Chapitre 2. Structures d'âges de populations nordiques d'érable rouge issues de reproduction sexuée et asexuée.

1. Introduction

A sa limite nord de distribution, l'érable rouge présente une reproduction sexuée déficiente et des problèmes de croissance probablement à cause d'une contrainte climatique liée aux températures nordiques. De plus, l'habitat de l'érable rouge à ces latitudes est restreint aux sommets et hauts de versants de collines exposés du sud-est au sud-ouest. L'érable rouge, à la limite nord, se retrouve dans des habitats beaucoup moins polyvalents qu'au sud de l'aire de répartition. De plus, cet habitat restreint est peu disponible à la limite nord puisque les collines sont rares dans l'immense étendue de la grande plaine de la Baie James. Les érables rouges survivent aux stress climatiques et aux perturbations historiques comme les feux en produisant des rejets de souche.

Le chapitre 1 a permis de révéler la capacité qu'a cette espèce de se reproduire par régénération végétative après feu en produisant des peuplements équiennes. Le chapitre 2 verra à étudier le processus de production des rejets lors des feux de forêt et entre les feux en tenant compte de la structure d'âge de ces populations. Nous allons donc chercher à comprendre les mécanismes de maintien et la dynamique des peuplements d'érable rouge à la limite de leur aire de distribution.

De façon plus spécifique, nous étudierons, en considérant le gradient de distribution latitudinal:

1. la structure d'âge des populations d'érables rouges, afin de voir comment les populations d'érables se régénèrent après feu puis se maintiennent sur le site en l'absence de nouvelles perturbations;

2. la structure de diamètre des tiges vivantes et des tiges mortes encore debout des érables rouges des différentes populations, ceci afin de déterminer le processus de transformation de chaque arbre: bouquets (cépées) de tiges ou tige unique et leur évolution dans le temps;

3. la structure d'âge des cépées d'érables rouges des différentes populations, pour voir la dynamique intracépée à travers le temps. Nous verrons ainsi si la production de rejets se fait de façon synchrone et de quelle façon elle est liée à la présence des feux de forêt.

2. Méthodes

2.1 Aire d'étude

Les stations potentielles ont été délimitées sur les cartes topographiques au 1:250,000 (Anonyme, 1981) en répertoriant les collines de 300 mètres et plus, susceptibles d'abriter des populations d'érables rouges (Bergeron et al., 1983). Les cartes forestières du ministère de l'Energie et des Ressources du Québec ont permis de répertorier avec plus de sûreté les érablières du sud de l'Abitibi et du Témiscamingue.

Parmi les stations trouvées, le choix des stations a été exhaustif au nord et à choix raisonné au sud (Scherrer, 1984) où l'on suivait alors les priorités suivantes: bien représenter le gradient latitudinal et obtenir des stations d'âges variés. Ainsi, 20 stations ont été retenues pour l'échantillonnage (fig. 1.1).

2.2 Variables historiques

La date de l'établissement du peuplement après feu a été évaluée en carottant les 5 plus gros arbres du sites à l'aide d'une

sonde de Pressler. Les carottes, montées sur support de bois, ont été sablées puis lues à l'aide d'une loupe binoculaire.

2.3 Populations d'érables rouges

Dans chacune des stations, on a relevé la densité en érables rouges par la méthode des quadrants centrés sur le point (Cottam et Curtis, 1956) dans 20 place-échantillons déterminées à tous les 10 ou 15 pas selon la taille de l'érablière. La densité absolue a été calculée avec le carré de la distance de la plus grosse tige de chaque quadrant depuis le point centré. Dans le cas où la densité n'était pas mesurable par la méthode des points centrés (stations xériques, par exemple), la densité a été évaluée en comptant de manière exhaustive les érables rouges et en évaluant l'aire occupée par chaque population sur le terrain ou sur carte forestière si la taille l'exigeait.

Pour l'étude des structures d'âge et de diamètre des populations, un échantillon de 40 érables de 5 cm de DHP et plus (les 2 plus près de chaque point centré) a été utilisé dans le cas où le nombre d'érables était supérieur à 40 individus. Dans les sites xériques et les stations 10, 19 et 20, comme il n'y avait pas suffisamment d'érables de 5 cm et plus de DHP, nous avons aussi

inclus des érables de 5 cm et plus de diamètre à la souche. Pour chaque arbre échantillonné, on a mesuré le DHP précis de la plus grosse tige et le DHP par classes de 5 cm de toutes les tiges de chaque cépée; le nombre de tiges vivantes et mortes sur chaque individu ont été comptées par classe de 5 cm de DHP. L'âge de chaque érable a été évalué par comptage des cernes annuels pris à la base de la plus grosse tige de chacun des arbres de l'échantillon, supposant qu'elle donnerait la meilleure estimation. Ceci a été vérifié dans la majorité des cas lors de l'analyse de la structure d'âge des cépées. Le nombre et l'âge des semis d'érables rouges (moins de 1 cm de DHP) ainsi que le nombre de gaulis (entre 1 cm et 5 cm de DHP) ont été déterminés dans 20 micro-quadrats d'un mètre carré. L'âge des semis a été évalué par comptage des cicatrices annuelles sur la tige.

Une analyse de la structure d'âge intra-cépée de 5 individus choisis au hasard dans chaque station a été effectuée. Toutes les tiges ont été datées, par analyse des cernes, suite au carottage ou au sciage des tiges, ou par comptage des cicatrices annuelles sur la tige. On a aussi mesuré le DHP avec précision et la hauteur (au clinomètre) de toutes les tiges.

2.4 Traitement des données

Les carottes ont été montées sur support de bois, sablées et les cernes annuels comptés sous binoculaire. En l'absence du coeur de l'arbre, le nombre de cernes présents représente un âge minimum. Les érables ont été regroupés par classes de cinq ans et les deux types de diagrammes de structure d'âge regroupent la plus grosse tige de l'ensemble des individus d'une part et toutes les tiges des cinq cépées de chacune des stations d'autre part.

Des diagrammes de structure de diamètre de l'ensemble des tiges vivantes et des tiges mortes encore debout ont été réalisés à partir de toutes les tiges de l'échantillon d'érables de chaque population. Les classes de diamètre retenues sont: < 1 cm, 1 à 5, et chaque 5 cm jusqu'à la classe de 30 cm et plus. Les histogrammes de cette analyse ont été disposés de la même façon que les structures d'âges des arbres.

3. Résultats

3.1 Structures d'âges des populations d'érables rouges

L'allure des structures d'âges des populations d'érables rouges semble dépendre de 4 facteurs: le régime hydrique (xérique ou mésique), l'âge de la population, la date du dernier feu, et la latitude (figures 2.1 et 2.2). Les structures d'âges sont donc présentées en fonction de ces distinctions.

3.1.1 Les jeunes stations mésiques du sud

Les stations 5, 11, 17 et 16 ont subit des feux récents en 1923 (Gagnon, 1990, Dansereau, 1991), 1944 (Dansereau, 1991) et autour de 1949 et 1932 respectivement selon nos données (fig. 2.1 a). Les populations d'érables rouges sont équiennes et on observe plusieurs érables du même âge que le feu (fig. 2.3 a). De plus, la plupart des individus proviennent de régénération végétative (cépées). Dans un seul cas (station 11), nous avons observé un individu ayant survécu au feu; l'absence de cicatrice suggère qu'il devait se trouver dans une zone non brûlée.

