

**DÉVELOPPMENT D'OUTILS EN LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LE TÉTRANYQUE DE L'ÉPINETTE**

Conrad Cloutier, Michèle Roy et Simon Boudreault

**Université Laval**

**Rapport final du projet relatif au projet PSIH07-2-703**

**PROGRAMME DE SOUTIEN À L'INNOVATION HORTICOLE**

**Université Laval**

**Agriculture, Pêches et Alimentation du Québec**

**Association des Producteurs d'Arbres de Noël du Québec**

**Février 2009**



**Développement d'outils en lutte intégrée contre le tétranyque de l'épinette.**

Conrad Cloutier, Michèle Roy et Simon Boudreault

## INTRODUCTION

L'objectif global du projet est le développement de la lutte intégrée en production d'arbres de Noël, plus spécifiquement celui du développement d'outils de dépistage et d'intervention raisonnés contre le tétranyque de l'épinette. Le projet vise ultimement à réduire les applications d'acaricide et développer des outils d'intervention avec le minimum d'impact environnemental.

Au Canada, il existe peu d'information actualisée sur le tétranyque de l'épinette, *Oligonychus unguis* (Jacobi), qui ne cause pas de dommage en forêt commerciale. Il est mieux connu aux États-Unis, mais les différences climatiques et écologiques étant évidentes, son cycle de développement et sa dynamique saisonnière au Québec restent à préciser.

Le projet implique la collaboration de l'Association des producteurs d'arbres de Noël du Québec (APANQ), d'entreprises d'arbres de Noël, de chercheurs, de professionnels de dépistage du Club Agroenvironnemental de l'Estrie, et du conseiller spécialisé dans la production des arbres de Noël du MAPAQ, M. André Pettigrew.

Une première étape commencée en 2007 et poursuivie en 2008, consistait à établir une base de données sur l'abondance et l'évolution saisonnière des populations estivales du tétranyque en plantations de sapin québécoises, avec les objectifs spécifiques suivants :

- préciser le cycle biologique, la phénologie et la dynamique du tétranyque de l'épinette dans des plantations de sapin de Noël du Québec
- préciser si les deux espèces cultivées, le sapin Fraser et le sapin baumier, sont également susceptibles et également utilisées comme hôtes par le tétranyque de l'épinette
- obtenir des données pouvant permettre de mesurer l'impact de la présence et de l'abondance du tétranyque sur le feuillage des arbres
- identifier et mesurer l'abondance des prédateurs naturels de l'acarien, afin d'en faire des alliés et de protéger leur action en limitant l'usage inopportun de pesticides
- suivre en parallèle les populations des autres ravageurs potentiels du sapin cultivé, notamment le puceron des pousses du sapin *Mindarus abietinus* et la cécidomyie du sapin *Paradiplosis tumifex*

Ce rapport s'ajoute et complète le rapport partiel remis en 2008. Celui-ci rapport faisait état des résultats du programme d'échantillonnage de la saison 2007, dans 4 plantations de deux localités soit à Lac Drolet et à Courcelles. Le présent rapport inclue les résultats de la saison 2008, où un suivi comparable à celui de 2007 a été effectué dans 4 autres plantations de 2 autres localités, soit Weedon et Saint Romain. Les données de 2007 et 2008 ont permis de préciser que le cycle du tétranyque comprend un minimum de 4 ou 5 générations estivales et de vérifier qu'il attaque à peu près également le sapin baumier et le sapin Fraser bien que celui-ci soit infesté un peu plus tardivement en début de saison. Le tétranyque était présent dans toutes les plantations suivies mais le % d'infestation des pousses était variable. L'abondance du tétranyque dans les pousses variait en 2007 et 2008 de faible à très faible. Le dommage causé par les piqûres de tétranyque visibles au microscope était négligeable et n'affectait pas

l'apparence ou la qualité des arbres, de sorte qu'un seuil de nuisibilité n'a pas pu être établi dans les conditions qui prévalaient en 2007 et 2008 tel qu'envisagé initialement.

Les résultats recueillis en parallèle concernant les autres ravageurs indiquent que l'abondance du puceron des pousses du sapin était faible à modérée, sans relation évidente avec celle du tétranyque. La cécidomyie du sapin était très rare ou absente dans ces plantations en 2007-2008. Plusieurs ennemis naturels ont été observés dans les plantations, mais aucun en particulier n'était abondant durant l'étude. Un espèce d'acarien oribate fongivore était commune sur le sapin baumier.

## MÉTHODOLOGIE

L'échantillonnage hebdomadaire a été réalisé en 2007 et en 2008 chez des entreprises d'arbres de Noël de 4 localités de l'Estrie opérant au Lac Drolet et à Courcelles en 2007; et à Weedon et Saint-Romain en 2008 (Tableau 1). Une plantation de chacune des deux espèces de sapin plus ou moins avancée en maturité a été sélectionnée pour être échantillonnée à chaque semaine dans chaque localité, en y collectant des pousses de sapin destinées à l'examen détaillé en laboratoire.

Les 8 plantations retenues (4 localités x 2 espèces) avaient été signalées comme présentant des signes de la présence et de l'activité du tétranyque de l'épinette l'année précédente par le RAP. Les plantations expérimentales retenues devaient rencontrer les critères suivants :

- les arbres étaient déjà bien développés (5-6 ans, 1-1.5 m de hauteur dans 6 plantations; 7-9 ans. 2-3 m à Weedon en 2008)
- la régie était standard, impliquant que les arbres pouvaient avoir été fertilisés et traités contre des ravageurs au cours des années antérieures
- le producteur était d'accord pour nous donner l'accès hebdomadaire à ses plantations, pour prélever des pousses échantillons sur les arbres, à raison d'un échantillon par arbre.

Des données de température et de précipitations obtenues à partir de stations météo du réseau agrométéo (<http://agrometeo.org>) ont été utilisées pour comparer les sites et les 2 saisons pour les 4 mois de chacune des 2 saisons de croissance (Tableau 2). On peut voir qu'en ce qui concerne la température, les saisons 2007 et 2008 ont suivi à peu près le même patron aux stations suivies situées non loin des sites d'étude. Le tableau montre aussi que les données recueillies en 2008 avec un capteur de température placé directement dans la couronne d'un arbre de la plantation de baumier de Weedon, suivent de très près celles de la station témoin de Lingwick.

Au début de la saison, chaque plantation a été inventoriée pour la délimiter et y compter les arbres. Les rangées et des arbres repères dans chaque rangée ont été marqués avec du ruban forestier pour permettre de choisir d'avance au hasard les arbres échantillons. Les sections de collecte des pousses étaient donc marquées de sorte qu'elles n'ont pas reçu de traitement d'insecticide ou d'acaricide par entente avec les producteurs. À chaque date d'échantillonnage, un maximum de 50 échantillons (nombre réduit à 25-30 en fin de saison ou en cas de rareté évidente des acariens) ont été pris dans chacune des plantations, avec la restriction que le même arbre ne pouvait être rééchantillonné deux fois de suite.

Un échantillon consistait en une pousse d'environ 15-20 cm par arbre choisi au hasard, prélevée au sécateur dans le milieu de la couronne, de façon à inclure les rameaux et aiguilles de l'année courante (2006 et 2007 en 2007; 2007 et 2008 en 2008) de la pousse. Chaque échantillon était ensaché dans un Ziploc et mis sur la glace le plus tôt possible sur place. Les échantillons étaient prélevés par André Pettigrew et le personnel technique du bureau du MAPAQ à Rock Forest. À quelques occasions, du personnel technique du bureau du MAPAQ à Sherbrooke ou un professionnel du Club

Agroenvironnemental de l'Estrie ont collecté les échantillons. Ils étaient acheminés dans les 24 h au laboratoire de diagnostic du MAPAQ à Québec en 2007 (laboratoire de Michèle Roy) ou à l'Université Laval en 2008 (laboratoire de Conrad Cloutier), pour l'identification et le comptage au stéréomicroscope des tétranyques, sous la responsabilité de Simon Boudreault de l'Université Laval avec l'aide d'étudiants d'été ou de stagiaires.

Au laboratoire, les échantillons ont été gardés en chambre froide à 2-4°C jusqu'à leur dépouillement complet au stéréomicroscope, de façon à éviter toute interférence possible de la multiplication ou de la prédation des acariens ou des pucerons dans les pousses avant leur comptage. Tous les échantillons ont été examinés dans les 2-3 jours suivant leur arrivée au laboratoire et étaient en bon état de préservation.

Chaque pousse échantillon a été mesurée (et pesée sur une balance analytique en 2008) et ses rameaux et aiguilles examinés pour y compter tous les stades du tétranyque, soit les œufs, les larves (stade actif hexapode) et les nymphes (stades actifs 2 et 3, octopodes) et les adultes qui ont été sexés. Ces données étaient destinées à préciser l'abondance et la phénologie du tétranyque dans les échantillons, afin d'établir le nombre potentiel de générations au cours de l'été, les dates approximatives de maturation des tétranyques adultes et la ponte des oeufs au début de chaque nouvelle génération, ainsi que de la densité des œufs d'hivernement en fin de saison. Les autres ravageurs présents, notamment le puceron des pousses du sapin *Mindarus abietinus* et les galles de la cécidomyie du sapin *Paradiplosis tumifex* ont aussi été comptés, ainsi que tous les prédateurs naturels potentiels observés parmi les insectes et acariens présents dans les échantillons. Les autres acariens et insectes présents dans les pousses étaient collectés au besoin pour identification ultérieure.

