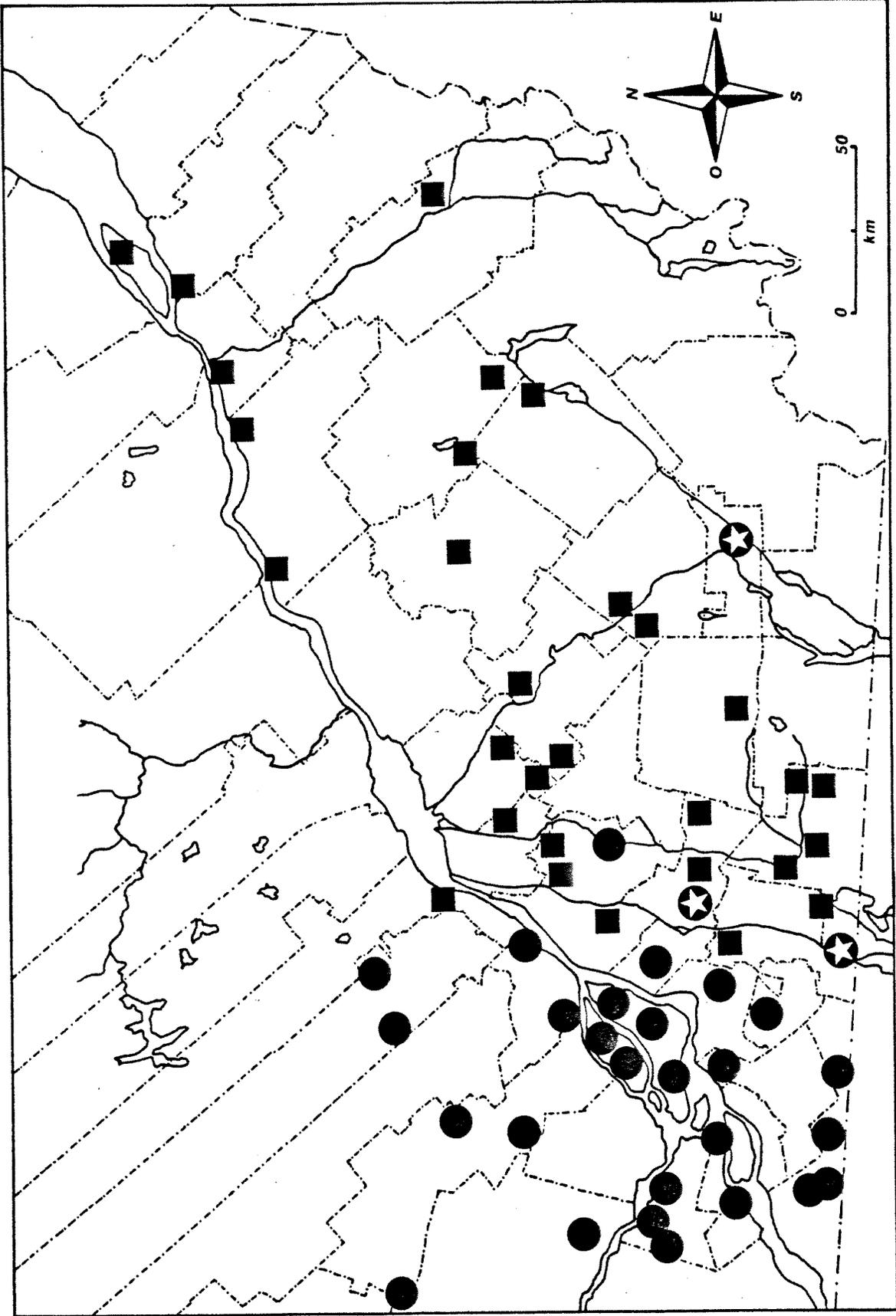
Territoire couvert par cette étude (Zone grise)



CARTE 3

Distribution des cytotypes de l'Aster cordifolius L.
dans le centre du Québec (Établie au cours de cette étude)