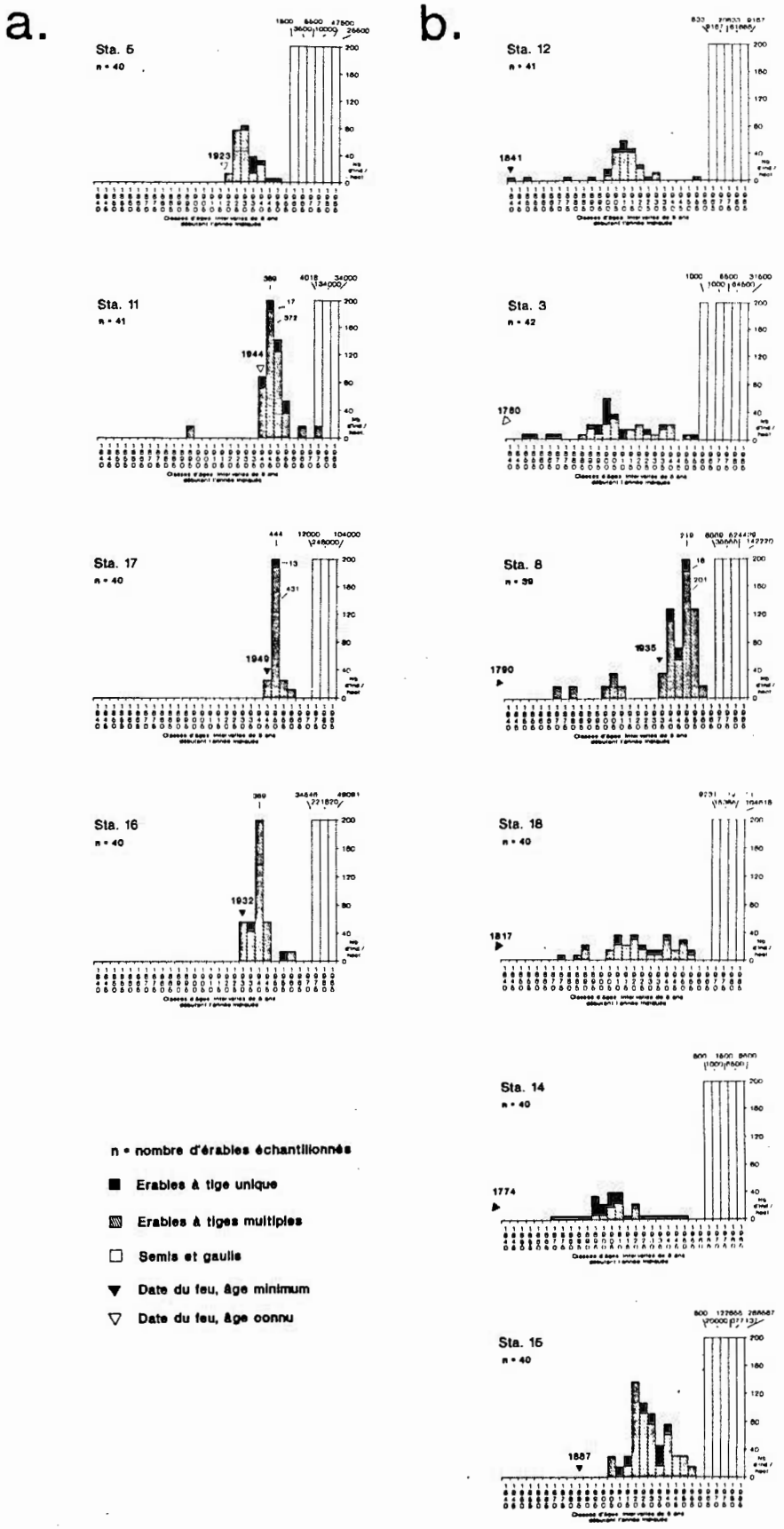


Fig. 2.1 Structures d'âge des populations d'érables rouges disposées suivant le gradient latitudinal (nord: haut de la page, sud: bas de la page) en Abitibi-Témiscamingue. a. Jeunes stations mésiques du sud. b. Vieilles stations mésiques du sud.

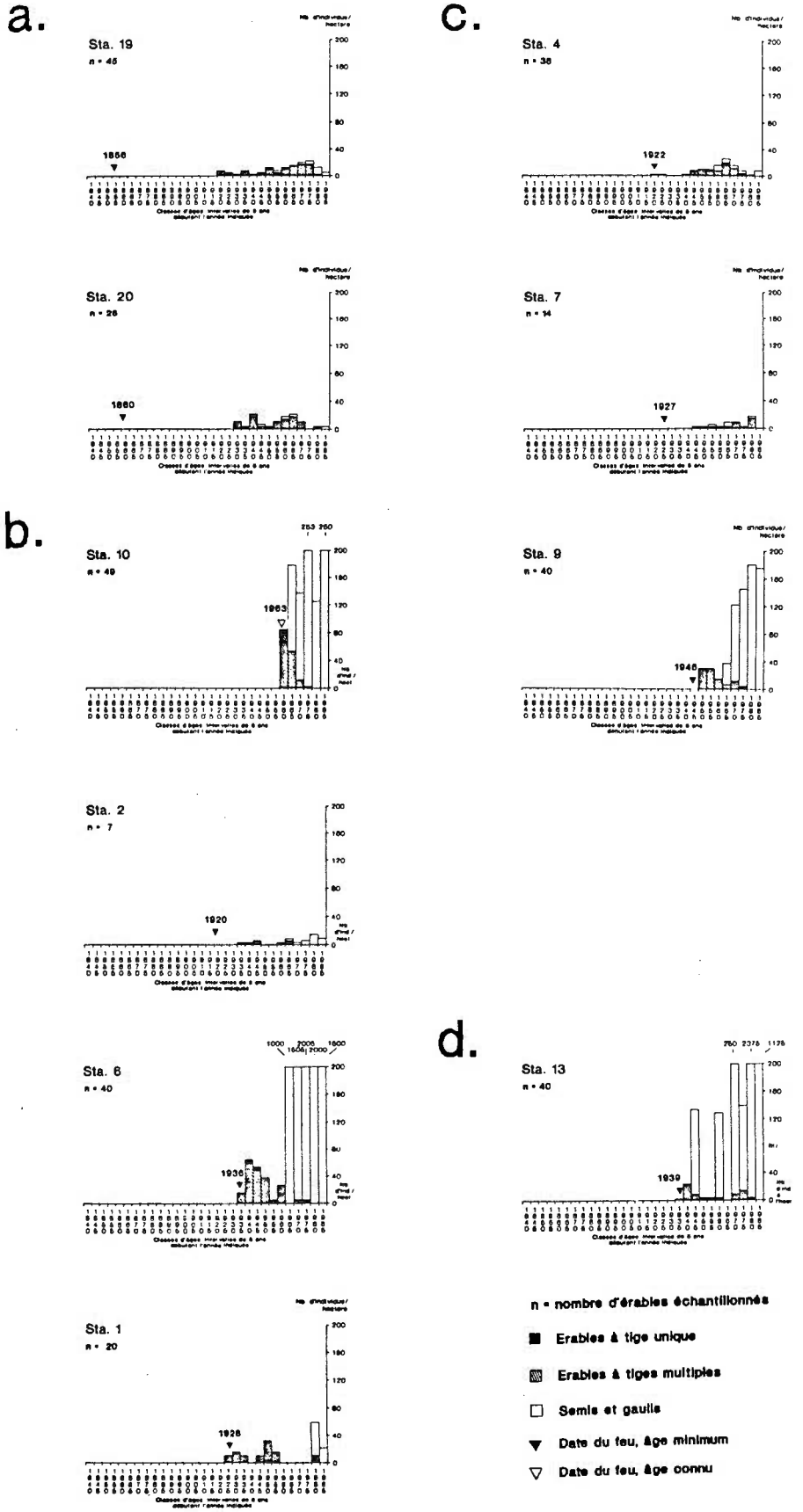


Fig. 2.2 Structures d'âge des populations d'érables rouges disposées suivant le gradient latitudinal en Abitibi-Témiscamingue. a. Vieilles stations mésiques du nord. b. Jeunes stations mésiques du nord. c. Stations xériques du nord. d. Station xérique du sud.

a.

b.

Fig. 2.3 Stations mésiques et feu. a. Jeunes érables rouges équiens au feu, station 5, feu de 1923. b. Vieille population d'érables rouges inéquienne au feu, station 18: présence d'érables à sucre.

Bien que le recrutement en semis (< 1 cm de DHP) soit très élevé, on note un très faible nombre d'individus de taille arborescente dans les classes d'âges intermédiaires, indiquant un renouvellement de la banque de plantules sans qu'ils puissent sortir de l'état de suppression.

3.1.2 Les vieilles stations mésiques du sud

Les stations 12, 3, 8, 18, 14 et 15 sont issues, respectivement, des feux de 1841 (minimum), 1760 (Dansereau, 1991), et approximativement de 1790, 1817, 1774 et 1887 (fig. 2.1 b et 2.3 b). Les érables portent généralement des tiges multiples, sauf la station 14 qui comporte autant d'arbres à tige unique. Les stations mésiques du sud ont une structure d'âge beaucoup plus étalée que les stations plus jeunes. Les feux antérieurs au XXème siècle ont eu lieu souvent au-delà de la courte longévité des tiges. Il semble que le plus vieil érable (station 12) de toutes les stations ait au minimum 147 ans (en 1987). Un deuxième feu plus récent a été enregistré dans la station 8 autour de 1935, probablement plus près de 1930, (Bergeron et al., 1985), engendrant une population équienne. Cependant, quelques individus ont échappé à ce feu sans subir de dommage apparent.

Tout comme dans les stations plus jeunes, les semis d'érables rouges abondent et sont tous âgés de 28 ans ou moins. Dans les stations mésiques âgées, on remarque une agglomération d'arbres autour des classes d'âges intermédiaires donnant une allure de cloche aux histogrammes de ces populations.

3.1.3 Les jeunes stations mésiques du nord

Les stations 10, 2, 6 et 1 ont subies des feux en 1963 et autour de 1920, 1936 et 1928 respectivement (fig. 2.2 b). La majorité des érables sont des cépées et ils le sont tous dans la station 10. Dans les stations 10, 6 et 1, les populations d'arbres matures sont nettement équiennes, en particulier la station 10 (feu de 1963), où la majorité des arbres sont nés en 1963 ou 1964. La station 2, non directement issue du feu, ne comporte que 7 arbres matures, ce qui explique la faible chance qu'un des érables soit lié au feu. La densité à l'hectare de ces populations est aussi plus faible qu'au sud.