À plusieurs reprises, la présence de dommages potentiels attribuables au TDE a aussi été examinée dans le but de développer un indice utile. Les tétranyques causent de minuscules scarifications aux tissus végétaux piqués en se nourrissant, qu'il est possible de compter au stéréomicroscope, en même temps que le décompte des acariens et insectes. Ces blessures s'accumulent en présence de colonies importantes et sont responsables du jaunissement ou roussissement des aiguilles de sapin en cas d'infestation importante. Pour l'ensemble des pousses examinées dans un site et à une date donnés, un indice de dommage a été calculé comme étant le produit du % des pousses qui portaient des scarifications, du % des aiguilles d'une pousse qui en avaient et la longueur relative (exprimée en %) des aiguilles scarifiées qui était visiblement endommagée. Le TDE pique l'aiguille de sapin en commençant à sa base et progresse vers le bout. Ces dommages sont cumulatifs, bien qu'il soit possible qu'ils diminuent légèrement dans le temps par cicatrisation partielle de l'épiderme végétal sur une jeune aiguille. Nous pensons qu'un tel indice est utile pour vérifier l'abondance récente du TDE même en l'absence de formes actives, les scarifications étant révélatrices de piqûres récentes de tétranyques sur le feuillage.

Les données ont été compilées pour chaque site et pour chaque espèce de sapin, de façon à mettre en évidence l'évolution saisonnière de l'infestation par le tétranyque dans les pousses échantillons, soit :

- l'évolution de la croissance des pousses au cours de l'été (stade phénologique, longueur), pour la pousse apicale de l'échantillon et l'une des pousses latérales associées
- l'abondance du tétranyque exprimée par le nombre total d'individus incluant les œufs, accompagnée des fractions de ce nombre attribuables aux 3 principaux stades de développement (œufs, actifs immatures, adultes)
- le taux d'infestation des pousses exprimé par plantation et par date, en % des pousses échantillons portant au moins un tétranyque ou un œuf de tétranyque
- la répartition des tétranyques entre le feuillage (aiguilles) nouveau de l'année courante et celui de l'année précédente

- l'évolution du % de scarification par des piqûres de tétranyques, comme indice de l'importance relative du dommage

#### ÉCHANTILLONNAGE HIVERNAL 2008

Au printemps 2008 un inventaire plus largement réparti en Estrie et en Beauce de l'activité du TDE a été effectué dans une vingtaine de sites, basé sur le fait que le TDE passe l'hiver sur les arbres au stade d'œuf en diapause hivernale. Les sites ont été choisis par André Pettigrew en collaboration avec le club agro-environnemental de l'Estrie. Des plantations ont été visitées à la fin de l'hiver ou au début du printemps afin d'y recueillir des pousses échantillons à raison d'une par arbre sur le sapin Fraser et le sapin baumier. Comme pour les pousses échantillons des récoltes estivales destinées à suivre le TDE au cours de la saison estivale, elles ont été examinées au stéréomicroscope pour le décompte des œufs hivernants du TDE et, en parallèle des œufs hivernants du puceron des pousses du sapin, qui passe également l'hiver au stade d'œuf hivernant sur les pousses du sapin.

#### RÉSULTATS ET DISCUSSION.

Les résultats montrant l'évolution saisonnière des indicateurs d'infestation et d'abondance du TDE, sont illustrés aux Figures 1 et 2 montrant les plantations du Lac Drolet et de Courcelles en 2007, et aux Figures 3 et 4 montrant celles de Weedon et St-Romain en 2008. Au Lac Drolet en 2007, le tétranyque était présent à densité plus élevée qu'à Courcelles, sur les deux essences de sapin (comparer Figures 1C et 1D, aux Figure 2C et 2D).

*PLANTATIONS LAC DROLET 2007.* Les pousses des deux espèces de sapins sont passées du stade 1 (bourgeon fermé) au stade 5 (élongation de la pousse 2007) durant les 4-5 premières semaines d'échantillonnage, au mois de Juin (Figure 1A). Le sapin baumier ressort un peu plus hâtif que le sapin Fraser.

Sur le baumier, le taux d'infestation des pousses a dépassé 25% seulement à la troisième semaine de juillet (Figure 1F), alors qu'il avait dépassé 50% un mois plus tôt (dès la mi-juin) et approché 100% en troisième semaine de juillet, sur le Fraser (Figure 1E). Sur cette espèce, il a diminué ou s'est stabilisé ensuite, alors qu'il a continué de progresser à la hausse jusqu'en fin septembre, sur le sapin baumier, ne dépassant pas 85% cependant. Ces données suggèrent que la dispersion des tétranyques sur les pousses 2007 était plus rapide et plus complète sur le sapin Fraser que sur le sapin baumier.

La densité de population (nombre de tétranyques, stades confondus, par pousse infestée) est montrée pour le Fraser (Figure 1C) et le baumier (Figure 1D), ces figures montrant aussi la composition de la population en termes des stades (structure d'âge) du TDE. On voit qu'au début de l'échantillonnage sur le Fraser au Lac Drolet (31 mai 2007), les immatures étaient déjà prédominants dans les échantillons de la population initiale (Figure 1C). Ceci indique que la première génération issue des œufs d'hivernement, pondus en 2006, était en développement depuis quelques semaines et approchait la maturité, ce qui est confirmé par l'abondance relative (%) des adultes la semaine suivante. Sur le Fraser (Figure 1C) la population a atteint un maximum vers la mi-juin et diminué ensuite jusqu'à un minimum au début août. La première génération, issue des œufs hivernants, est arrivée à maturité vers le 13 juin. En effet, le maximum d'abondance à cette date, autour de 160 / pousse infestée, indique une forte proportion d'œufs pondus par les adultes de la première génération, qui étaient relativement abondants une semaine avant vers le 6 juin. L'abondance relative (%) des œufs atteint un nouveau sommet, dépassant 90%, environ un mois plus tard que le premier, soit vers le 23 juillet, alors que la population approche le bas niveau d'abondance caractéristique du reste de l'été. On voit à peu près le même scénario sur le baumier (Figure 1D) avec un décalage apparent d'une semaine.

En bref, le gros de l'infestation du tétranyque sur le Fraser en 2007 au Lac Drolet est dû aux deux premières générations. La 1<sup>ère</sup> génération et la plus féconde, tel qu'indiqué par le maximum enregistré au 13 juin, est issue des œufs d'hivernement qui mènent aux premiers adultes à maturité qui pondent en majorité vers la mi-juin. La 2<sup>ème</sup> génération, moins féconde tel qu'indiqué par le second maximum, autour de 50 par pousse, surtout des œufs, arrive à maturité dans la seconde moitié de juillet.

Ces données permettent en plus les constats suivants. Les formes actives du TDE, potentiellement les plus dommageables, ont été relativement abondantes sur les pousses à deux reprises dans ce site en 2007, soit la première semaine de juin et ensuite la première semaine de juillet, correspondant au développement des immatures des deux générations principales qui se succèdent. Leur abondance moyenne n'a pas dépassé quelques dizaines d'individus par pousse, ce qui est très peu compte tenu de la taille des pousses échantillons (autour de 10 g de feuillage).

Cependant même si l'abondance a fortement diminué à la fin juillet, il y a eu des formes actives et des œufs jusqu'à la fin septembre, indiquant que des œufs continuaient à éclore et se développaient tout l'été, à faible densité. L'échantillon final du 15 octobre suggère que les œufs étaient en diapause et prêts à hiverner; et qu'il y avait encore un peu de ponte car il y avait encore des adultes actifs.

Concernant le sapin baumier au Lac Drolet, les données de la Figure 1D montrent une dynamique différente du Fraser. Les échantillons du 31 mai ne contenaient aucun tétranyque, mais la comparaison avec le Fraser suggère aussi la succession de deux générations distinctes comme sur le Fraser en début d'été, bien que la densité de population soit plus faible. On note une nette différence avec le Fraser à partir de la fin juillet. En effet vers le 13 août sur le baumier, on voit un nouveau sommet d'abondance relative (%) des œufs, correspondant à un nouveau sommet de reproduction des adultes. Ce qui indique que le taux d'éclosion et de développement des œufs des adultes de la seconde génération sur le baumier était plus élevé que sur le Fraser.

Ces faits suggèrent la possibilité de trois générations très productives sur le baumier au Lac Drolet, plutôt que deux comme sur le Fraser. Durant tout le mois d'août et une partie de septembre, l'abondance du TDE est nettement plus élevée sur le baumier que sur le Fraser. À noter aussi l'accroissement durant la même période du taux d'infestation des pousses (Figure 1F) indiquant la dispersion active du TDE, spécialement son expansion sur les rameaux 2007. L'échantillon du 15 octobre montre (Figure 1D) que comme sur le Fraser, la population finale, ayant migré sur la nouvelle pousse (2007), était largement composée d'œufs d'hivernement à une densité de 10-20 œufs par pousse.

*PLANTATIONS COURCELLES 2007.* Les données sont présentées à la Figure 2. On peut y voir une dynamique du développement des pousses qui est semblable au Lac Drolet (Figures 2A et 2B).

Le taux d'infestation a progressé lentement sur le Fraser (Figure 2E) de presque nul au début, pour approcher 35-40 % fin juillet, début août; on peut voir que les pousses étaient surtout infestées au niveau des rameaux 2006. Le taux d'infestation des pousses est resté très faible sur le sapin baumier, ne dépassant jamais 10% (Figure 2F).