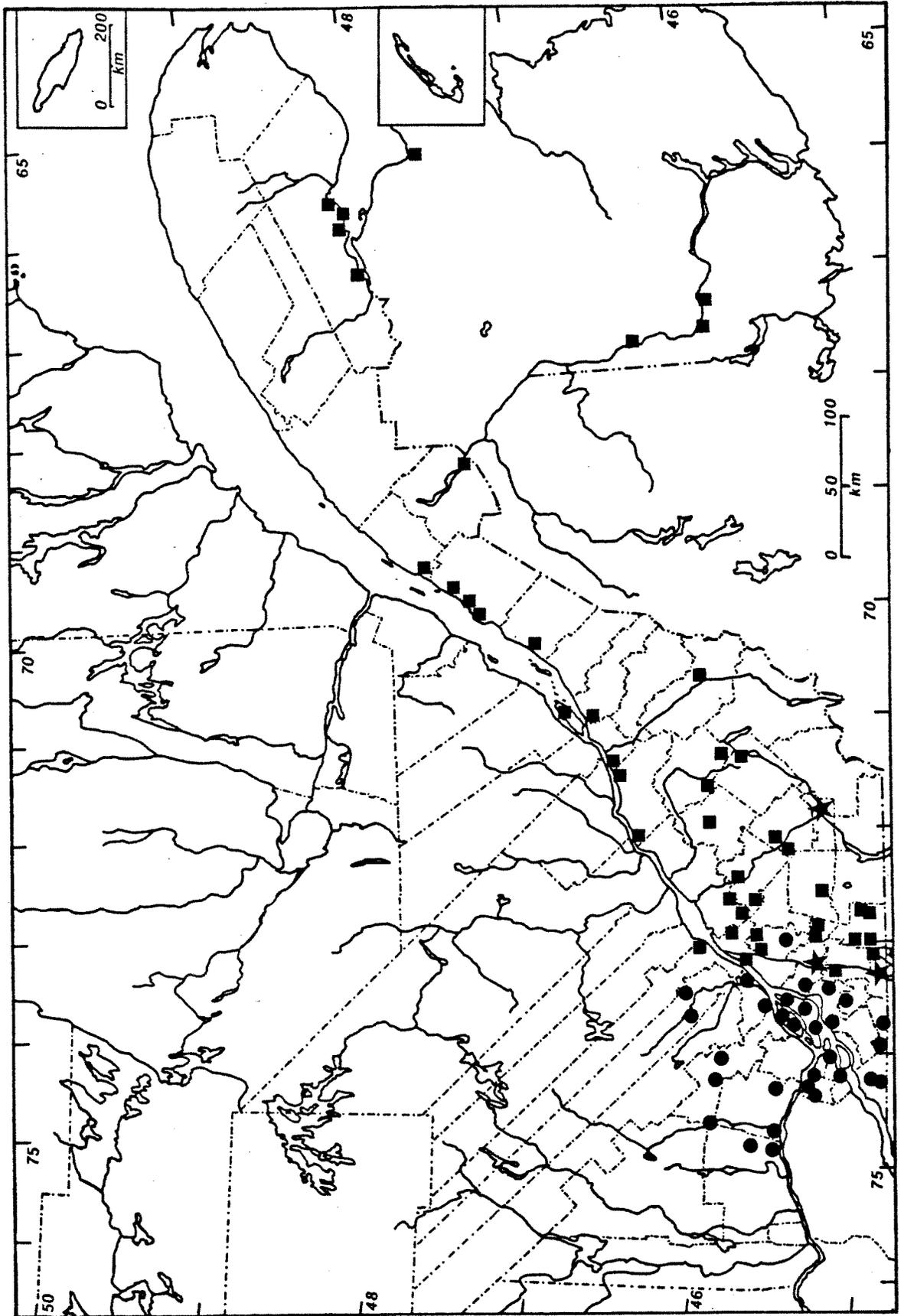
Diploïde : ■
Tétraploïde : ●
Population mixte: ★



CARTE 4

Distribution des cytotypes de l'Aster cordifolius L.
au Québec et au Nouveau-Brunswick (Établie au cours de cette étude)

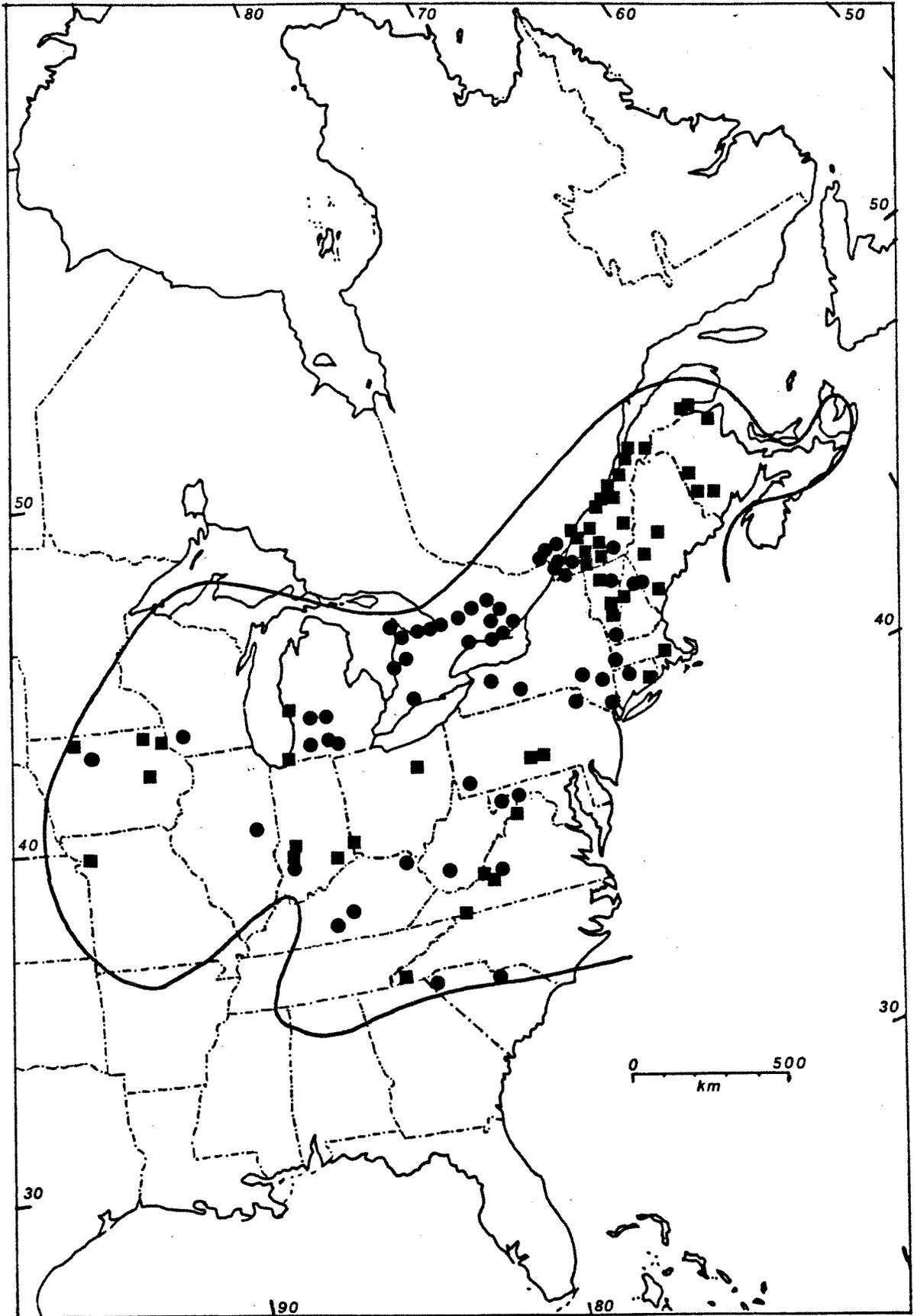
Diploïde : ■
Tétraploïde : ●
Population mixte: ★