Dans ces stations, les semis sont beaucoup moins abondants que dans les stations du sud, en particulier dans les stations 2 et 1, à faible densité d'arbres matures.

3.1.4 Les vieilles stations mésiques du nord

Les stations 19 et 20 sont issues des feux datés à environ 1856 et 1860 respectivement (fig. 2.2 a). Ces 2 stations, les plus nordiques de notre gradient, ont une structure d'âges étalée et non liée aux feux, les érables datant au plus de 1921 (fig. 2.4). Les érables rouges de ces stations sont essentiellement des cépées. La densité de ces populations est aussi plus faible que les jeunes populations mésiques du nord et du sud.

Les semis et gaulis sont en quantité négligeable ce qui suggère une incapacité presque totale pour les érables de stations âgées mésiques du nord de se reproduire de façon sexuée.

3.1.5 La station xérique du sud

La station 13, (xérique du sud), est issue d'un feu déclenché vers 1939 (fig. 2.2 d). Elle présente une faible densité d'érables et une structure d'âge un peu étalée, bien que quelques érables aient le même âge que le feu. Les arbres sont essentiellement des

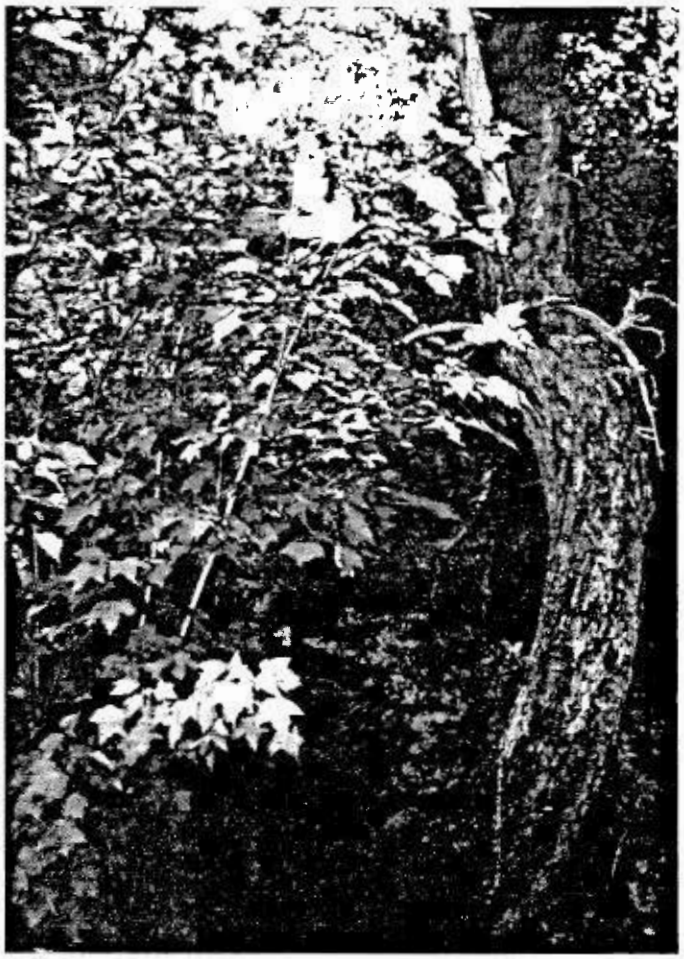


Figure 2.4 Jeune érable rouge issu de rejets et pin gris issu du feu dans une vieille station mésique de la limite nord (station 19). Feu de 1856.

cépées à plusieurs tiges et les jeunes classes d'âges sont davantage représentées. La densité des arbres est comparable à une population mésique du nord et plus faible que les populations mésiques du sud.

Cette station, quoique capable de se régénérer par semis, a plus de difficultés qu'une station mésique à voir ses graines s'implanter, mais on y retrouve parfois des semis plus âgés (classe 1945-49).

3.1.6 **Les stations xériques du nord**

Les stations 4, 7 et 9 sont issues des feux produits autour de 1922, 1927 et 1946, (fig. 2.2 c). Les érables sont presque tous des cépées et comportent de nombreuses tiges (figure 1.10), tout comme dans la station 13 (xérique du sud). Quelques érables des stations 9 et 4 sont du même âge que la perturbation mais la population dans l'ensemble présente un patron de distribution étalé. Le petit nombre d'érables (14) de la station 7 explique peut-être qu'ils soient moins clairement du même âge que le feu. La station 4 présente un cas de transition entre les stations 9 et 7: il ne reste que deux individus dans les 20 années suivant le feu déclenché autour de 1922. Tout comme la population xérique du sud et les vieilles mésiques du nord, les populations xériques du nord sont

moins denses que les populations mésiques du sud.

Ces populations produisent peu de semis, en particulier les 2 stations xériques les plus nordiques (stations 4 et 7) qui ont une incapacité de reproduction sexuée semblable aux 2 plus vieilles stations mésiques du nord.

Les érablières rouges sont généralement issues du feu (10 stations sur 20) en particulier les jeunes stations, qu'elles soient du sud ou du nord. Les vieilles érablières mésiques du sud sont non équiennes et l'âge des érables est beaucoup plus jeune que le feu. La station xérique du sud est étalée mais certains arbres sont du même âge que le feu. Les stations xériques du nord de même que les vieilles stations mésiques du nord, qui sont aussi les plus nordiques, sont composées d'érables beaucoup plus jeunes que le feu. Les populations xériques et mésiques du nord sont moins densément peuplées.

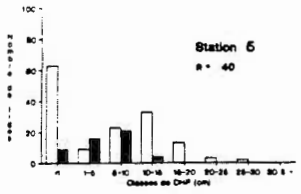
3.2 Structures de diamètre des tiges

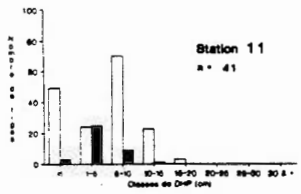
Les structures de diamètre à hauteur de poitrine de l'ensemble des tiges de chaque arbre d'une station (figures 2.5 et 2.6) reflètent indirectement à la fois l'âge des tiges et leur croissance. Elles précisent aussi, en présentant les tiges vivantes et les tiges mortes encore debout, l'importance de la compétition dans la population totale et à l'intérieur de chaque cépée.

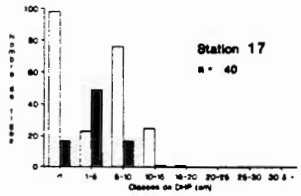
3.2.1 les jeunes stations mésiques du sud

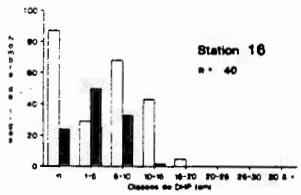
Les stations 5, 11, 17 et 16 (fig. 2.5 a et 2.7 a) présentent une allure bimodale au niveau des tiges vivantes où on retrouve un bon nombre de tiges de moins d'un cm de DHP et un nombre assez substantiel, quoique moins élevé, de tiges dans les classes de DHP supérieur telles 5 à 10 et 10 à 15 cm de DHP. Le nombre assez élevé de petites tiges issus de rejets indique la capacité pour ces arbres de produire durant leur vie de nouveaux rejets. L'abondance de tiges relativement grosses indique une bonne croissance des tiges issues du feu. Il y a présence de 2 cohortes dans chaque cépée. Dans l'ensemble, on observe beaucoup de tiges vivantes; les tiges,

a.







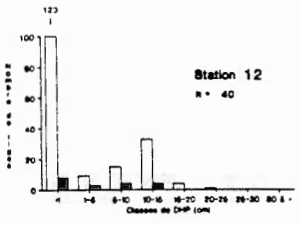


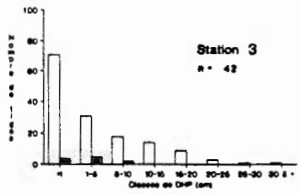
n = nombre d'érables échantillonnés

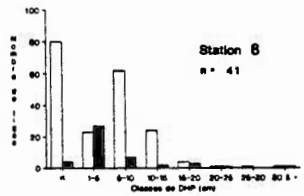
□ Tiges vivantes

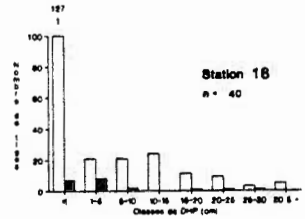
■ Tiges mortes

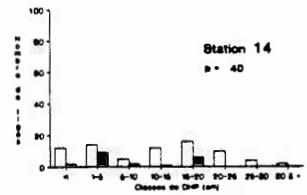
b.