On peut également distinguer sur le Fraser, le développement initial de deux générations, avec un sommet d'abondance à près de 90 individus par pousse le 20 juin, essentiellement des œufs pondus par les premiers adultes matures de la 1<sup>ère</sup> génération. Le second maximum détecté le 16 juillet, plus faible, correspond à la maturation de la 2<sup>ème</sup> génération tel qu'indiqué par l'abondance relative des œufs. À partir du 23 juillet jusqu'à la fin, le 24 septembre, la population reste stable à faible niveau, bien que des œufs issus de la 2<sup>ème</sup> génération éclosent et se développent, tel qu'indiqué par la présence de formes immatures,

jusque vers le 10 septembre. Les populations étant très faibles, nous n'avons pas échantillonné les plantations de Courcelles en octobre comme au Lac Drolet.

L'abondance du tétranyque sur le sapin baumier à Courcelles (Figure 2D) était très faible, comme l'indique le pourcentage des pousses infestées, qui est nul dans le tiers des échantillons (*i.e.* 7 dates, Figure 2F), de même que la densité par pousse infestée, qui était nulle ou presque nulle la plupart du temps sauf en fin juillet-début août (Figure 2D). À Courcelles, le tétranyque semblait moins abondant sur le baumier que le Fraser, mais avec des populations très faibles, ce n'est pas entièrement clair. Il n'y a pas d'évidence, comme au Lac Drolet, que le sapin baumier est plus favorable que le sapin Fraser, en deuxième moitié de la saison.

*PLANTATIONS WEEDON 2008.* Le taux d'infestation des pousses a suivi une dynamique parallèle sur le Fraser et le baumier (Figure 3E et 3F), progressant de modéré-faible en juin, pour augmenter à modéré-élevé en juillet, alors que les tétranyques se déplaçaient sur les nouvelles pousses (2008) à partir des pousses de l'année précédente occupées en juin. On voit que le sapin baumier était le plus infesté en Juillet et Août. Le taux d'infestation a chuté en Septembre mais avait repris légèrement à la fin en octobre. L'abondance exprimée en nombre d'individus par pousse est restée faible à très faible (Figure 3C et 3D), atteignant rarement 25 individus en moyenne par pousse infestée, correspondant à des pics de production d'œufs.

La dynamique générationnelle montre qu'en début de saison en 2008 l'échantillonnage a commencé alors qu'il n'y avait pas encore d'éclosion des œufs hivernés (voir histogrammes blancs montrant que la population à la première date était 100% d'œufs, Figure 3C et 3D). On voit aussi que la maturation d'adultes nouveaux à partir des œufs hivernés a commencé vers la 3<sup>ième</sup> de mai sur le Fraser et un peu plus tard sur le baumier soit au début juin. Pour les deux espèces, on voit bien apparaître les œufs issus de ces premiers adultes autour de la mi-juin, indiquant le début de la 2<sup>ième</sup> génération. La dynamique des stades montre qu'il y a un nouveau pic des œufs vers la mi-juillet, et probablement un autre vers mi-août, pour un total d'au moins 3 générations distinctes. Il serait difficile de préciser davantage, l'abondance étant très faible, affectant la précision de la succession des générations qu'on peut déduire. Les courbes de croissance des pousses (Figures 3A, 3B) montrent encore que le baumier est le plus hâtif à produire du feuillage nouveau sur ses pousses nouvelles.

*PLANTATIONS ST-ROMAIN 2008.* Le taux d'infestation des pousses a varié surtout dans l'écart 25-75% des pousses pour le Fraser, alors qu'il était faible à nul à plusieurs dates d'échantillonnage sur le baumier (Figures 4E et 4F). Même sur le Fraser où le TDE était un peu plus présent sur les pousses, les acariens sont restés sur le feuillage de l'année précédente (2007) sauf au début en mai où ils étaient souvent sur les nouvelles pousses encore au stade de bourgeons. L'abondance est restée faible toute la saison, autour de 10 individus par pousse infestée (Figure 4C, 4D), sur le Fraser. L'abondance semble plus variable sur le baumier, mais il y avait peu de pousses infestées (aucune à plusieurs dates), de sorte que les données ne permettent pas de préciser.

La lecture qu'on peut faire de la dynamique générationnelle à St-Romain indique que l'échantillonnage a commencé alors que les œufs d'hiver étaient en majorité éclos. Les premiers adultes sont apparus au début juin sur le Fraser et on en voit réapparaître une 2<sup>ième</sup> cohorte vers la mi-juillet et une 3<sup>ième</sup> vers la fin août. Sur le baumier, il y avait trop peu de pousses infestées (et trop peu d'individus dans celles qui l'étaient), pour donner des précisions. La dynamique de croissance de pousses est conforme à ce qui a été observé ailleurs : le baumier est en avance sur le Fraser dans le débourrement et l'allongement des pousses (Figure 4A, 4B)

*BILAN SAISONNIER 2007 À LAC DROLET ET COURCELLES.* Des moyennes saisonnières calculées à partir du nombre de dates d'échantillonnage (19 dates au Lac Drolet, et 18 à Courcelles) sont présentées au Tableau 3, pour le pourcentage moyen d'infestation des pousses et la densité moyenne par pousse infestée. Le Tableau 3 présente aussi le pourcentage moyen de dommage, exprimé comme la fréquence de



scarification des aiguilles par les piqûres, sur les pousses échantillonnées à cet effet en fin de saison à partir du 20 août.

Le pourcentage saisonnier moyen d'infestation ( $\geq 1$  tétranyque trouvé sur la pousse) est de 50% sur le Fraser, comparé à 36 % sur le baumier au Lac Drolet; ce qui est plus élevé qu'à Courcelles où le pourcentage moyen est de 19% sur le Fraser vs. 3% sur le baumier. Ces moyennes indiquent aussi une tendance au Fraser à être un plus infesté que le baumier (du moins en ce qui concerne les plantations suivies au Lac Drolet).

L'abondance saisonnière moyenne du tétranyque par pousse infestée était de 32 individus/pousse sur le Fraser vs. 41/pousse sur le baumier au Lac Drolet, comparé à 12/pousse sur le Fraser et 7/pousse sur le baumier à Courcelles. On peut conclure que les densités de populations de TDE variaient de faibles au Lac Drolet, à très faibles à Courcelles. Les différences entre les deux essences ne sont pas suffisantes pour conclure à une susceptibilité différentielle à l'établissement et la reproduction du tétranyque sur les pousses, bien que la dynamique saisonnière d'abondance semble varier entre elles.

Les moyennes saisonnières d'incidence du dommage aux aiguilles indiquent que le dommage était faible au Lac Drolet ( $\sim 0,5\%$ ), et très faible à Courcelles ( $0,01-0,02\%$ ), sans indication de différence entre les deux espèces. Durant l'échantillonnage, les observateurs n'ont noté aucune détérioration de l'apparence générale des arbres échantillonnés lors des sorties d'échantillonnage en 2007 (A. Pettigrew, communication personnelle)

**BILAN SAISONNIER 2008 À WEEDON ET ST-ROMAIN** Les moyennes saisonnières indiquent un taux d'infestation moyen à Weedon de 37% pour le Fraser et de 43% pour le baumier; à St-Romain il était de 40% pour le Fraser et 10% pour le baumier (Tableau 4). L'abondance saisonnière moyenne à Weedon était de 8 individus/pousse infestée pour le Fraser et de 13 individus/pousse pour le Baumiier. À St-Romain l'abondance moyenne était de 5/pousse pour le Fraser vs. 10/pousse pour le baumier. On peut conclure que les densités de populations étaient très faibles. Le dommage aux aiguilles en 2008 était négligeable, les moyennes saisonnières sur plusieurs dates de mesure ne dépassant pas 1%. D'après ces données, il n'y a pas d'indication claire que l'une des deux espèces était plus sensible au TDE que l'autre.

#### PUCERON DES POUSSES DU SAPIN

Les échantillons de 2007 étaient souvent porteurs du puceron des pousses du sapin, *Mindarus abietinus*, dont la densité moyenne sur les échantillons était de 1,34 et 1,59 pucerons par pousse au Lac Drolet sur le Fraser et le baumier; et de 0,72 et 1,97 par pousse sur les mêmes espèces à Courcelles. La variance était élevée de sorte que la densité atteignait, dans certains échantillons, des centaines de pucerons par pousse, notamment sur le baumier. La cécidomyie du sapin a très rarement été observée.

La présence fréquente du puceron des pousses du sapin nous a incité à y apporter plus d'attention dans les plantations suivies en 2008, étant donné son importance comme ravageur dans le passé. Des moyennes saisonnières sont présentées au Tableau 5 pour la saison 2008 à Weedon et St-Romain. La saison est subdivisée en 2 périodes dont la première (mai - mi-juillet) correspond surtout au développement initial des fondatrices du puceron en mai et à leur reproduction (une fois adultes) avec, parfois, du dommage visible aux pousses. La seconde période (mi-juillet - octobre) correspond à la (reproduction sexuée et à la) ponte des oeufs d'hiver marquant la fin du cycle saisonnier. On voit que le taux moyen d'infestation des pousses durant la première période (mai à mi-juillet) était de 10% sur le Fraser et 24% sur le baumier à Weedon; et de 16% sur le Fraser et de 40% sur le baumier à St-Romain. À noter que ces valeurs paraissent élevées, mais qu'elles ne sont pas indicatrices du risque de dommage car elles ne correspondent pas à la période critique pour estimer le seuil de nuisibilité (en général, il est estimable à la mi-mai ou la fin-mai alors que les fondatrices approchent la maturité). Notons que le sapin

baumier était plus infesté que le Fraser par le puceron, bien que sa densité moyenne était faible à moins de 10 pucerons/pousse.