CARTE 5

Distribution générale des cytotypes de
l'Aster cordifolius L. à la fin de l'étude

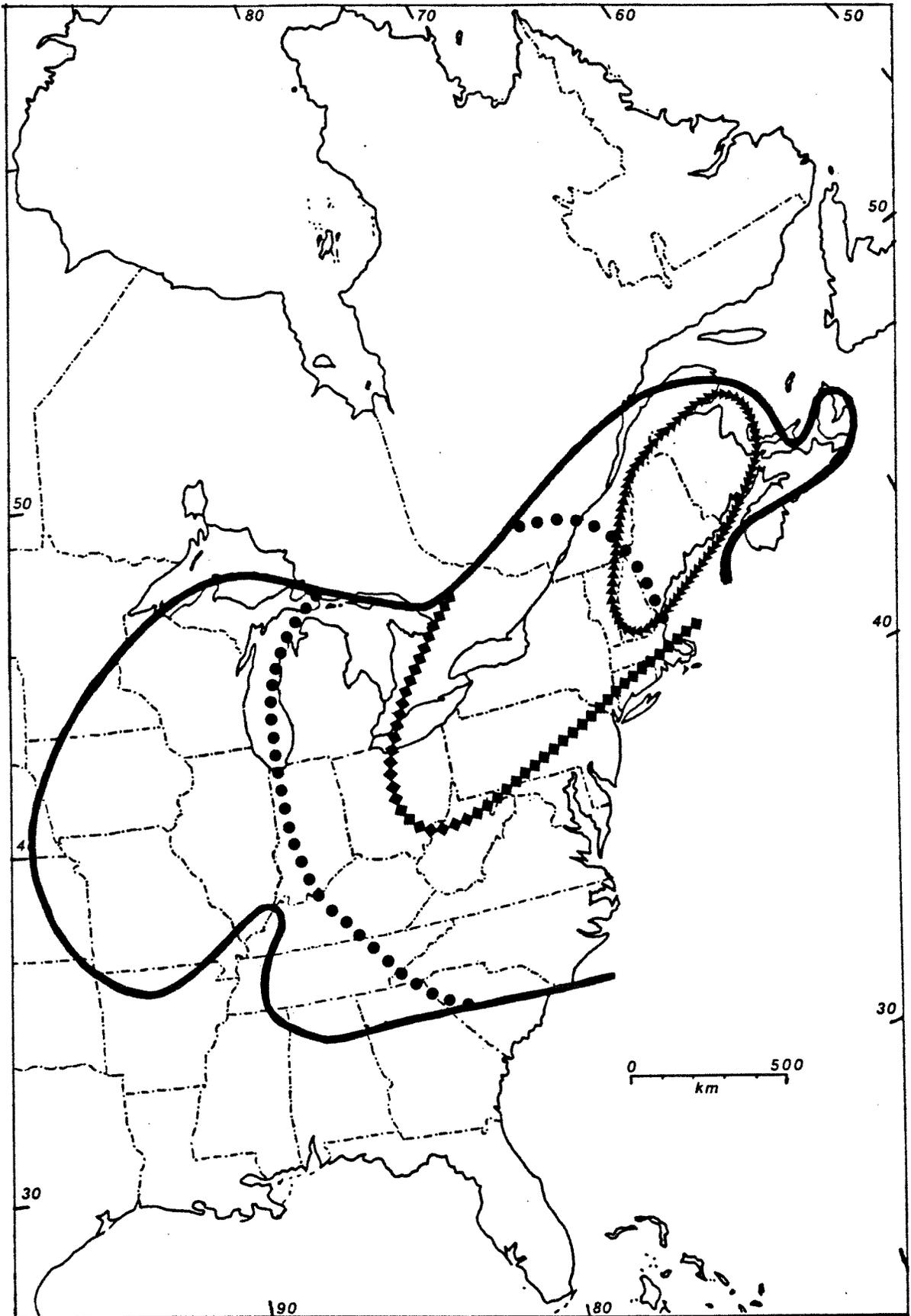
Diploïde : ■
Tétraploïde : ●



CARTE 6

Distribution des variétés de l'Aster cordifolius L.
présentes au Québec (Fernald, 1950)

Aster cordifolius L. var. cordifolius : —————
var. polycephalus Porter : ●●●●●
var. racemiflorus Fern. : ◆◆◆◆◆
var. Furbishiae Fern. : ▶▶▶▶▶