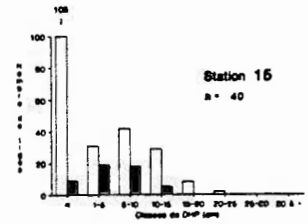


Fig. 2.5 Structures de diamètre de l'ensemble des tiges des érables rouges d'au moins 5 cm de DHP (ou de diamètre de souche) des stations disposées suivant le gradient nord-sud en Abitibi-Témiscamingue (nord: haut de la page, sud: bas de la page). Stations mésiques du sud. a. Jeunes stations. b. Vieilles stations.

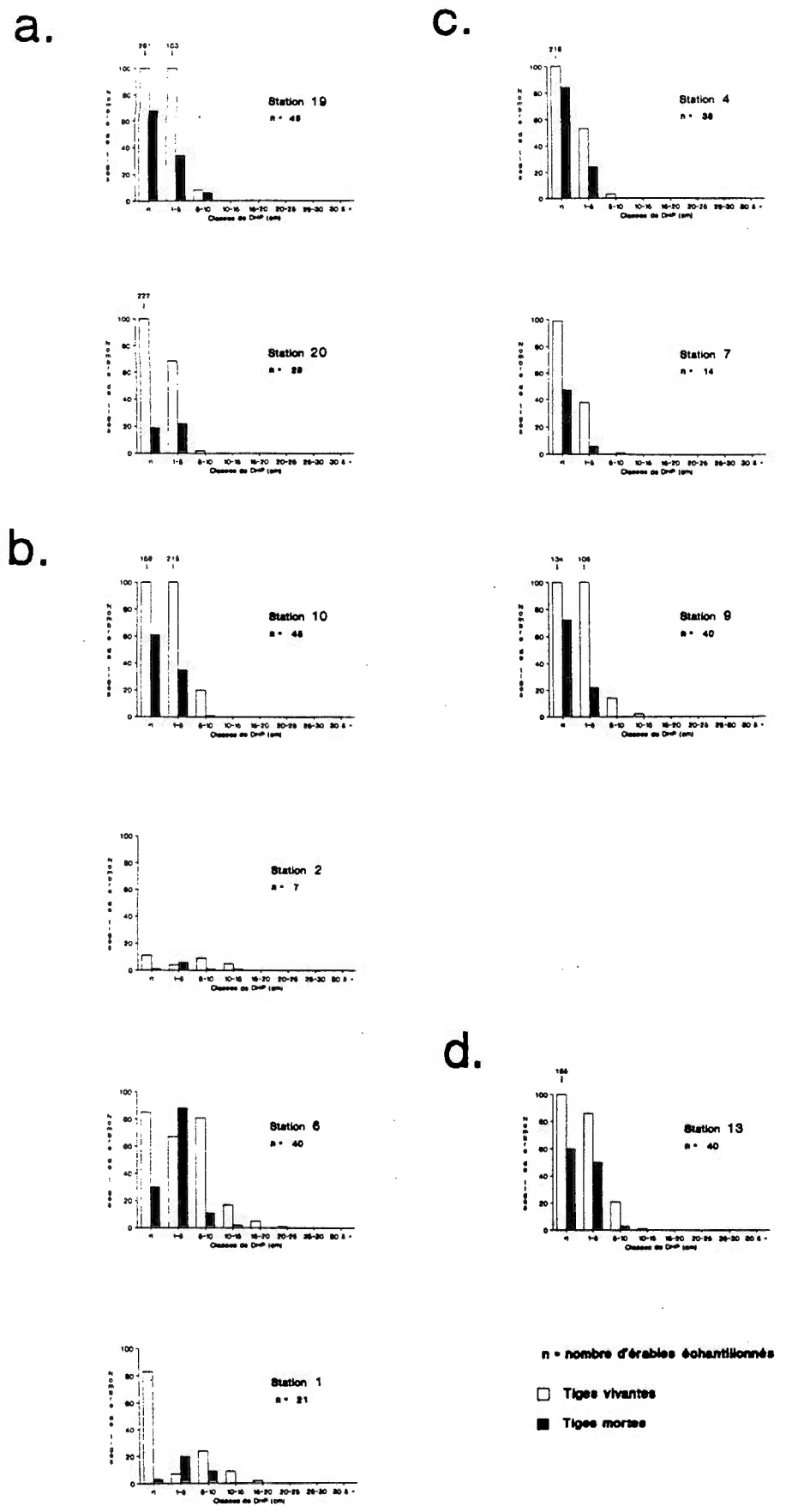


Fig. 2.6 Structures de diamètre de l'ensemble des tiges des érables rouges d'au moins 5 cm de DHP (ou de diamètre de souche) des stations disposées suivant le gradient nord-sud en Abitibi-Témiscamingue (nord: haut de la page, sud: bas de la page). a. Vieilles stations mésiques du nord. b. Jeunes stations mésiques du nord. c. Stations xériques du nord. d. Station xérique du sud.

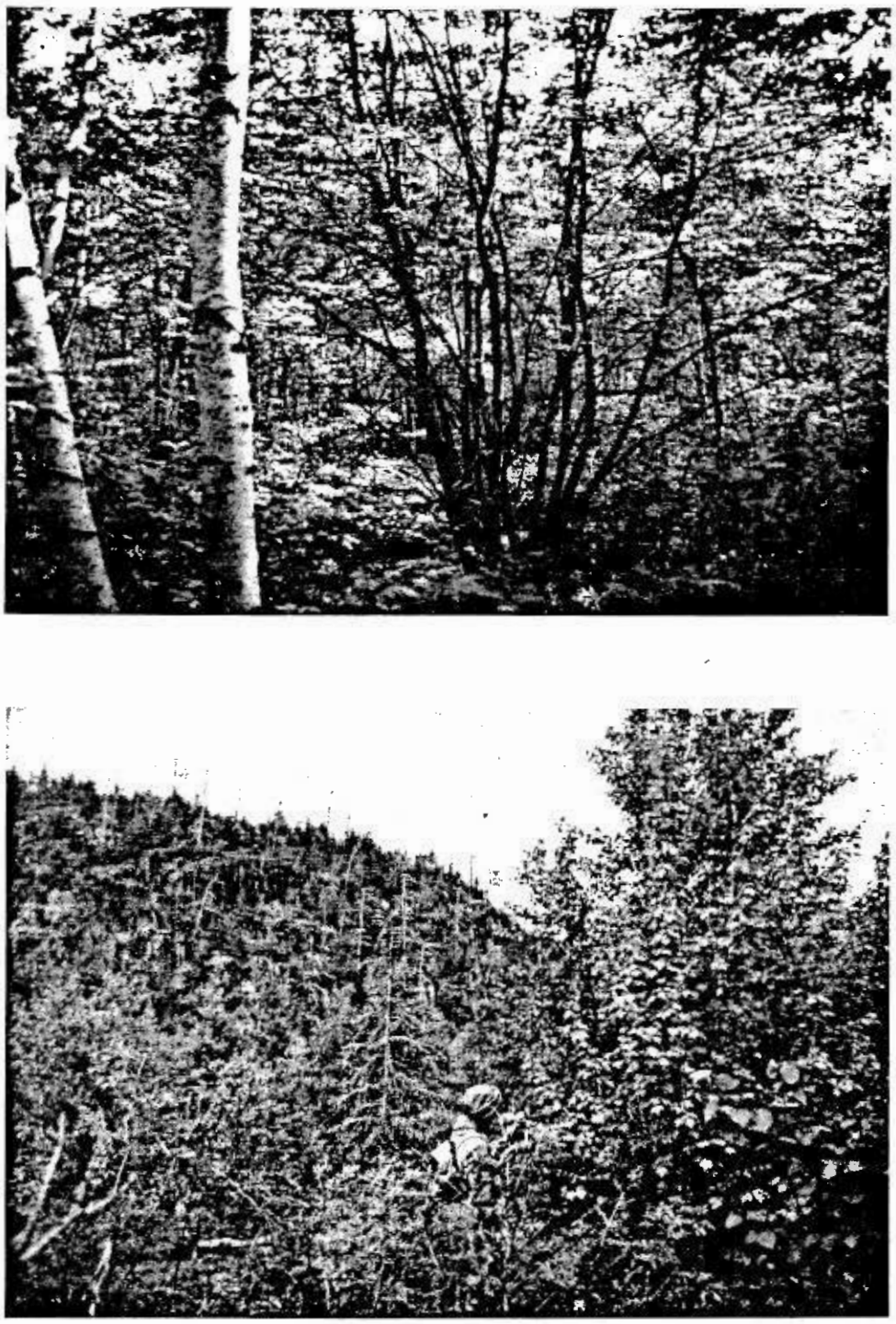


Fig. 2.7 Vigueur de la régénération asexuée. a. Nombreuses tiges vivantes équiennes, d'assez gros diamètre (station 16, jeune mésique du sud). b. Nombreuses tiges vivantes de faible diamètre (station 10, jeune mésique du nord).

encore jeunes, n'ayant pas été éliminées par compétition intracépée.