On voit par ailleurs que la densité des œufs durant la seconde période de l'été 2008 n'avait pas diminué, la densité des œufs d'hivernement (qui vont potentiellement éclore au printemps 2009) étant à 3 œufs/pousse. À remarquer cependant qu'à Weedon sur le baumier, le taux d'infestation des pousses s'était multiplié par 3 par rapport au début de l'été 2008, indiquant ici des conditions favorables à la reproduction du puceron dans cette plantation.

#### NOTE ADDITIONNELLES SUR LES ATHROPODES PRÉSENTS AVEC LE TDE DANS LES PLANTATIONS.

Des larves de divers lépidoptères ont aussi occasionnellement été observées. Des acariens fongivores appartenant à divers taxons ont été observés, notamment des acariens oribatides qui étaient abondants sur le sapin baumier à Courcelles. Le Tableau 5 montre aussi l'abondance saisonnière moyenne des autres acariens que le TDE (y compris les oribatides). Leur densité était faible. Divers acariens prédateurs, dont trois espèces du groupe des phytoséiides, qui sont les plus importants prédateurs spécialistes des tétranyques, ont été notées. Leur présence rare n'est pas étonnante vu la faible abondance de proies potentielles comme le TDE. Parmi les insectes qui sont des prédateurs potentiels de TDE, nous avons répertorié des larves de deux groupes de neuroptères et de deux groupes importants de diptères, des syrphides et des cécidomyies prédatrices. Il y avait peu d'indication que ces ennemis naturels de tétranyques étaient très actifs comme prédateurs dans les pousses examinées. Mais avec les ressources disponibles il n'était pas possible d'étudier leur impact. Notons que leur abondance faible correspond à celle des tétranyques au cours de l'étude.

Note sur l'identité taxonomique du tétranyque de l'épinette au Québec. Des spécimens adultes des deux sexes en provenance des quatre plantations expérimentale de 2007 ont été examinés par le Dr Frédéric Beaulieu, du Laboratoire de systématique des acariens d'AAFC à Ottawa. Il suggère que son identité taxonomique est proche de *Olygonychus ununguis* telle qu'actuellement décrite, mais possiblement distincte. Il suggère donc que le nom scientifique *Olygonychus* near *ununguis* devrait lui être associé, en attendant d'avoir plus d'information.

#### ÉCHANTILLONNAGE HIVERNAL 2008

Les données sont montrées en détail au Tableau 7 avec un sommaire par région présenté au Tableau 6. Le taux moyen d'infestation du TDE par région et par espèce variait de 28 % sur le baumier en Beauce (n=3 plantations), à 37 % sur le Fraser en Estrie (n=13 plantations), sans évidence de différence majeure entre les régions ou les espèces (Tableau 6). L'abondance des œufs du TDE par pousse (œufs/10 g de feuillage) variait de 3 œufs / pousse en Beauce sur le baumier à 30 œufs / pousse en Estrie sur le Fraser, avec une indication à l'effet que les œufs du TDE seraient plus abondants sur le Fraser. La variation entre plantations était évidente, avec des cas d'abondance exceptionnelle (comme par ex. à Stanstead, voir Tableau 7), de sorte que ces moyennes par région sont seulement indicatrices. La Figure 5 montrant la distribution des œufs de TDE par pousse pour l'ensemble des sites résume l'abondance des œufs d'hivernement au printemps 2008. On voit que plus de 60% des pousses n'ont pas d'œufs; et qu'il est rare d'observer des pousses avec plus de 20 œufs, spécialement sur le sapin baumier. Pour l'ensemble des localités, la densité moyenne était de 2,0 œufs de TDE par pousse sur le Baumier et 7,2 œufs de TDE sur le Fraser. La Figure 6 permet de voir en détail l'incidence des œufs de TDE et leur densité moyenne dans chaque plantation échantillonnée.

En ce qui concerne les œufs du puceron des pousses dans ces plantations, on voit que le taux moyen d'infestation variait de 21% sur le Fraser en Estrie, à 88% sur le baumier en Beauce (les 3 plantations de baumier de cette région avaient un taux d'infestation très élevé). L'abondance moyenne des œufs du

puceron des pousses était beaucoup plus faible que ceux du TDE, variant de 1 par pousse, à 3 par pousse, sur le baumier en Beauce. Ces moyennes recèlent peu de sites exceptionnels (voir au Tableau 7).

#### CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.

1. La réalisation du projet a permis de mesurer l'abondance et de mieux comprendre la dynamique saisonnière fine du TDE dans 4 localités du Québec, sur les deux espèces de sapins cultivées comme arbres de Noël. Le suivi hebdomadaire des populations de mai à septembre a montré que le tétranyque était présent sur une proportion variable des arbres échantillons, dans les quatre plantations expérimentales, bien que généralement à faible densité.
2. La dynamique saisonnière et la phénologie du TDE ont pu être inférées avec assez de confiance dans les plantations où l'abondance était suffisamment élevée. Le développement des 2 et souvent 3 générations initiales ressort bien et la reproduction de leurs adultes était évidente à la recrudescence de l'abondance relative des œufs. Les 2 plantations de lac Drolet, celle de Fraser à Courcelles, les 2 plantations de Weedon, et celle de Fraser à St-Romain ont fourni les données les plus claires à ce sujet.
3. Le cycle vital commence par l'éclosion des oeufs d'hivernement, au début mai dans les plantations étudiées en 2007 et 2008 (en 2007 à Lac Drolet et à Courcelles, et à St-Romain en 2008, elle était déjà avancée lorsque l'échantillonnage a commencé, assez tard en mai). La 1<sup>ère</sup> génération d'adultes est arrivée à maturité durant la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ième</sup> semaine de juin. La 2<sup>ième</sup> génération, durant la 2<sup>ième</sup> et la 3<sup>ième</sup> de juillet. Ces dates repères sont approximatives car, dans un site donné, la phénologie de succession des générations dépendra de la température.
4. Le nombre potentiel de générations durant l'été est estimé à 4 ou 5 ou même davantage, mais dans les conditions des étés 2007 et 2008, les deux premières générations d'adultes sont les seules qui se sont reproduit abondamment et qui par conséquent auraient pu causer des infestations importantes si les conditions ou l'absence de contrôle naturel avaient été favorables.
5. L'évolution de l'abondance du TDE était légèrement différente entre les deux espèces de sapin en 2007 sur le sapin Fraser au Lac Drolet. Les populations étaient très faibles aux autres sites et il n'est pas clair que cette tendance soit significative.
6. Dans 3 localités sur 4, le sapin Fraser est apparu un peu plus généralement infesté que le sapin baumier au cours de la saison estivale. L'abondance du TDE (densité par pousse infestée) ne différait pas significativement entre les espèces, bien qu'elle soit restée trop faible pour permettre de conclure que le Fraser et le baumier soient également susceptibles au TDE.
7. Une dynamique de migration saisonnière à partir des aiguilles de l'année précédente en début d'été, vers les aiguilles de l'année courante une fois développée plus tard en saison, était apparente à Lac Drolet et à Weedon sur le baumier, mais ce déplacement n'était pas clair dans les autres plantations.
8. Il y avait très peu de dommage attribuable au TDE sur les aiguilles et les pousses (moins de 1%), de sorte qu'on peut affirmer que les densités observées dans tous les sites d'étude en 2007 et 2008 étaient loin d'approcher le seuil économique de dommage.

9. L'échantillonnage des œufs d'hivernement du TDE au printemps 2008 a fourni des données indicatrices du potentiel d'infestation à l'été 2008, dans des plantations de Fraser et de baumier d'une vingtaine de localités de la Beauce et de l'Estrie. L'incidence (%) des œufs d'hiver (basée sur 25-30 échantillons par plantation) était modérée, autour de 30-40%. Les œufs de TDE étaient plus abondants sur le sapin Fraser avec, en moyenne pour l'Estrie (13 localités) autour de 30 œufs par pousse infestée, suggérant que les œufs hivernants de TDE, sont mieux protégés des conditions hivernales extrêmes sur cette essence.
10. En 2008, le suivi parallèle du puceron des pousses du sapin au début de la saison (échantillons de mai à juin) a indiqué que les plantations suivies présentaient des taux d'infestation faibles, à modérément élevés (10% à 40%); et plus élevés sur le sapin baumier que le Fraser. La densité moyenne du puceron était faible, à moins de 10/pousse infestée et l'incidence de dommage (pousses rabougries caractéristiques) était négligeable. L'abondance moyenne des œufs d'hivernement du puceron, durant la seconde moitié de la saison (à partir de la mi-juillet) n'avait pas augmenté par rapport au début, sauf dans une plantation sur 4, indiquant des conditions de contrôle naturel généralement défavorables à la multiplication du puceron.
11. Nos conclusions sont basées sur des observations intensives dans 4 localités impliquant 8 plantations, mais qui, en 2007 et 2008, impliquent des conditions qui n'étaient pas particulièrement chaudes et favorables aux insectes en fin d'été. Par conséquent, elles doivent être interprétées avec prudence et ne peuvent pas être généralisées à l'ensemble des productions de sapin de Noël du Québec ni pour les conditions des saisons qui suivront.
12. Un projet éventuel devrait chercher à identifier des localités ou conditions où l'abondance du TDE est plus importante, afin de travailler à établir un seuil de nuisibilité et quel est le moment opportun de dépister pour fins d'intervention.