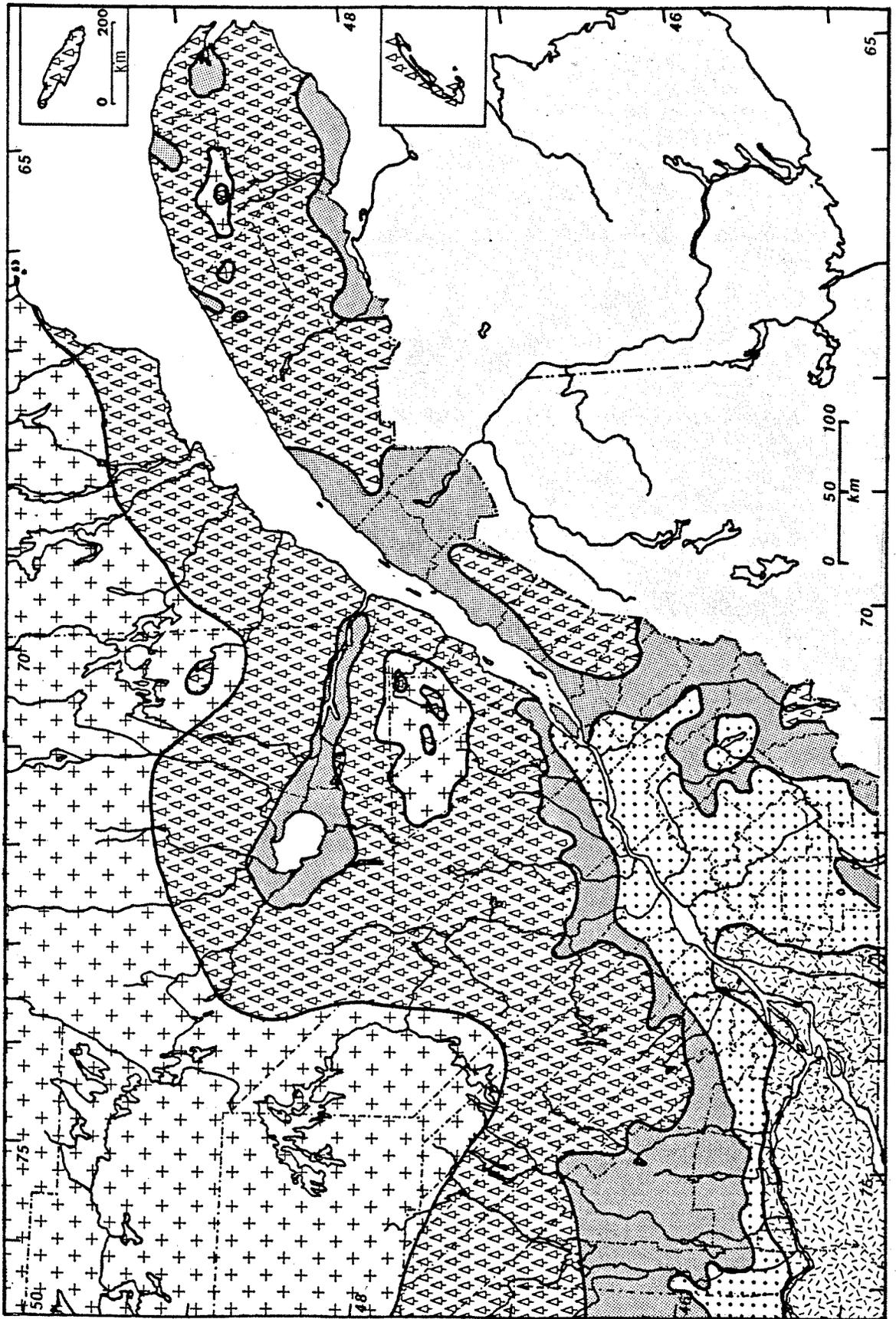


CARTE 7

Zones de végétation forestière du Québec méridional

Érablière à caryer	:	
Érablière laurentienne	:	
Érablière à bouleau jaune:	:	
Sapinière	:	
Pessière	:	