L'analyse des tiges mortes encore debout indique que dans les jeunes stations mésiques du sud, il y a une mortalité intra-cépée dans la plupart des classes de DHP, en particulier dans les classes intermédiaires 1 à 5 et 5 à 10 cm. Ce phénomène indique possiblement une mortalité au moment où les nombreuses tiges issues du feu, rendues un peu plus vieilles, ont un diamètre trop élevé pour pouvoir toutes survivre, la compétition interne entraînant la mort de plusieurs d'entre elles, en général les plus petites ou les moyennes, moins résistantes.

3.2.2 Les vieilles stations mésiques du sud

Les stations 12, 3, 8, 18, 14 et 15 (fig. 2.5 b et 2.8 a) présentent, au niveau des tiges vivantes, un patron de distribution beaucoup plus étalé, à cause de l'âge très élevé de certaines tiges. Les petits rejets sont encore forts nombreux (sauf dans la station 14), révélant la capacité de produire des rejets plusieurs années après feu. Dans les stations 3 et 18, on remarque une décroissance exponentielle dans le nombre de tiges vivantes en fonction de la taille, indiquant une mortalité régulière. La bimodalité est encore présente dans les stations 12, 8 et 15, où on remarque un pic au

Fig. 2.8 Vigueur de la régénération asexuée. a. Vieille station mésique du sud (sta. 15): cépées à une, deux ou trois grosses tiges. b. Station xérique du nord (sta. 7): port arbustif.

niveau des plus petits diamètres et un autre au niveau des classes 5 à 10 et 10 à 15 cm de DHP. Ceci s'explique dans les stations 12 et 8 puisqu'elles présentent des cohortes d'arbres issues d'un feu plus récent, alors que certains arbres issus d'un feu plus ancien ont survécu au deuxième feu. La station 15 est un cas d'âge intermédiaire (feu de 1887) entre les jeunes stations mésiques du sud et les plus vieilles. Pour l'ensemble des stations, le nombre de tiges vivantes est en général moins élevé que dans les jeunes stations, les érables ont donc en moyenne moins de tiges.

Le nombre de tiges mortes encore debout est faible dans ces stations où les arbres ont tendance à avoir davantage une tige unique bien établie. Seules les stations 8 et 15, possédant plus de tiges vivantes que les autres stations, ont tendance à avoir aussi plus de tiges mortes. La mort des tiges de diamètre intermédiaire observée dans la station 8 s'explique par la compétition intracépée importante de la cohorte issue du deuxième feu. Dans l'ensemble des six stations, il y a de la mortalité possible dans toutes les classes de DHP (stations 8 et 18), même les plus vieilles, en proportion des effectifs de chaque classe. Ce phénomène existant probablement depuis longtemps a sûrement contribué à donner une allure exponentielle aux histogrammes des tiges vivantes. On voit donc un indice probable de rajeunissement constant des individus par cette mortalité intra-cépée, ce qui sera confirmé par l'analyse de

la structure d'âge intra-cépée. On y voit aussi le processus de création de populations à structures d'âges non synchrones au feu et étalées.

3.2.3 Les jeunes stations mésiques du nord

Les stations 10, 2, 6 et 1 (fig. 2.6 b et 2.7 b) ne forment pas un bloc homogène au niveau de la distribution des tiges vivantes. Les stations 6 et 10 comportent beaucoup de rejets par arbre. Ces tiges ont tendance à être petites sauf peut-être dans la station 6. Le patron de distribution des tiges vivantes est faiblement bimodal, (sauf dans la station 10), et on observe des individus à faible diamètre et d'autres à diamètres intermédiaires. Ceci est cependant moins accentué que pour les stations mésiques du sud. Cette légère bimodalité est même observable dans la station 2 qui n'est représentée que par 7 individus. La station 10, issue du feu de 1963, est composée essentiellement de petites tiges (< 1 cm et entre 1 à 5 cm) à cause du jeune âge de la station.

Dans les stations 10 et 6 où les tiges vivantes de 1 à 5 cm et 5 à 10 cm sont abondantes, le nombre de tiges mortes est important dans les 2 plus petites classes de diamètre, résultat de la compétition intracépée qui est élevé durant la phase de croissance

des tiges. Le nombre de tiges mortes de 1 à 5 cm de DHP dans la station 6 étant plus élevé que le nombre de tiges vivantes, il semble y avoir une compétition considérable entre les tiges des arbres en pleine croissance.

3.2.4 Les vieilles stations mésiques du nord

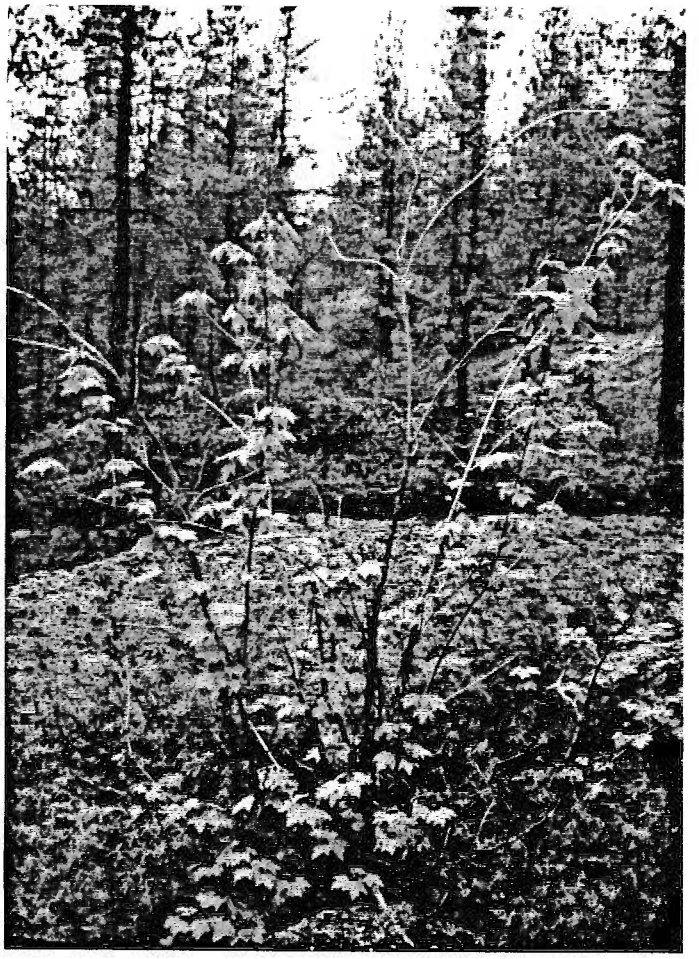
Les stations 19 et 20 (fig. 2.6 a) issue de feux âgés, abritent pourtant des érables rouges dont les nombreuses tiges sont toutes de faible diamètre. Il est possible que les rejets soient morts prématurément laissant une souche plutôt âgée sur laquelle a poussé de nouvelles tiges.

Le nombre de tiges mortes (fig. 2.9 b) est passablement important dans les 2 classes de DHP les plus petites, indiquant une mortalité élevée.

3.2.5 La station xérique du sud

La station 13 (fig. 2.6 d) présente un patron de distribution de tiges semblable à la station 10 située à la limite nord: on observe aucune bimodalité évidente indiquant 2 cohortes de diamètre

a.



b.

Fig. 2.9 Mortalité importante des tiges principales dans les sites xériques et mésiques du nord. a. Station 4 (xérique du nord) b. Station 19 (limite nord, mésique).

clairement séparées. Les diamètres étant assez semblables malgré la différence de sites et d'âges, (cette station étant un peu plus âgée que la station 10,) la croissance sur site xérique semble donc plus faible que dans les sites mésiques. La mortalité est cependant plus accentuée que dans la station 10, résultat d'une forte compétition intracépée et caractéristique d'un milieu sec.

3.2.6 Les stations xériques du nord

Les stations 4, 7 et 9 (fig. 2.6 c et 2.8 b) malgré un âge de la dernière perturbation voisin de celui de la station 13, ont un patron de structure de diamètres relativement identique à celui de la station 13, sans bimodalité apparente, mais avec des diamètres légèrement plus petits. Les diamètres des tiges sont aussi plus faibles que dans les stations mésiques de même latitude. Le nombre de tiges mortes (fig. 2.9 a) est élevé comme dans la station 13 et les stations mésiques du nord.

Essentiellement, on observe une régénération asexuée plus élevée dans les stations mésiques du nord de tout âge et dans les stations xériques du sud et du nord, si on les compare aux stations mésiques. La mortalité intracépée est plus faible dans les vieilles stations mésiques où la compétition entre les tiges d'un même arbre

a éliminé dans le passé la plupart d'entre elles.