### REMERCIEMENTS

André Pettigrew, agr., MAPAQ pour son soutien, ses conseils et son expertise sur les arbres de Noël, ainsi que la collecte régulière des échantillons. Daniel et Yvan Robert de : Les plantations Robert Inc. ; Gérald Couture de : Québec Balsam Inc. et Benoît Labbé de : Les plantations Benoît Labbé inc. pour la permission d'échantillonner leurs plantations. Fernand R. Plante, président de l'Association des producteurs d'arbres de Noël du Québec, pour son soutien à toutes les étapes du projet. Anne Martineau, tech. inv., Université Laval.; Jeanne Victoire David, stagiaire française; Kévin Dion, étudiant d'été ; Mario Fréchette, tech. agr., MAPAQ, Jacob Ashby, étudiant; Julie Marcoux et Daniel Dion, tech. agr., MAPAQ; Gabriel Bourgeois, agr., Club agroenvironnemental de l'Estrie, pour leur expertise et soutien technique dans la collecte et l'analyse des échantillons.

**Tableau 1.** Caractéristiques des plantations expérimentales.

<b>Année</b>	<b>Localité</b>	<b>Espèce</b>	<b>Géoréférence de la plantation (Lat. - Long.)</b>	<b>Âge (ans)</b>	<b>Hauteur (m)</b>
2007	LAC-DROLET	FRASER	45,76 - 70,88	5-6	1-1,5
		BAUMIER	45,71 - 70,89	5-6	1-1,5
	COURCELLES	FRASER	45,89 - 71,02	5-6	1-1,5
		BAUMIER	45,89 - 70,92	5-6	1-1,5
2008	WEEDON	FRASER	45,67 - 71,37	7	1,8-2
		BAUMIER	45,67 - 71,37	9	2,4-2,7
	ST-ROMAIN	FRASER	45,77 - 70,997	5	1,2-1,5
		BAUMIER	45,77 - 70,997	5	1,2-1,5

**Tableau 2.** Données météo 2007 et 2008 à proximité des plantations expérimentales.

Station Météo	Année		Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
<b>Saint-Sébastien</b> (Station CQ7S) <sup>1</sup> Entre Courcelles et Lac-Drolet	2007	Température <sup>3</sup>	9,9 ± 1,0	16,2 ± 0,6	17,5 ± 0,6	16,5 ± 0,7	13,6 ± 0,8	9,0 ± 0,8
		Précipitations <sup>4</sup>	132,0	148,8	94,5	117,1	86,4	157,3
<b>Saint-Sébastien</b> (Station CQ7S) <sup>1</sup> Près de St-Romain		Température	8,9 ± 0,5	16,5 ± 0,6	18,2 ± 0,4	16,4 ± 0,4	13,2 ± 0,7	5,6 ± 0,7
		Précipitations	65,1	174,6	154,0	162,0	80,9	110,0
<b>Lingwick</b> (CQ4D) <sup>1</sup> Près de Weedon	2008	Température	9,2 ± 0,5	17,4 ± 0,6	18,9 ± 0,4	16,8 ± 0,4	13,6 ± 0,7	5,6 ± 0,7
		Précipitations	73,9	161,0	146,6	146,2	74,4	91,8
Plantation de Weedon (Baumier) <sup>2</sup>		Température	10,8 ± 0,2 <sup>5</sup>	16,9 ± 0,1	18,7 ± 0,1	16,7 ± 0,1	13,6 ± 0,2	7,6 ± 0,2 <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Données obtenues du site <http://agrometeo.org> <sup>2</sup> Données prises au champ à l'aide d'un capteur de température. <sup>3</sup> Température moyenne journalière (°C ± ESM). <sup>4</sup> Précipitation totale pour le mois (mm). <sup>5</sup> Température du 14 au 31 mai. <sup>6</sup> Température du 1<sup>er</sup> au 24 octobre.

**Tableau 3.** Sommaire de l'activité du tétranyque de l'épinette *Olygonychus near ununguis*, en Estrie, Québec en 2007. Taux d'infestation des pousses (% moyen  $\pm$  ESM), densité du tétranyque par pousse infestée (total  $\pm$  ESM, tous stades confondus), et proportion de dommage aux aiguilles (% moyen  $\pm$  ESM), dans les quatre plantations de sapin de Noël échantillonnées en 2007, Estrie, Québec. Les colonnes « n » indiquent le nombre de dates d'échantillonnage pour ces variables au cours de la saison 2007.

Localité	Espèce géoréférence	n	Infestation (%)	Densité totale N / pousse	n	Dommage <sup>1</sup> (%)
LAC-DROLET	FRASER Long. 70,88 Lat. 45,76	19	49,5 $\pm$ 4,2	31,8 $\pm$ 9,5	6	0,618 $\pm$ 0,167
	BAUMIER Long. 70,89 Lat. 45,71	19	36,3 $\pm$ 5,9	40,7 $\pm$ 8,7	6	0,437 $\pm$ 0,076
COURCELLES	FRASER Long. 71,02 Lat. 45,89	18	19,3 $\pm$ 2,4	12,0 $\pm$ 5,5	5	0,048 $\pm$ 0,030
	BAUMIER Long. 70,92 Lat. 45,89	18	2,8 $\pm$ 0,7	7,1 $\pm$ 3,0	5	0,010 $\pm$ 0,005

<sup>1</sup> l'indice de dommage (%) pour chaque date été calculé à partir de l'examen des pousses au microscope, comme étant le produit de A x B x C; A est le % des pousses affectées sur le total des échantillons; B est la proportion des aiguilles d'une pousse qui avaient des scarifications (10 classes variant de 0 à 100%); et C est la fraction de la longueur des aiguilles qui était scarifiée, exprimée en pourcentage.

**Tableau 4.** Sommaire de l'activité du tétranyque de l'épinette *Olygonychus near ununguis*, en Estrie, Québec en 2008. Taux d'infestation des pousses (% moyen  $\pm$  ESM), densité du tétranyque par pousse infestée (total  $\pm$  ESM, tous stades confondus), poids des pousses échantillons (moyenne  $\pm$  ESM) et proportion de dommage aux aiguilles (% moyen  $\pm$  ESM), dans les quatre plantations. Les colonnes « n » indiquent le nombre de dates d'échantillonnage pour ces variables, sur les aiguilles 2008 et 2007, au cours de la saison 2008.

Localité Géoréférence (Lat. – Long.)	Espèce	n	Infestation %	Densité N / pousse	Poids des pousses g	n	Dommage <sup>1</sup> %
WEEDON (45,67 - 71,37)	FRASER	22	36,9 $\pm$ 3,2	7,8 $\pm$ 1,3	14,4 $\pm$ 0,9	22 2007	0,56 $\pm$ 0,07
						12 2008	0,01 $\pm$ 0,01
	BAUMIER	22	43,1 $\pm$ 5,9	12,8 $\pm$ 5,3	13,8 $\pm$ 0,9	22 2007	1,01 $\pm$ 0,16
						12 2008	0,04 $\pm$ 0,02
ST-ROMAIN (45,77 - 70,997)	FRASER	21	39,6 $\pm$ 4,1	5,3 $\pm$ 0,6	11,2 $\pm$ 0,6	21 2007	0,24 $\pm$ 0,06
						11 2008	0,003 $\pm$ 0,001
	BAUMIER	21	9,7 $\pm$ 2,3	10,0 $\pm$ 4,7	9,3 $\pm$ 0,4	21 2007	0,003 $\pm$ 0,001
						11 2008	0,0002 $\pm$ 0,0001

<sup>1</sup> L'indice de dommage (%) pour chaque date été calculé après examen des pousses au microscope, comme le produit de A x B x C, où A est le % des pousses affectées sur le total observé; B est la proportion des aiguilles d'une pousse qui avaient des scarifications (exprimée en 10 classes variant de 0 à 100%); et C représente fraction de la surface des aiguilles qui était scarifiée, exprimée en pourcentage. Le dommage est estimé séparément pour les aiguilles 2008 et 2007 des pousses échantillons.



**Tableau 5.** Puceron des pousses du sapin *Mindarus abietinus* et autres acariens actifs en 2008 dans les plantations de Weedon et St-Romain. Sont montrés le taux d'infestation des pousses (% moyen  $\pm$  ESM) et la densité par pousse infestée des pucerons (immatures + adultes), des œufs de pucerons, ainsi que des acariens autres que le TDE. Les colonnes « n » indiquent le nombre de dates d'échantillonnage inclus dans le calcul de la moyenne saisonnière.