Source: M. M. Grandtner, 1966



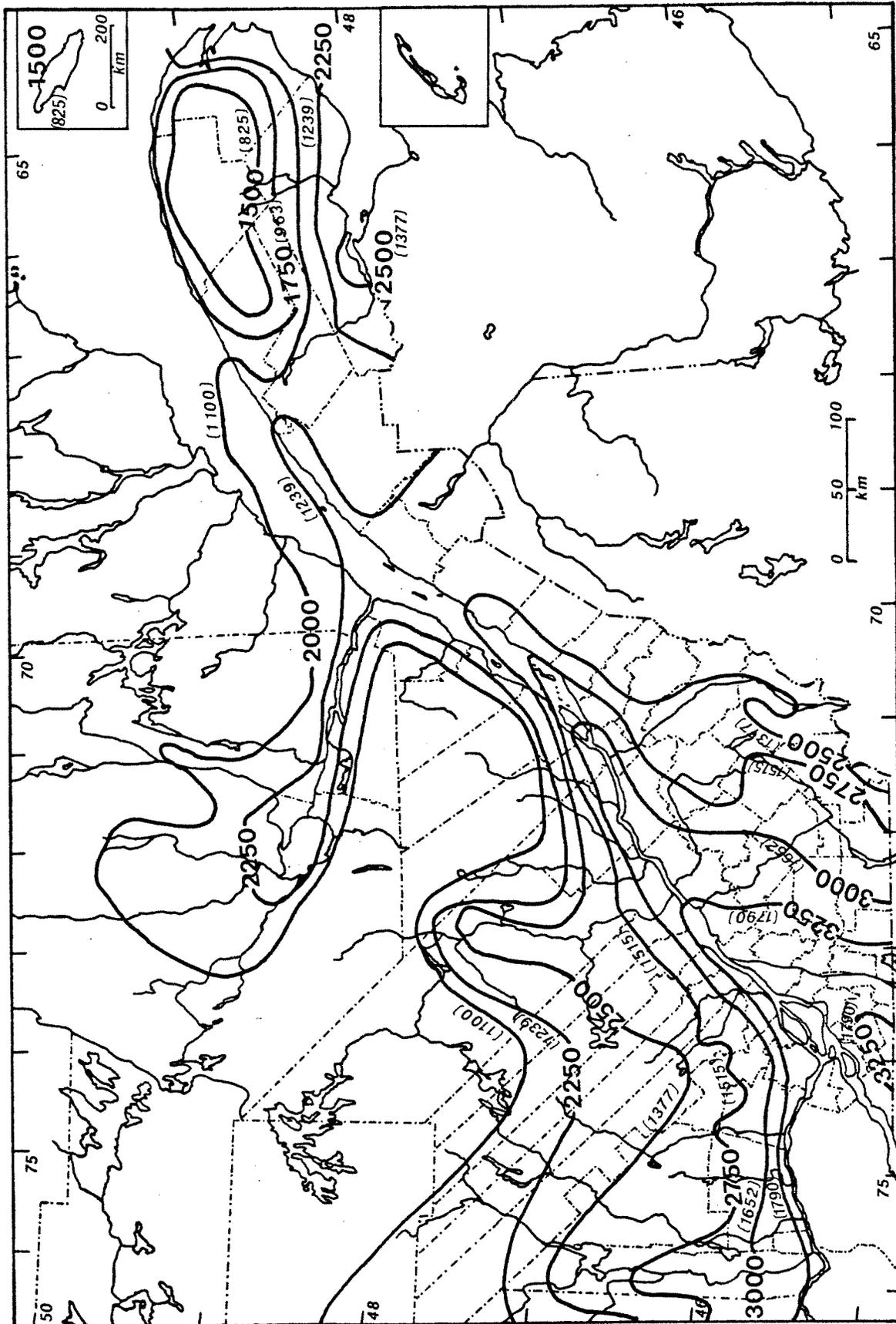
CARTE 8

Degrés/jours C° de croissance du Québec méridional

3250 = nombre de degrés/jours au-dessus de 42° F
(1790) = nombre de degrés/jours au-dessus de 5,6° F
Degrés/jours: $\frac{(T.\text{max.}j. + T.\text{min.}j. - 42)}{2}$

2

Source: M.A.Q. 1977



CARTE 9

Régions physiographiques du Québec méridional

Région du plateau des Appalaches

- 1- Mont Sutton
- 2- Mont Mégantic
- 3- Bas plateau du Québec oriental
- 4- Mont Notre-Dame
- 5- Bas plateau des Chaleurs
- 6- Plaine des Maritimes