3.3 Structures d'âges intra-cépées

Puisque les tiges vivantes de cinq arbres seulement sur les quarante de chaque station ont été entièrement datées, nous ne retiendrons que les grandes tendances (fig. 2.10 et 2.11, tableau II.I).

3.3.1 Les jeunes stations mésiques du sud

Les érables rouges des stations 5, 11, 16 et 17 (fig. 2.10 a) sont jeunes et plutôt composés de cohortes de tiges à deux modes: en effet, 11 arbres sur 20 ont une ou plusieurs tiges équiennes issues du dernier feu, elles-mêmes entourées de tiges plus jeunes issues du collet de l'arbre. Cependant, huit arbres ont un seul mode: soit une ou quelques tiges issues du feu.

3.3.2 Les vieilles stations mésiques du sud

Les érables rouges des stations 12, 3, 8, 18, 14 et 15 (fig. 2.10 b) sont 18 fois sur 30 de type bimodal. Mais cette fois, les tiges principales sont plus jeunes que le feu et sont entourées de

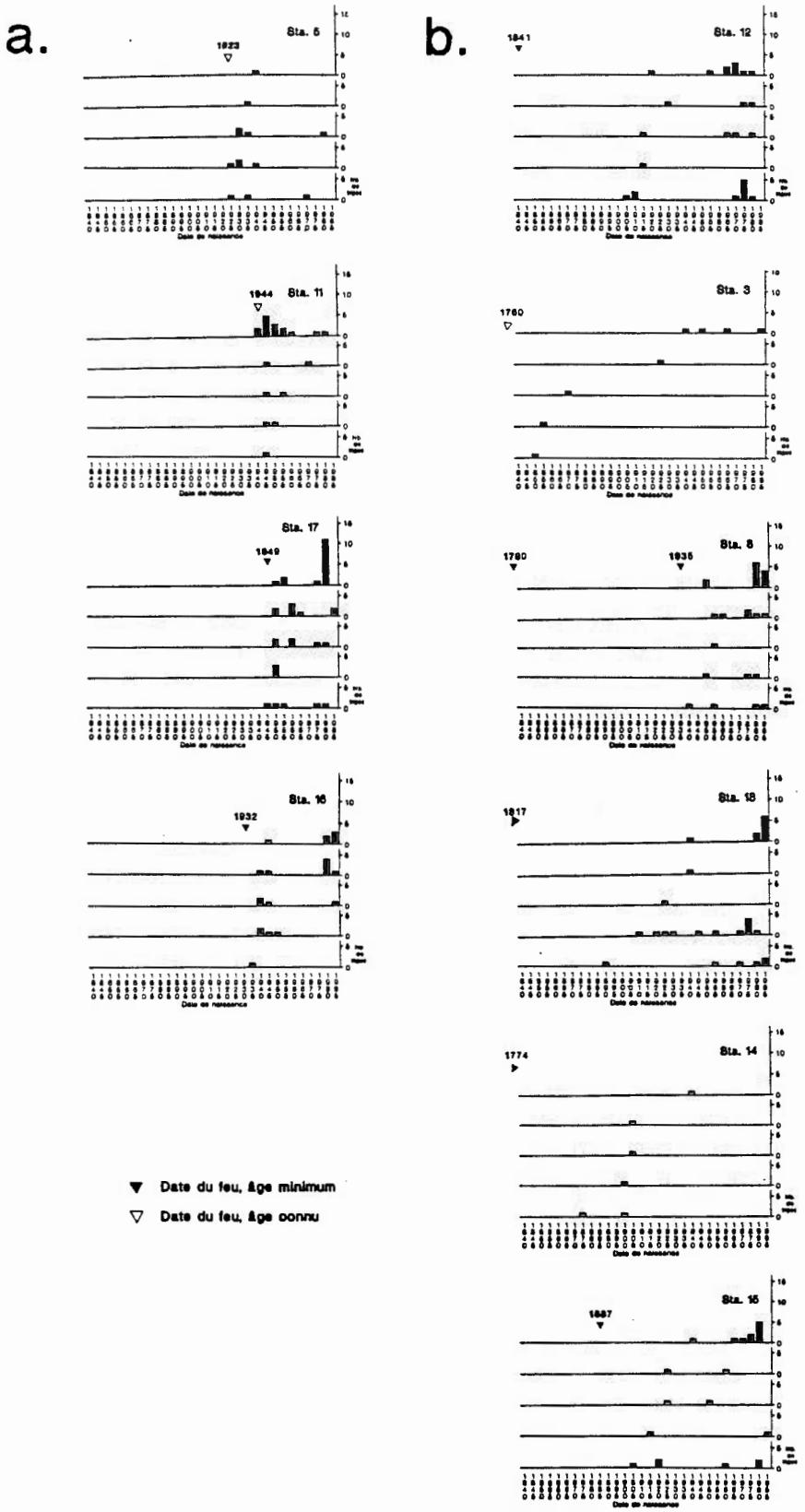


Fig. 2.10 Structures d'âge des tiges de 5 cépées ou plus d'érable rouge par station disposées suivant le gradient latitudinal en Abitibi-Témiscamingue. a. Jeunes stations mésiques du sud; b. Vieilles stations mésiques du sud.

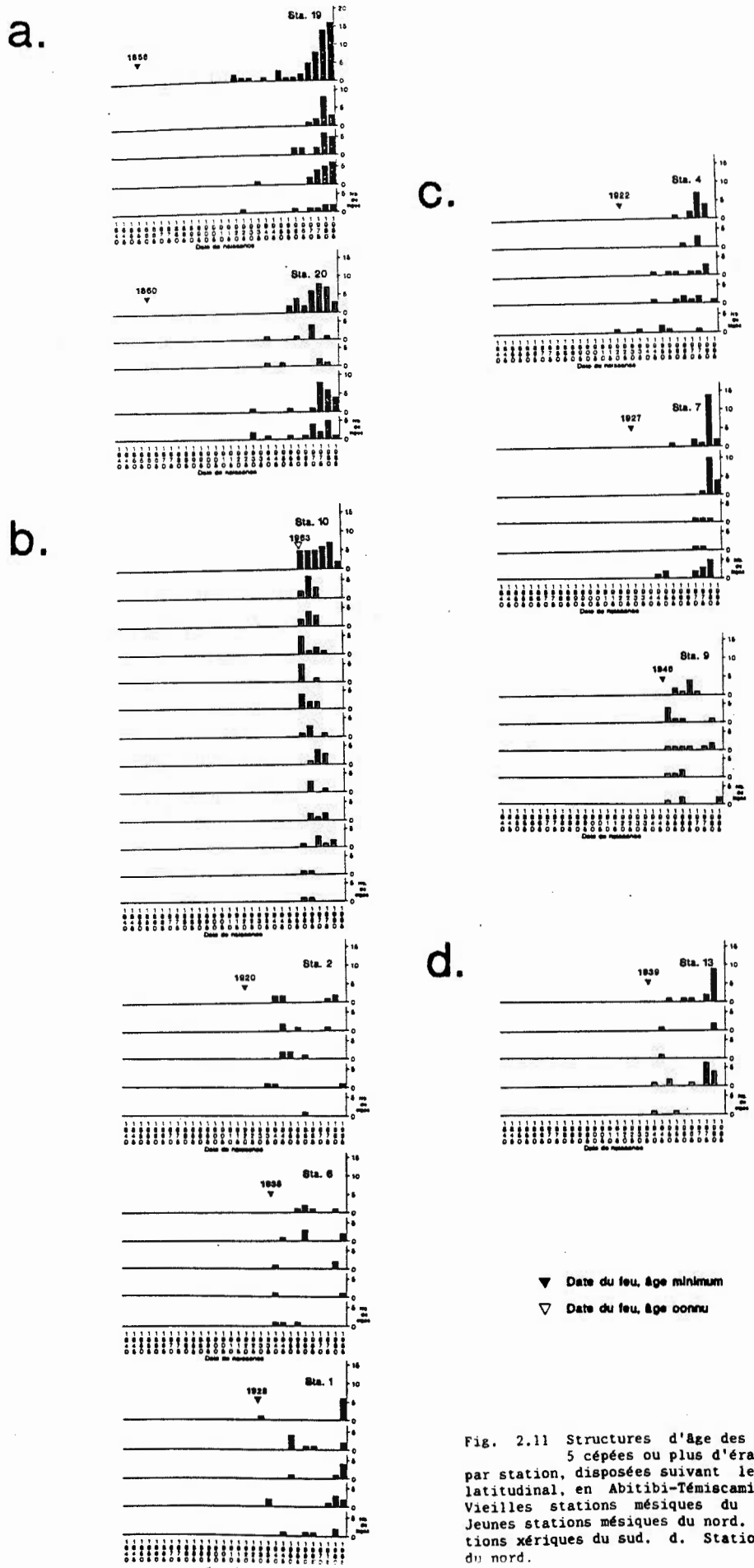


Fig. 2.11 Structures d'âge des tiges de 5 cépées ou plus d'érable rouge par station, disposées suivant le gradient latitudinal, en Abitibi-Témiscamingue. a. Vieilles stations mésiques du nord. b. Jeunes stations mésiques du nord. c. Stations xériques du sud. d. Station xérique du nord.