Localité	Espèce	Pucerons			Oeufs de pucerons			Acariens autres	
		n	Infestation % (mai à juillet)	Densité N/pousse	n	Infestation % (juin à octobre)	Densité N/pousse	n	Densité N/pousse
WEEDON	FRASER	10	10,7 $\pm$ 1,9	2,0 $\pm$ 0,5	15	11,9 $\pm$ 2,4	1,5 $\pm$ 0,2	19	0,43 $\pm$ 0,07
	BAUMIER	10	24,2 $\pm$ 7,0	6,5 $\pm$ 2,9	15	63,6 $\pm$ 5,6	3,1 $\pm$ 0,2	19	1,42 $\pm$ 0,40
ST-ROMAIN	FRASER	9	15,6 $\pm$ 5,0	2,0 $\pm$ 0,3	13	17,0 $\pm$ 1,9	2,0 $\pm$ 0,3	18	0,14 $\pm$ 0,03
	BAUMIER	18	40,3 $\pm$ 10,2	8,5 $\pm$ 4,4	15	39,3 $\pm$ 4,8	1,8 $\pm$ 0,2	18	0,25 $\pm$ 0,16

**Tableau 6.** Sommaire des résultats de l'échantillonnage printanier des œufs du tétranyque de l'épinette *Olygonychus* near *ununguis* et du puceron des pousses du sapin *Mindarus abietinus* dans 20 localités de l'Estrie et de la Beauce en 2008. L'infestation est représentée en pourcentage ( $\% \pm \text{ESM}$ ) et la densité en nombre d'œufs par pousse infestée de 10 g ( $N \pm \text{ESM}$ ). Pour le TDE, on voit que le taux d'infestation des pousses est modéré et un peu plus élevé sur le Fraser que le Baumier, alors que la densité des œufs est faible à très faible. Pour le puceron, on voit que sauf en Beauce sur le baumier où il est très élevé à 88%, le taux d'infestation est également modéré, mais que la densité des œufs par pousse est très faible.

Région	Espèce	n <sup>1</sup>	Tétranyque		Puceron	
			Infestation	Densité	Infestation	Densité
Estrie	Fraser	13	36,72 $\pm$ 5,38	15,85 $\pm$ 7,14	20,72 $\pm$ 4,92	2,32 $\pm$ 0,40
	Baumier	17	33,33 $\pm$ 4,44	5,75 $\pm$ 1,01	22,59 $\pm$ 4,48	3,04 $\pm$ 0,54
Beauce	Fraser	3	34,67 $\pm$ 8,11	29,82 $\pm$ 27,12	30,67 $\pm$ 7,42	1,07 $\pm$ 0,36
	Baumier	3	28,00 $\pm$ 8,33	2,98 $\pm$ 0,48	88,00 $\pm$ 2,31	3,45 $\pm$ 0,17

<sup>1</sup> n= nombre de sites

**Tableau 7.** Échantillonnage des œufs d'hivernement du tétranyque de l'épinette *Oligonychus near ununguis* et du puceron des pousses du sapin *Mindarus abietinus* dans 13 localités en Estrie et 3 localités en Beauce, au printemps 2008. L'infestation est représentée en pourcentage (% moyen  $\pm$  ESM) et la densité en nombre d'œufs par pousse infestée de 10 g (N moyen  $\pm$  ESM). ). La colonne « n » indique le nombre de pousses examinées par site et utilisées pour le calcul de la densité moyenne.

Tableau 7A. Estrie

Localité	Espèce Géoréférence de la plantation (lat. - long.)	n	Tétranyque de l'épinette		Puceron du sapin	
			Infestation	Densité	Infestation	Densité
Sawyerville	Fraser 45,35 - 71,52	25	60	17,99 $\pm$ 6,82	4	0,63 <sup>1</sup>
	Baumier 45,34 - 71,53	30	27	2,79 $\pm$ 0,82	20	1,59 $\pm$ 0,95
St-Isidore	Fraser 45,27 - 71,55	25	60	19,30 $\pm$ 3,51	0	-
	Baumier 45,28 - 71,36	25	48	17,68 $\pm$ 10,75	20	1,31 $\pm$ 0,38
St-Edwidge	Fraser 45,22 - 71,52	25	28	3,08 $\pm$ 1,16	8	1,63 $\pm$ 0,24
	Baumier 45,22 - 71,62	25	40	3,38 $\pm$ 1,07	52	2,76 $\pm$ 0,87
Barnston	Fraser 45,13 - 71,92	30	13	9,80 $\pm$ 6,04	33	1,5 $\pm$ 0,85
	Baumier 45,13 - 71,80	25	16	1,42 $\pm$ 0,55	4	4,55 <sup>1</sup>
Eaton Corner	Fraser 45,34 - 71,64	25	60	15,41 $\pm$ 5,92	28	2,04 $\pm$ 0,53
	Baumier 45,33 - 71,62	25	48	4,90 $\pm$ 2,18	44	2,76 $\pm$ 0,59
Baldwin	Fraser 45,05 - 71,89	25	24	3,66 $\pm$ 1,45	32	3,83 $\pm$ 2,01
	Baumier 45,05 - 71,89	25	76	9,43 $\pm$ 3,92	36	2,83 $\pm$ 0,98
Stanstead	Fraser 45,08 - 72,04	25	20	99,31 $\pm$ 96,26	16	1,79 $\pm$ 0,46
	Baumier 45,11 - 72,00	25	4	3,33 <sup>1</sup>	8	1,23 $\pm$ 0,10

Tableau 7A suite

Localité	Espèce Géoréférence de la plantation (lat.- long.)	n	Tétranyque de l'épinette		Puceron des pousses du sapin	
			Infestation	Densité	Infestation	Densité
Katevale	Fraser 45,28 - 72,02	25	16	9,07 ± 3,32	4	2,17 <sup>1</sup>
	Baumier 45,28 - 72,02	25	8	1,64 ± 1,01	8	1,27 ± 0,39
Martinville	Fraser 45,30 - 71,72	25	44	5,19 ± 2,29	20	2,23 ± 0,73
	Baumier 45,30 - 71,72	25	20	8,79 ± 7,39	0	-
Bury	Fraser 45,50 - 71,36	25	56	11,36 ± 3,20	52	3,96 ± 2,01
	Baumier 45,50 - 71,36	25	20	1,57 ± 0,33	12	1,87 ± 0,94
Fontainebleau	Fraser 45,68 - 71,38	25	48	7,01 ± 2,12	4	1,79 <sup>1</sup>
	Baumier 45,68 - 71,38	25	28	8,57 ± 5,30	8	9,52 ± 6,48
East Hereford	Fraser 45,08 - 71,50 <sup>2</sup>	25	8	2,03 ± 1,36	16	0,87 ± 0,21
	Baumier 45,08 - 71,50 <sup>2</sup>	25	48	2,57 ± 0,63	48	1,85 ± 0,34
La Patrie	Baumier-1 45,38 - 72,60	25	32	7,5 ± 3,43	8	2,18 ± 0,49
	Baumier-2 45,40 - 71,18	25	56	7,58 ± 1,84	16	1,29 ± 0,16
	Baumier-3 45,42 - 71,27	25	36	8,55 ± 4,32	16	5,20 ± 3,65
	Baumier-4 45,42 - 71,27	25	36	4,46 ± 1,34	24	3,80 ± 1,70
Stornoway	Fraser 45,65 - 71,15	25	40	2,87 ± 1,05	52	5,39 ± 1,56
	Baumier 45,65 - 71,15	25	24	3,65 ± 1,05	60	4,59 ± 0,96

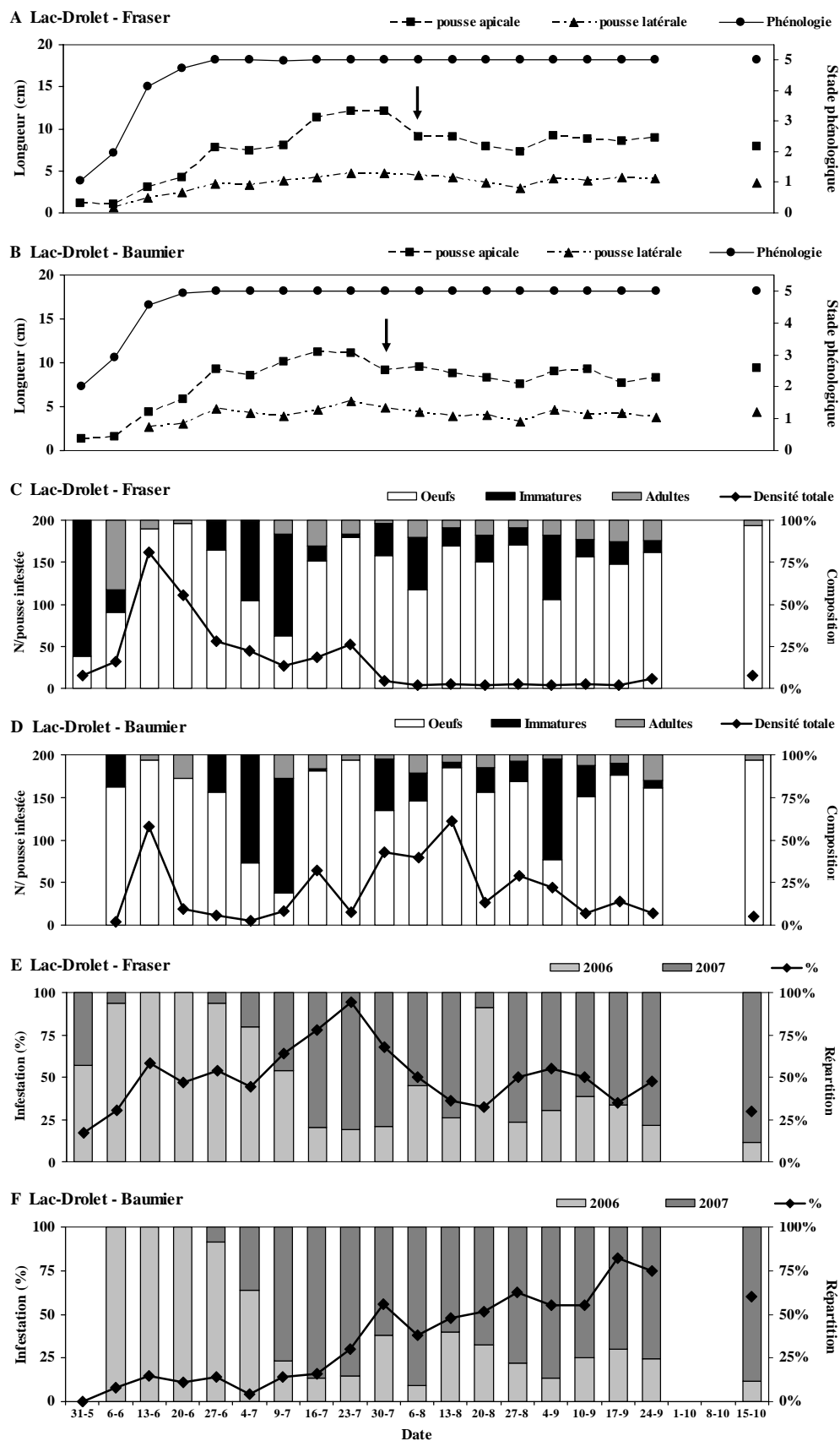
Note : <sup>1</sup> n = 1 pousse infestée. <sup>2</sup> Géoréférence du village prise sur Google maps.