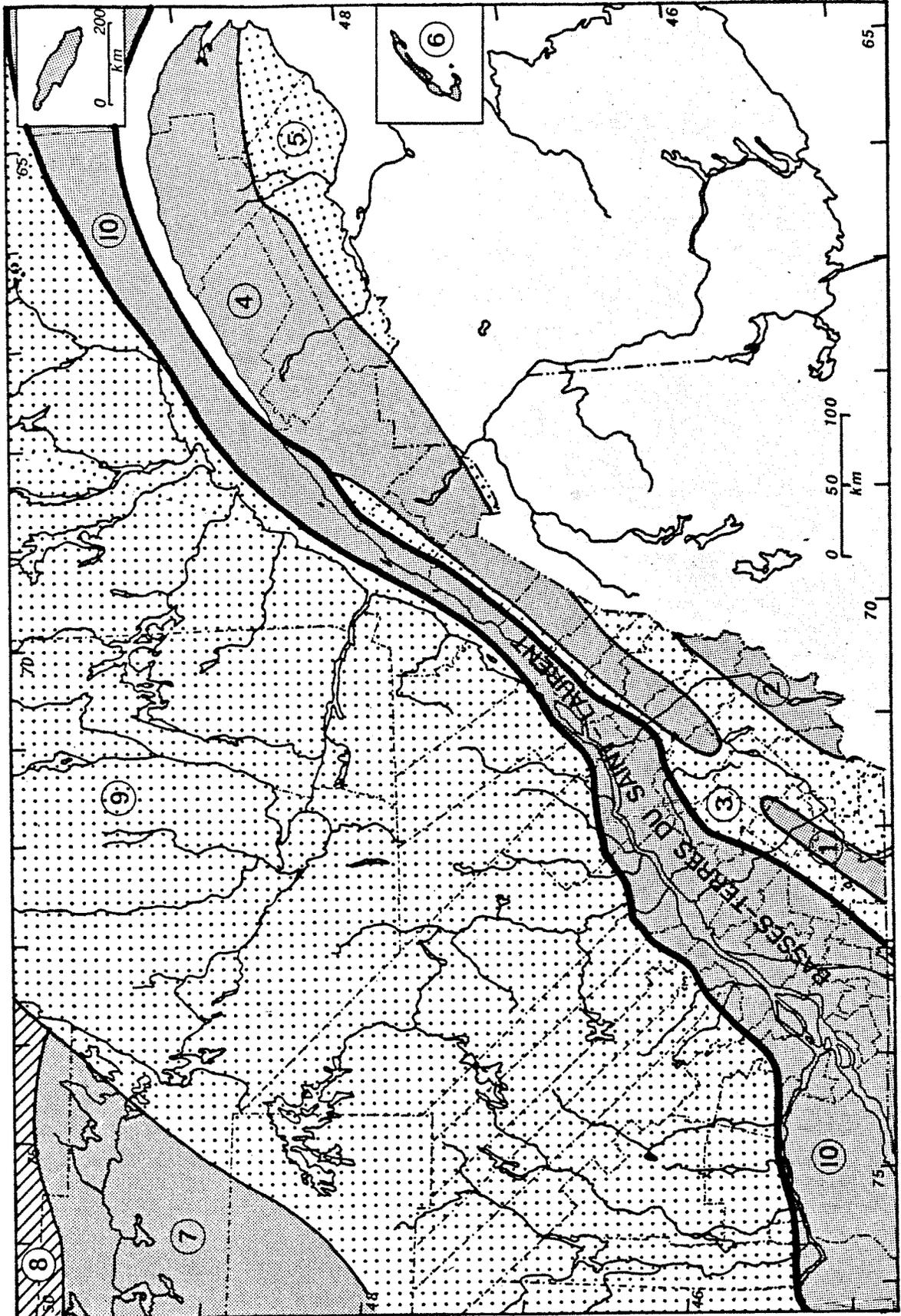
Région laurentienne

- 7- Bas plateau d'Abitibi
- 8- Basses-Terres d'Eastman
- 9- Hautes-Terres laurentiennes

Région des Basses-Terres du St-Laurent

- 10- Basses-Terres du St-Laurent

Source: M.A.Q. 1977



REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes et organismes nous ont aidés au cours de notre maîtrise. Nous tenons à leur témoigner notre gratitude.

Dr Luc Brouillet, notre directeur de thèse, pour nous avoir soumis notre projet de maîtrise.

Mme Francine Houle pour ses conseils pertinents et ses réflexions éclairées.

Le Jardin Botanique de Montréal (et en particulier Jean-Guy Lacas) pour avoir maintenu notre collection de plantes vivantes en bon état.

Dr J.M. Demers, Dr M.A. Ali et Dr P. Couillard de l'Université de Montréal ainsi que monsieur N. Laurier de Wild Instrument pour nous avoir prêté l'équipement nécessaire à nos travaux de cytologie.

Dr Pierre Jolicoeur (Université de Montréal) pour ses précieux conseils sur les traitements statistiques.

Mme Lise Legault pour la correction des textes.

Mme Ginette Barrette pour la dactylographie du manuscrit.

Le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada pour les bourses d'études qu'ils nous ont accordées.

Si des personnes ont été oubliées, nous nous en excusons et les remercions toutes ici.

BIBLIOGRAPHIE

- Allen, G.A., M.L. Dean and K.L. Chambers. 1983. Hybridization studies in the Aster occidentalis (Asteraceae) polyploid complex of Western North America. *Brittonia* 35(4): 353-361.
- Atchley, W.R., C.T. Gaskins and D. Anderson. 1976. Statistical properties of ratios I. Empirical results. *Syst. Zool.* 25: 137-148.
- Avers, C.J. 1953a. Aster shortii ssp. azureus (Lindl.) stat. nov. *Rhodora* 55: 324.
- Avers, C.J. 1953b. Biosystematic studies in Aster. I - Crossing relationships in the Heterophylli. *Am. J. Bot.* 40: 669-675.
- Avers, C.J. 1953c. Biosystematic studies in Aster. II - Isolating mechanisms and some phylogenetic considerations. *Evolution* 7: 317-327.
- Avers, C.J. 1954a. Chromosome behavior in fertile triploid Aster hybrids. *Genetics* 39: 117-126.
- Avers, C.J. 1954b. Dans Documented chromosome numbers of plants. *Madrono* 12: 210.
- Avers, C.J. 1957. Fertile hybrids derived from a wide species cross in Aster. *Evolution* 11: 482-486.
- Bird, J., B. Riska and R.R. Sokal. 1981. Geographic variation in variability of Pemphigus populicaulis. *Syst. Zool.* 30: 58-70.
- Bradshaw, A.D. 1973. Environment and phenotypic plasticity. Dans Basic Mechanisms in Plant Morphogenesis. *Brookhaven Symp. Biol.* 25: 75-94.
- Brandt, J.P. 1961. Cytotaxinomie et cytogéographie de Veronica prostrata L. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 84: 35-88.