Tableau II.I Modes des structures d'âges des tiges composant les cépées d'érables rouges.

Groupe	Station	Nombre d'arbres	Nombre d'arbres ayant 1 mode	Nombre d'arbres ayant 2 modes
4, mésique du sud (jeunes)	5	5	3	2
	11	5	3	2
	17	5	1	4
	16	5	2	3
Total		20	9 (45%)	11 (55%)
4, mésique du sud (vieil-les)	12	5	1	4
	3	5	4	1
	8	5	1	4
	18	5	2	3
	14	5	4	1
	15	5	0	5
Total		30	12 (40%)	18 (60%)
3, mésique du nord (jeunes)	10	13	13	0
	2	5	2	3
	6	5	1	4
	1	5	0	5
Total		28	16 (57%)	12 (43%)
3, més. du nord (vieil.)	19	5	3	2
	20	5	1	4
Total		10	4 (40%)	6 (60%
2, xér. du sud	13	5	2	3
Total		5	2 (40%)	3 (60%)
1, xérique du nord	4	5	3	2
	7	5	3	2
	9	5	3	2
Total		15	9 (60%)	6 (40%)

- 2 classes d'âges sans tige entre 2 classes avec tiges indiquent la présence de 2 modes.

jeunes rejets. Les érables unimodaux sont plus fréquents dans les très vieilles stations 3 et 14 (feux de 1760 et 1774 respectivement).

Les arbres âgés des stations mésiques ont donc tendance à délaisser le port cépée et à adopter le port à tige unique. Cependant, quelques vieux arbres peuvent supporter plus d'une tige principale d'âges relativement différents. De plus, de très vieux érables peuvent avoir quand même de jeunes rejets au collet (stations 18, 15 et 12).

3.3.3 Les jeunes stations mésiques du nord

Les érables rouges des stations 10, 2, 6 et 1 (fig. 2.11 b) sont très jeunes, en particulier ceux de la station 10. Douze arbres sur 28 ont deux modes et les tiges principales sont généralement issues du feu, quoique cela ne soit pas toujours aussi clair que dans les jeunes stations mésiques du sud. Les arbres à un mode sont presque tous issus de la très jeune station 10 où les arbres ont tous des tiges issues du feu le plus récent ou sont un peu plus jeunes. Le feu est si récent (1963) que l'étalement d'âge des tiges est faible. Il est possible qu'avec le temps la bimodalité s'y développe, tout comme dans les stations 2, 6 et 1.

Dans la station 10, le port arbustif (à nombreuses petites tiges) est donc plus courant et les tiges peuvent avoir des âges très variés.

3.3.4 Les vieilles stations mésiques du nord

Les érables des stations 19 et 20 (fig. 2.11 a), les plus nordiques des populations connues le long de notre gradient de latitude sont généralement bimodaux (tableau II.I), soit six fois sur dix. Quelques tiges âgées, mais beaucoup moins que le feu, sont entourées de nombreuses tiges très jeunes (moins de 20 ans). Sur le terrain cependant, la bimodalité ressort peu dans la station 19, puisque le port arbustif (voir figure 2.4) est la norme dans ce cas. La production de rejets est donc importante et continue à la limite nord. En l'absence de reproduction sexuée, les nouveaux rejets peuvent donc remplacer les plus vieux lors de leur mort, puisque la production de rejets est continue; ceci a pour effet de rajeunir l'arbre.

3.3.5 La station xérique du sud

Les érables rouges de la station 13 (fig 2.11 d), malgré le

fait qu'ils présentent un port arbustif, sont trois fois sur cinq de type bimodal: une ou deux assez vieilles tiges sont accompagnées de plusieurs très jeunes tiges. Les tiges principales sont généralement issues du feu de 1939. La structure d'âge intra-cépée, malgré le stress hydrique, ressemble à celle des jeunes stations 16 et 17 voisines en latitude et en âge.

3.3.6 Les stations xériques du nord

Les érables des stations 4, 7 et 9 (fig. 2.11 c) sont composées de six arbres à tiges bimodales et neuf à tiges unimodales. Souvent, les arbres unimodaux sont très jeunes, aussi on peut supposer que cette structure bimodale s'exprime difficilement, puisqu'on retrouve des tiges dans presque toutes les classes d'âge plus jeunes que le feu. Généralement, seuls les érables de la station 9 possèdent encore des tiges apparues directement après le feu. Cette station est la plus au sud de son groupe et malgré qu'elle soit équienne, elle présente un certain étalement d'âge des tiges semblable aux stations 19 et 20, mais les tiges sont moins nombreuses. Dans l'ensemble des stations, les arbres semblent avoir plus souvent davantage de tiges que dans les stations mésiques du sud mais moins que dans les deux stations (19 et 20) de la limite nord et la station 10.

Les érables de la station 7, tout comme ceux des stations 19 et 20 de la limite nord, comportent des tiges d'âge intermédiaire (mais de faible diamètre, voir figure 2.6) présentant une abondante quantité de jeunes rejets, mais aussi de moins jeunes. Il y a donc production de rejets à toutes les étapes de la vie de l'individu.

Ainsi, si on considère la majorité des stations du gradient latitudinal étudié, les arbres des stations mésiques du sud d'âge moyen à jeune, présentent une structure plutôt équienne avec de très jeunes tiges. Les vieilles stations mésiques sont peuplées de vieux arbres à tiges plus jeunes que le feu car les tiges issues du feu sont mortes et ont été remplacées par de plus jeunes; souvent, les arbres arborent une seule tige ou une ou deux tiges principales entourées de quelques très jeunes tiges. La structure d'âge des tiges des cépées des jeunes stations mésiques du nord ressemble à celles du sud et à la station xérique du sud. Dans les deux stations xériques les plus nordiques et les vieilles mésiques de la limite nord, les tiges issues du feu meurent prématurément: chaque arbre supporte beaucoup de tiges d'âges variés indiquant une capacité de régénération asexuée élevée et continue donnant aux érables une allure arbustive.

4. Discussion

4.1 Dynamique des populations d'érables rouges entre les feux de forêt

4.1.1 Les populations mésiques du sud

En général, les jeunes populations mésiques d'érables rouges au sud du gradient sont équiennes et issues de leur feu respectif (fig. 2.1 a). A la suite d'un feu causant la mort de la partie aérienne, mais gardant la souche en vie, l'érable rouge renaît donc par rejets se formant à partir des bourgeons du collet. L'absence d'érable rouge dans certaines des classes d'âge intermédiaires peut indiquer qu'il a fallu un délai aux nouveaux érables pour atteindre l'âge de reproduction sexuée et donc former des graines. Cependant, si le jeune érable rouge bénéficiant d'un bon réseau de racines peut produire des graines très tôt, l'absence d'érable d'âge moyen s'explique davantage par la suppression des semis sous couvert forestier et leur forte mortalité. Comme peu d'arbres adultes à tige unique sont observés, on peut croire que peu d'entre eux sont issus de semis, puisqu'alors la tige principale de ces érables exerce une dominance apicale en inhibant la formation de rejets de

souche. Les érables des jeunes sites présentent un patron de distribution des tiges de type bimodal ou unimodal: lorsqu'il y a de jeunes tiges sur la souche, leur nombre demeure tout de même peu élevé probablement à cause de la dominance apicale des tiges plus âgées sur les bourgeons dormants du collet. Ainsi, la formation de rejets se poursuit en partie en l'absence de perturbation.

Avec le temps, la croissance des tiges du jeune arbre induit une compétition telle qu'il s'ensuit une élimination des tiges sur la souche (fig. 2.5 a). Le phénomène de mortalité des tiges intracépée plus élevée en bas âge a été vérifié par Prager et Goldsmith (1977): dans les stations de Nouvelle-Ecosse où les érables rouges ont été coupés, le processus de compétition et de mortalité des tiges est plus accentué dans les 30 premières années de vie des tiges. Il est possible que les racines des érables du sud du gradient n'arrivent plus à fournir pour des tiges en croissance: le volume en feuillage augmentant trop vite par rapport aux ressources disponibles en eau et minéraux.

Dans les vieilles populations du sud, peu d'arbres issus du feu subsistent, la plupart des érables mourant après une centaine d'années d'âge, compte tenu de leur longévité naturelle (Fowells, 1965), ce qui explique aussi qu'ils soient plus jeunes que les sites âgés de 200 ans. Ceci contribue à former une structure d'âge des

vieilles populations d'érables non synchrone au feu et étalée.