**Tableau 7B.** Beauce

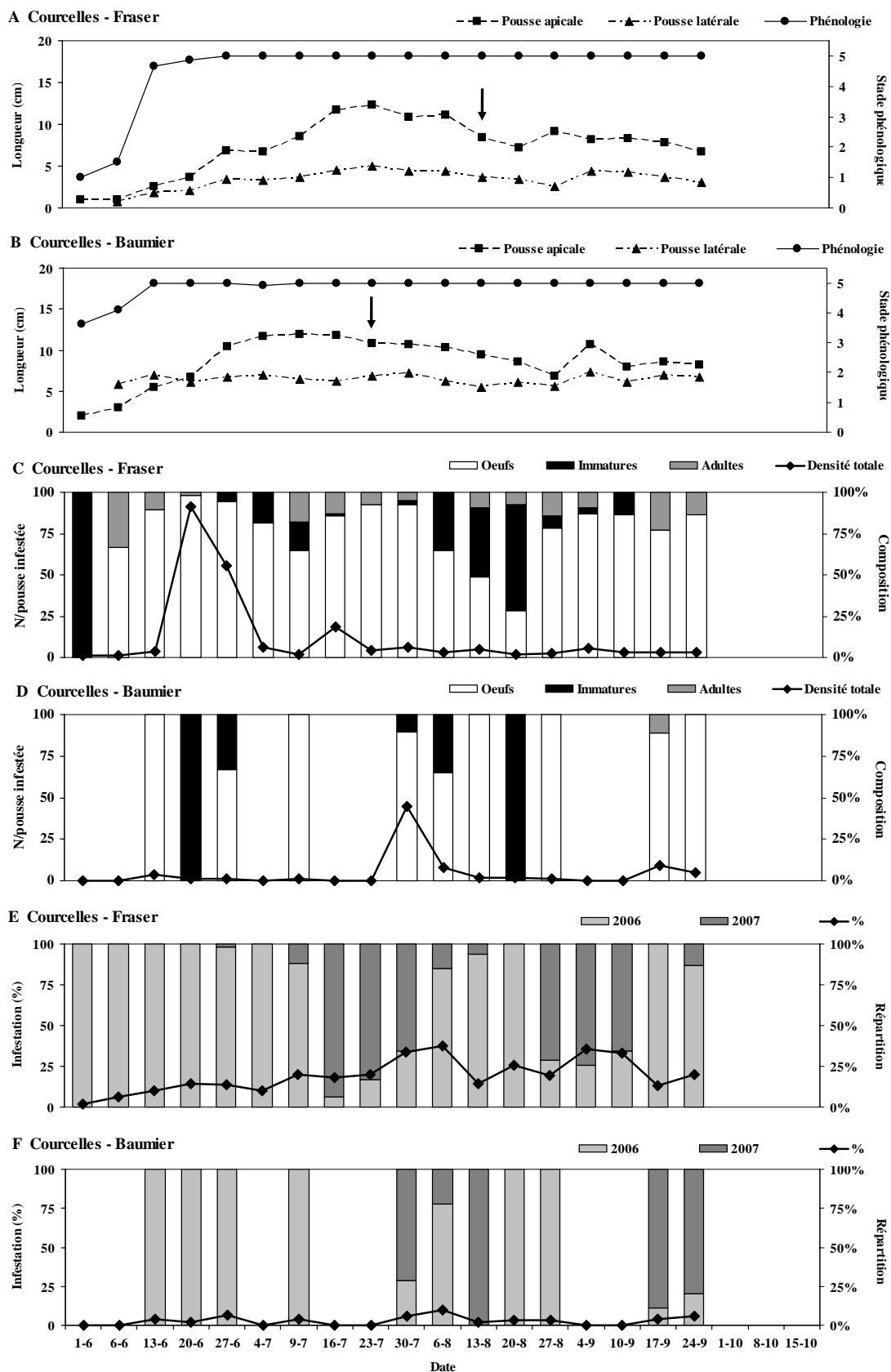
Localité	Espèce Géoréférence de la plantation (lat.- long.) <sup>1</sup>	n	Tétranyque de l'épinette		Puceron des pousses du Sapin	
			Infestation	Densité	Infestation	Densité
St-Honoré	Fraser 45,96 – 70,84	25	12	3,55 ± 1,44	40	0,83 ± 0,18
	Baumier 45,96 – 70,84	25	48	3,58 ± 0,84	84	3,40 ± 0,64
Ste-Clothilde	Fraser 46,14 – 71,00	25	40	84,06 ± 42,97	16	1,77 ± 0,28
	Baumier 46,14 – 71,00	25	36	3,35 ± 1,05	92	3,77 ± 0,67
St-Jacques de Leeds	Fraser 46,13 – 71,03	25	32	1,86 ± 1,07	36	0,61 ± 0,14
	Baumier 46,13 – 71,03	25	20	2,00 ± 0,99	88	3,18 ± 0,46

Note : <sup>1</sup> Géoréférence du village prise sur Google maps.

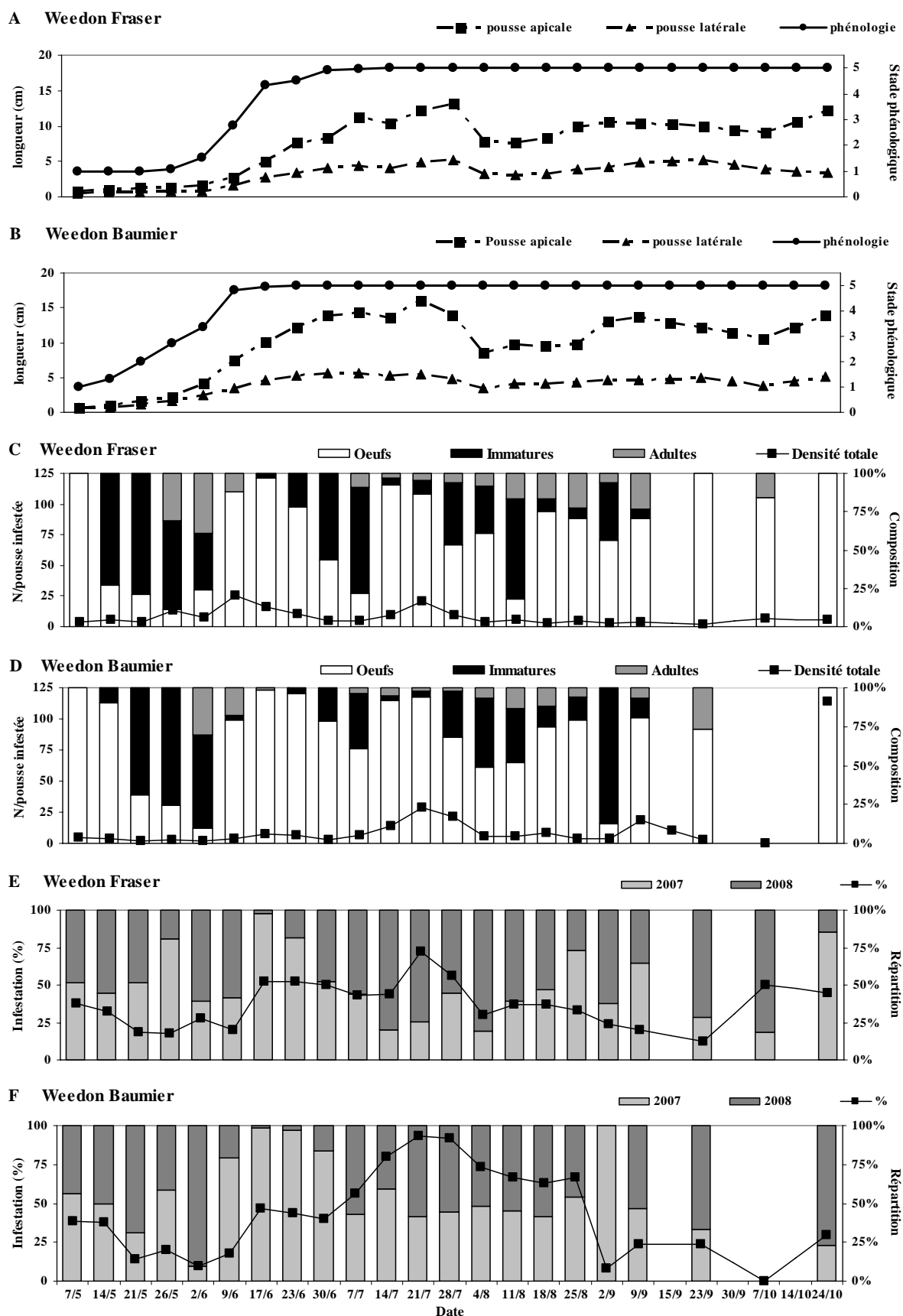
**Figure 1.** Évolution saisonnière de la croissance des pousses, de l'abondance du tétranyque de l'épinette *Oligonychus near ununguis* et du taux d'infestation des pousses 2006 et 2007, chez les deux espèces de sapin au Lac Drolet en 2007. A, C, E, sapin Fraser; B, D, F, sapin baumier. Les flèches (A, B) indiquent la taille des arbres.