- Britton, N.L. 1892. New or Noteworthy North American Phanerogams. VI - Bull. Torrey Bot. Club. 19: 224.
- Britton, N.L. and A. Hollick. 1889. Flora of Richmond co., N.Y. - Additions and New Localities. Bull. Torrey Bot. Club. 16: 132-163.
- Brouillet, L. 1981. A biosystematic study of Aster ciliolatus Lindley and Aster laevis L. (Asteraceae - Astereae), with a survey of other Heterophylli. Ph.D. Thesis, Univ. of Waterloo, pp. 283.
- Brouillet, L. 1983a. Cytogéographie de l'est de l'Amérique du Nord. Bull. Soc. Bot. Que. No. 5.
- Brouillet, L. 1983b. Nombres chromosomiques chez les Aster du groupe heterophylli (Asteraceae-Astereae). Naturaliste can. (Rev. Ecol. Syst.), 110: 171-178.
- Burgess, H.W. 1898. Aster cordifolius L. Dans Britton and Brown, Illus. Fl. Gleason, H.A. Lancaster Press, Inc., Pennsylvania. Vol. 3, pp. 363-365.
- Burgess, H.W. 1903. Aster trigonicus Burgess. Dans Fl. S.E.U.S. Small J.K. The New Era Printing Co. Lancaster. Pa., p. 1214 et 1339.
- Clifford, H.T. and W.T. Williams. 1973. Classifactory dendograms and their interpretation. Aust. J. Bot. 21: 151-162.
- Cronquist, A. 1952. Compositae. Dans Gleason, H.A. The new Britton and Brown Illustrated flora of the north-eastern United States and adjacent Canada, Vol. 3. Hafner Press, New York, pp. 323-545.
- Davis, J.I. 1983. Phenotypic plasticity and the selection of taxonomic characters in Pucinellia (Poaceae). Syst. Bot. 8(4): 341-353.
- Dean, M. 1966. A biosystematic study in the genus Aster, section Aster, in western North America. Ph.D. thesis, Oregon State Univ., pp. 209.

- Favarger, C. 1961. Sur l'emploi des nombres de chromosomes en géographie botanique historique. Ber. Geobot. Inst. Eidg. Techn. Hochsc. Stift Ruebel Zuer. 32: 119-146.
- Favarger, C. 1967. Cytologie et distribution des plantes. Biol. Rev. 42: 163-206.
- Favarger, C. 1978. Philosophie des comptages chromosomiques. Taxon 27(5/6): 441-448.
- Fernald, M.L. 1897. Plants of Maine. Proc. Portland Soc. Nat. Hist. 2: 129.
- Fernald, M.L. 1917. New or critical plants from eastern North America. Rhodora 19: 155.
- Fernald, M.L. 1950. Gray's Manual of botany. 8th ed. Van Nostrand, New-York, pp. 1632.
- Fusiak, F. and G.H. Morton. 1981. B chromosomes in diploid Aster cordifolius L. (résumé). Bot. Soc. Am., Misc. Series, Publ. no. 160: 68.
- Gorenflot, R. 1985. Niveaux et diversité des variations intra-individuelles. Bull. Soc. Bot. Fr. Actual. Bot. 2: 7-17.
- Grandtner, M.M. 1966. La végétation du Québec méridionale. Les Presses de l'Université Laval, Québec, pp. 216.
- Hamet, F. 1985. La variabilité intra-individuelle du Poa palustris L. et du Poa pratensis L. et ses implications taxonomiques. Bull. Soc. Bot. Fr. Actual. Bot. 2: 29-35.
- Harriman, N.A. 1978. Dans A. Love. IOPB chromosome number reports LX. Taxon 27: 228.

- Hawthorn, W.R. and P.B. Cavers. 1982. Dry weight and resource allocation patterns among individuals in population of Plantago major and P. rugelii. *Can. J. Bot.* 60: 2424-2439.
- Heller, R. 1969. *Biologie végétale. II. Nutrition et métabolisme.* Masson et Cie, Editeurs. Paris, pp. 578.
- Hill, R.S. 1978. Two new species of Bowenia Hook. ex. Hook. F. from the Eocene of eastern Australia. *Aust. J. Bot.* 26: 837-846.
- Hill, L.M. 1983. Chromosome Numbers of Twelve Species of Aster (Asteraceae) from Virginia. *Castanea* 48: 212-217.
- Huziwara, Y. 1958. Karyotype analysis in some genera of Compositae. V - The chromosomes of American Aster species. *Jpn. J. Genet.* 33: 129-137.
- Jackson, R.C. 1971. The karyotype in systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 2: 327-368.
- Jackson, R.C. 1976. Evolution and systematic significance of polyploidy. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7: 209-234.
- Jain, S.K. 1978. Inheritance of phenotypic plasticity in soft chess, Bromus mollis L. (Gramineae). *Experienta* 34(7): 835-836.
- Jones, A.G. 1977. New data on chromosome numbers in Aster section Heterophylli (Asteraceae) and their phylogenetic implications. *Syst. Bot.* 2: 334-347.
- Jones, A.G. 1980a. A classification of the New World species of Aster (Asteraceae). *Brittonia* 32: 230-239.
- Jones, A.G. 1980b. Data on chromosome numbers in Aster (Asteraceae), with comments on the status and relationships of certain North American species. *Brittonia* 32(2): 240-261.

- Jones, D.A. and D.A. Wilkins. 1971. Variation and adaptation in plant species. Heinemann, London, pp. 184.
- Jones, R.N. 1974. B chromosome systems in flowering plants and animal species. Int. rev. Cytol. 40: 1-100.
- Jones, K. 1984. Cytology and Biosystematic. Dans Plant Biosystematic (Grant, V.F., ed.), pp. 25-39. Academic Press, New-York.
- Le Quesne, W.J. 1969. A method of selection of characters in numerical taxonomy. Syst. Zool. 18: 201-205.
- Levine, L. 1973. Biology of the Gene. 2nd ed. The C.V. Mosby Company, St-Louis, pp. 358.
- Lewis, W.H. 1980. Polyploidy: Biological relevance. Plenum Press, New-York.
- Lindenmayer, A. 1975. Developmental systems and Language/Herman, Gabor I. Amsterdam; North Holland Publ. Co.; New-York; American Elsevier pub. Co., pp. 363.
- Linné, C. 1753. Species Plantarum. Salvii Laurentii, Stockholm, pp. 875.
- Love, A. & D. Love. 1964. IOPB Chromosome number reports I. Taxon 13: 100-110.
- Love, A. & D. Love. 1982. IOPB chromosome number reports LXXV. Taxon 31: 356-360.
- Loveless, M.D. and J.L. Hamrick. 1984. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. Ann. Rev. Ecol. Syst. 15: 65-95.
- Marie-Victorin, F. 1964. Flore laurentienne. 2ième ed. Les Presses de l'Université de Montréal, pp. 925.