Les vieux érables sont souvent à tige unique et bien qu'ils ne soient pas issus du feu, ils peuvent être d'anciennes cépées rajeunies par mortalité intra-cépée. Il semble que la mortalité des tiges d'érables se produise durant toute la vie de l'arbre, le réduisant d'abord à une ou deux tiges, puis causant la mort de tout l'individu ou du moins son rajeunissement. A l'inverse, Sakai (1990) a observé qu'au Michigan, dans les sites mésiques, les jeunes populations d'érables rouges issues du feu sont formées de cépées remplacées ensuite par des arbres issus de graines puisqu'à tige unique. Mais ces observations, basées sur l'allure de l'arbre (cépée ou tige unique), ne sont probablement pas facilement applicables à la limite nord, en Abitibi où il est difficile de distinguer les vieux arbres à tige unique issus de graines de ceux issus de rejets. En effet, la souche d'une ancienne cépée peut s'être transformée en souche à tronc unique ressemblant ainsi à une souche d'un ancien semis et les érables issus de semis peuvent aussi adopter le port cépée après avoir subi plusieurs types de stress. En Abitibi, le fait que peu de gaulis (à tige unique) soient observés, malgré les problèmes d'identification de leur origine (semis ou rejet), permet de conclure que les vieux érables rouges issus du feu, au sud du gradient, sont souvent remplacés par des rejets de leur propre souche. Ainsi, dans les vieilles populations

mésiques du sud, la présence de groupes importants d'érables dans certaines classes d'âge intermédiaires, s'explique, compte tenu que la majorité sont des cépées, davantage par le produit de la compétition entre les tiges, rajeunissant ainsi l'individu à la mort des plus vieilles tiges. Dans ce cas, lorsqu'un érable atteindrait un âge avancé, phénomène qui doit être relativement synchrone puisque plusieurs érables sont issus du feu, il y aurait finalement élimination de la dernière tige principale, stimulant ainsi le développement des petites tiges et favorisant l'apparition d'une cohorte de cet âge.

Dans certains cas, les cohortes intermédiaires des structures d'âges des populations s'expliquent par la venue d'un second feu ayant décimé une partie de la population en évitant quelques individus plus âgés protégés dans un refuge. Ce phénomène s'est probablement produit dans la station 8 où il semble que quelques vieux érables issus du feu voisinant 1790 aient survécu au feu des environs de 1935, probablement plus à cause de leur position géographique qu'à cause de leur capacité à résister au feu. La population 12 semble présenter la même situation.

Dans les vieilles stations mésiques du sud, les tiges des cépées présentent une ou deux grosses tiges liées au feu entourées de plus jeunes. Ceci s'explique peut-être par l'ouverture de la

canopée qui stimulerait la production de petites tiges. La présence occasionnelle de tiges principales d'âges différents, confirme l'hypothèse du rajeunissement possible de ces cépées à la mort de la plus vieille tige. Il semble que dans ces régions, l'érable rouge, même très vieux, continue de produire des rejets tout au long de sa vie, mais à durée de vie souvent limitée. L'absence fréquente de petite tige autour de l'arbre s'explique par une trop forte dominance apicale ou par une épaisseur de l'écorce restreignant la croissance de rejets. Il semble, en effet, que bien que certains bourgeons dormants soient externes, la majorité des bourgeons dormants soient enfouis sous l'écorce (Wilson, 1968), bourgeons poussant un peu à chaque année pour éviter d'être complètement recouverts de bois. Chez les vieux érables, les bourgeons finissent peut-être par mourir, enfouis dans l'écorce ou le bois et ainsi, ne sont pas remplacés par des rejets à la suite d'une mort naturelle.

4.1.2 Les populations mésiques du nord

Les jeunes populations mésiques du nord se comportent un peu différemment de celles du sud. Comme au sud, l'âge des érables est généralement synchrone avec le feu. Cependant, plus les populations sont nordiques, plus les érables ont tendance à être plus jeunes que

le dernier feu. Ainsi, il est difficile de dire si la population 2 est issue du feu compte tenu du faible effectif; elle a peut-être été autrefois plus importante. Les érables portent, comme au sud, de petites tiges à la base. La reproduction sexuée est cette fois fort limitée ce qui suggère une incapacité à coloniser de nouveaux sites. Les populations sont donc formées par reproduction végétative.

Les jeunes stations mésiques du nord, comme celles du sud, sont toutes peuplées d'arbres à nombreuses tiges mortes, souvent petites. On peut donc conclure que ces arbres sont issus du feu mais subissent tout au long de leur vie une élimination intracépée les rajeunissant parfois. Aussi, la présence d'arbres ayant des tiges mortes de même taille que les plus grosses tiges vivantes (comme dans la station 10) suggère une mortalité légèrement prématurée (par rapport à la longévité naturelle) des tiges principales des arbres, tiges remplacées ensuite par des tiges secondaires plus jeunes; les grosses tiges, moins protégées, souffrent peut-être davantage de stress climatique. En l'absence de feu, il y a aussi une possibilité de mort complète de quelques érables, ou beaucoup plus rarement, de populations entières (la population 2, à faible effectif, sera peut-être la prochaine) car les tiges principales risquent d'être remplacées, en l'absence de graines, par de jeunes tiges qui doivent supporter alors la compétition des autres arbres,

bien qu'elles soient avantagées par leur réseau de racines. D'autre part, des rejets peuvent probablement être produits à la mort de toutes les tiges, limitant la régression des populations.

Comme les feux sont anciens, les vieilles populations mésiques du nord devraient ressembler aux populations du sud et présenter une structure d'âge inéquienne non synchrone au feu, avec quelques individus assez âgés (fig. 2.2 a). Pourtant, dans les stations 19 et 20, il n'y a pas d'individu vivant né avant 1921, malgré des feux beaucoup plus anciens. Ceci confirme la mortalité prématurée des érables de la limite nord en l'absence de feu (voir chapitre 1). Les semis sont aussi très rares, comme dans les autres populations du nord.

Les nombreuses petites tiges vivantes donnent une allure arbustive aux érables des vieilles populations de la limite nord. Dans les 3 stations mésiques les plus au nord (jeune: 10, et vieilles: 20 et 19), la forte quantité de tiges de petite largeur est explicable à la fois par le jeune âge des individus, la croissance plus lente, une production continue et importante des tiges intracépée et une mortalité prématurée des plus grosses mais aussi des tiges intermédiaires. On voit donc la moins grande dominance apicale dans ces stations. Par rapport au sud, les rejets sont davantage produits en abondance et en tout temps et meurent

plus souvent en bas âge. Les érables rouges de la limite nord, défavorisés par leur reproduction sexuée, ont donc un moyen efficace de prolonger la durée de vie de chacun des membres de leurs populations, en l'absence de perturbation majeure telle un feu. Seul un feu suffisamment intense pour détruire la souche peut éliminer complètement les populations, ce qui reste une éventualité plutôt mince.

4.1.3 Les populations xériques d'érables rouges

En général, les stations xériques du nord et du sud sont peuplées de petits érables rouges à port arbustif: ce sont tous des cépées à nombreuses tiges. Plus au sud, les populations sont synchrones au feu, alors qu'au nord, elles ont tendance à ne pas l'être (stations 4 et 7). Toutes produisent peu de semis, malgré un bon ensoleillement. En outre, le type de site (chapitre 1), sommet avec beaucoup d'affleurements rocheux, présente peu d'endroits accessibles à l'établissement de jeunes érables, d'où la faible densité des érables adultes.

Les stations xériques de tout le gradient se comportent un peu comme une station mésique de la limite nord. Il semble y avoir une forte mortalité des tiges par compétition durant la croissance des

arbres issus du feu, ce qui entraîne, par production de nombreux nouveaux rejets, un rajeunissement et un étalement d'âge des tiges des érables de la population. La présence d'arbres ayant des tiges plus grosses ou égales aux tiges vivantes (station 7) indique, tout comme dans les populations 2, 10 et 19 mésiques du nord, une mortalité des tiges principales âgées profitant aux plus jeunes. La sécheresse d'un site semble donc s'ajouter aux problèmes de stress latitudinal que subit l'érable rouge. En fait, tout stress tels la sécheresse, le froid ou la pollution (James et Courtin, 1985) semble créer une mortalité prématurée des tiges.

L'absence de vieille station xérique, qui est probablement due au régime de feux différent, ne permet pas de vérifier le mécanisme de remplacement des érables atteignant leur maximum de longévité.

4.2 L'érable rouge, un intolérant en Abitibi-Témiscamingue?

Au centre et au sud de son aire de distribution Acer rubrum est considéré comme un tolérant à l'ombre ou un intermédiaire (Glitzenstein et al., 1986). D'après Lorimer (1984), les chênes des forêts de l'état de New York et du Massachusetts se régénèrent bien après feu (par rejets), alors que l'érable rouge, malgré sa courte longévité, voit ses semis et gaulis prendre la relève facilement.