**Figure 2.** Évolution saisonnière de la croissance des pousses, de l'abondance du tétranyque de l'épinette *Oligonychus* near *ununguis* et du taux d'infestation des pousses 2006 et 2007, chez les deux espèces de sapin, à Courcelles en 2007. A, C, E, sapin Fraser; B, D, F, sapin baumier. Les flèches (A, B) indiquent la taille des arbres.

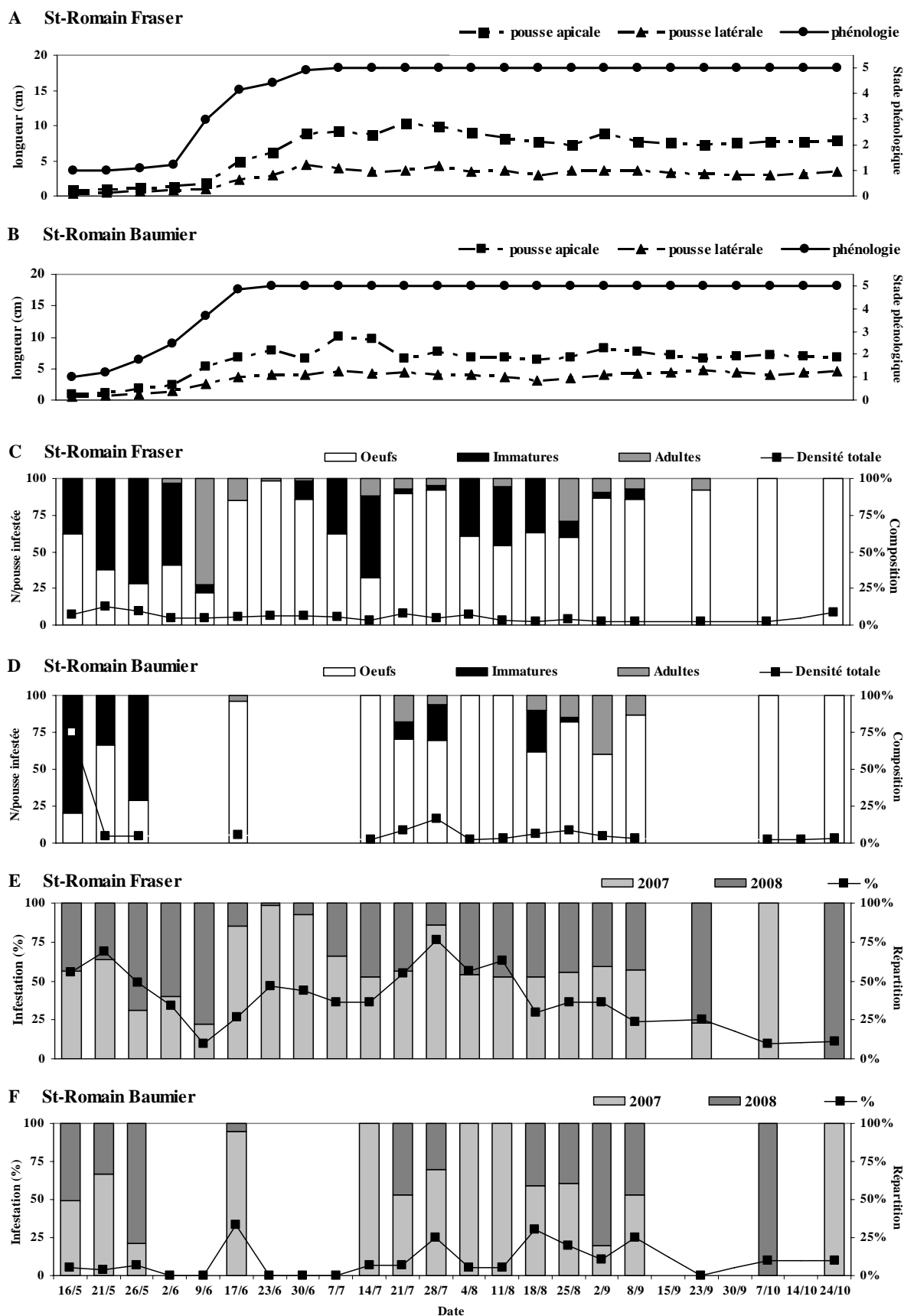


**Figure 3.** Évolution saisonnière de la croissance des pousses, de l'abondance du tétranyque de l'épinette *Oligonychus near ununguis* et du taux d'infestation des pousses, chez les deux espèces de sapin, à Weedon en 2008. A, C, E, sapin Fraser; B, D, F, sapin baumier.

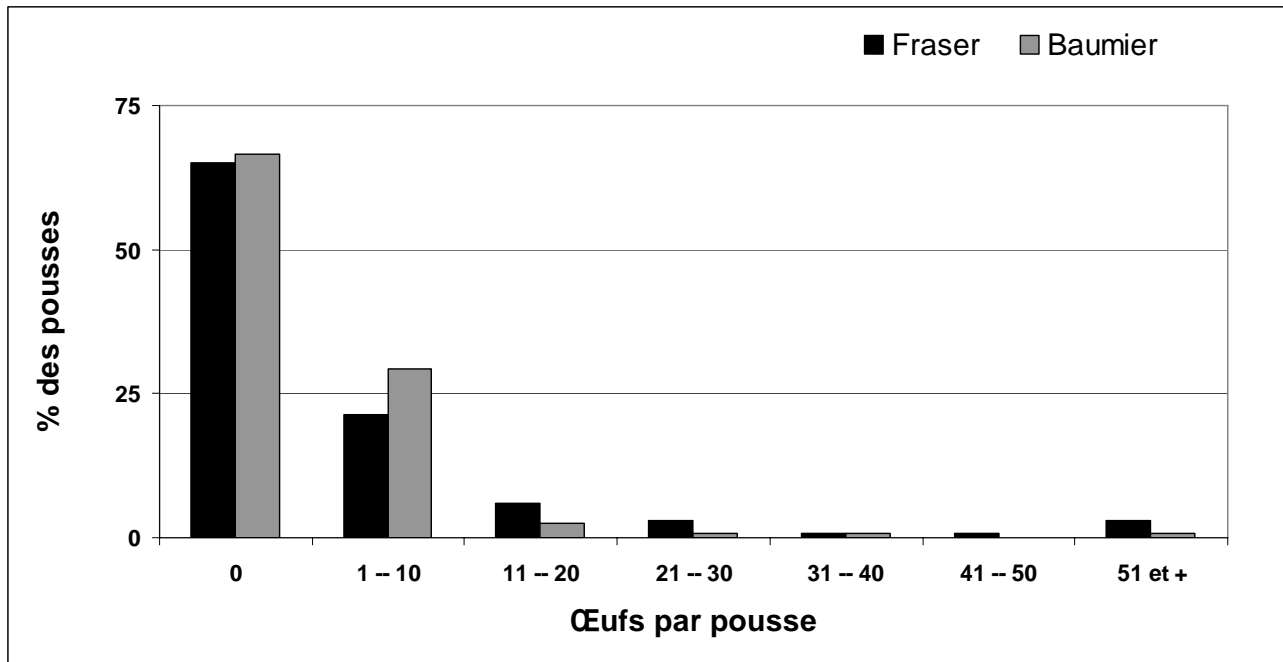




**Figure 4.** Évolution saisonnière de la croissance des pousses, de l'abondance du tétranyque de l'épinette *Oligonychus near ununguis* et du taux d'infestation des pousses, chez les deux espèces de sapin à St-Romain en 2008. A, C, E, sapin Fraser; B, D, F, sapin baumier.



**Figure 5.** Distribution des œufs tétranyque de l'épinette *Oligonychus near ununguis* par pousse sur le sapin Fraser et le sapin Baumier lors de l'échantillonnage printanier 2008 en Estrie et en Beauce. Valeurs obtenues à partir du total des pousses échantillons de 20 localités distinctes.



**Figure 6.** Taux d'infestation et densité des oeufs (nombre / pousse, avec l'erreur de la moyenne) du tétranyque de l'épinette *Oligonychus ununguis* au printemps 2008 dans 20 localités de l'Estrie et de la Beauce.