- Mayr, E. 1981. Biological classification: Toward a synthesis of opposing methodologies. *Science* Vol. 214: 510-516.
- Ministère de l'Agriculture du Québec. 1977. Carte climatique du Québec. Service de la Recherche en Sols. Direction générale de la Recherche et de l'Enseignement.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources. 1985. Les régions écologiques du Québec méridional. Service de la cartographie.
- Miyazaki, S. and Y. Tashiro. 1977. Tissus culture of Chrysanthemum morifolium Ramat. II. Variation in chromosome number of plants regenerated from stem segments in vitro. *Agric. Bull. Saga Univ.* 42: 27-42.
- Morisset, P. et C. Boutin. 1984. The biosystematic importance of phenotypic plasticity. Dans *Plant Biosystematic* (Grant, W.F., ed.), pp. 293-306. Academic Press, New-York.
- Morton, J.K. 1981. Chromosome numbers in Compositae from Canada and the U.S.A. *Bot. J. Linn. Soc.* 82: 357-368.
- Nebel, B.R. 1934. Characteristics of diploid and triploid apple varieties. I - Measurements of stomata. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 32: 254-255.
- Parfitt, B.D. and N.A. Harriman. 1981. Dans A. Love, IOPB chromosome number reports LXXI. *Taxon* 30: 515-516.
- Pease, A.S. 1917. Is Aster tardiflorus a hybrid? *Rhodora* 19: 88.
- Platnick, N. and G. Nelson. 1978. A method of analysis for historical biogeography. *Syst. Zool.* 27: 1-16.
- Platnick, N. and G. Nelson. 1981. Systematics and biogeography. Columbia University Press. New-York, pp. 567.

- Porter, T.C. 1889. Aster cordifolius L. and two new varieties. Bull. Torrey Bot. Club. 16: 67-68.
- Porter, T.C. 1893. Aster leiophyllus, n.sp. Bull. Torrey Bot. Club. 20: 254-255.
- Porter, T.C. 1894a. Notes on certain plants of our eastern flora. Bull. Torrey Bot. Club. 21: 120-123.
- Porter, T.C. 1894b. Dans Britton, N.L. et al. List of Pteridophyta and Spermatophyta growing without cultivation in Northeastern North America. Mem. Torrey Bot. Club. 5: 325.
- Rahlf, F.J. 1967. Correlated characters in numerical taxonomy. Syst. Zool. 16: 109-126.
- Ravell. 1945. Dans Darlington, C.D. and A.P. Wylie. Chromosome atlas of flowering plants. 2nd ed. Hafner Publ., New-York, pp. 256.
- Rousseau, C. 1974. Géographie floristique du Québec/Labrador. Distribution des principales espèces vasculaires. Les Presses de l'Université Laval. Québec, pp. 799.
- Semple, J.C. and L. Brouillet. 1980a. A synopsis of North American Asters: the subgenera, sections, and subsections of Aster and Lasallea. Am. J. Bot. 66: 1010-1026.
- Semple, J.C. and L. Brouillet. 1980b. Chromosome number and satellite chromosome morphology in Aster and Lasallea. Am. J. Bot. 67(7): 1027-1039.
- Sharma, A.K. and A. Sharma. 1983. Chromosomes in evolution of eukaryotic groups. Vol. 2. CRC Press Inc. N.W. Boca Raton, Florida.
- Shinners, L.H. 1941. The genus Aster in Wisconsin. Am. Midl. Nat. 26: 407.

- Shinners, L.H. 1945. The genus Aster in West Virginia. *Castanea* Vol. 10, No. 3: 65.
- Sneath, P. and R.R. Sokal. 1973. *Numerical taxonomy*. W.H. Freeman and Company. San Francisco, pp. 573.
- Stebbins, G.L. 1971. *Chromosomal evolution in higher plants*. Ed. Edward Arnold Ltd. London, 216 p.
- Swanson, C.P., T. Merz et W.J. Young. 1981. *Cytogenetics: the chromosome in division, inheritance and evolution*. Prentice-Hall Inc., Canada, pp. 577.
- Trivedi, S. and R.S. Tripathi. 1982. Growth and reproductive strategies of two annual weeds as affected by soil nitrogen and density levels. *New Phytol.* 91: 489-500.
- Van Faasen, P. 1963. Cytotaxonomic studies in Michigan Asters *Mich. Bot.* 2: 17-27.
- Van Faasen, P. and F.F. Sterk. 1973. Chromosome numbers in Aster. *Rhodora* 75: 26-33.
- Wiegand, K.M. 1933. Aster paniculatus and some of its relatives. *Rhodora* 35: 16-38.
- Willdenow, K.L. 1805. *Species plantarum*. Vol. 3, pp. 2035.
- Williams, B.K. 1983. Some observations on the use of discriminant analysis in ecology. *Ecology* 64(5): 1283-1291.