

Université de Montréal

**Impact de la récolte sur la survie et la croissance de deux
plantes médicinales crie, *Sarracenia purpurea* et
Rhododendron groenlandicum, dans le Nord du Québec**

par

Youri Tendland

Département de sciences biologiques
Institut de recherche en biologie végétale
Faculté des Arts et Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de M.Sc.
en Sciences biologiques

Janvier 2011

© Youri Tendland, 2011

Université de Montréal

Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

**Impact de la récolte sur la survie et la croissance de deux plantes
médicinales cibles, *Sarracenia purpurea* et *Rhododendron
groenlandicum*, dans le Nord du Québec**

Présenté par :

Youri Tendland

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Jacques Brisson, président-rapporteur

Alain Cuerrier, directeur de recherche

Stéphanie Pellerin, co-directrice

Andrée Nault, membre du jury

Résumé

Au cours des dernières décennies, la popularité des plantes médicinales s'est accrue auprès des civilisations occidentales de sorte que la quantité de plantes récoltées, la plupart provenant de populations sauvages, a grandement augmenté. Dans ce contexte, l'objectif principal de mon mémoire est d'évaluer l'impact de la récolte de deux plantes médicinales (*Sarracenia purpurea* et *Rhododendron groenlandicum*) utilisées par la Nation Crie du Nord du Québec. Pour y parvenir, des parcelles expérimentales, simulant différentes intensités de récolte (*S. purpurea*) et différentes méthodes de récolte (*R. groenlandicum*), ont été mises en place, puis des suivis annuels de la reprise ont été réalisés. Les résultats obtenus suggèrent que les techniques de récolte chez *R. groenlandicum* devraient exclure les nouvelles pousses, leur exploitation causant une forte mortalité. Par ailleurs, chez *S. purpurea*, la récolte de 20 % des individus semble peu dommageable, mais critique lorsque plus de 50 % des plants sont récoltés. Un modèle démographique pour *S. purpurea* a aussi été construit à partir des observations de terrain. Ce modèle a permis de réaliser des projections temporelles en variant les taux de récoltes ainsi que les intervalles entre les récoltes. Les résultats indiquent qu'une récolte de 20 % des individus est acceptable une fois tous les 20 ans. Pour une récolte plus régulière, 5 % tous les trois ans serait soutenable. Mon projet permettra d'assurer une exploitation soutenable de deux plantes médicinales ayant un grand potentiel pour le traitement du diabète de type II.

Mots-clés : Conservation, ethnobotanique, plantes médicinales, modèle matriciel, dynamique des populations, simulation de récoltes, développement durable, Nation Crie.

Abstract

Over the past few decades, the popularity and use of medicinal plants have increased in Western civilisation. Consequently, harvesting plants from wild populations has increased. Using this perspective, the principal goal of my thesis is to assess the impact of harvest on two medicinal plants (*Sarracenia purpurea* and *Rhododendron groenlandicum*) used by the Cree Nation of Northern Québec. To achieve my goal, the simulation of four harvesting intensities (*S. purpurea*) and of two harvesting methods (*R. groenlandicum*) were setup in experimental plots and an annual follow up were conducted on establishment and growth. Results show that harvesting methods used on *R. groenlandicum* should exclude new shoots, since their exploitation results in high mortality rates. For *S. purpurea*, harvesting of individuals does not seem harmful under 20% of harvest, but is critical when 50% or more are collected. Furthermore, a matrix population model of *S. purpurea* demography was built from field observations. This model was used to simulate population projection in time under different levels of harvest when varying the number of years between harvests. These results demonstrate that collecting 20% of individuals should be done only once every 20 years to remain sustainable. A more efficient and regular harvest of 5% every three years would be sustainable. My project allowed defining acceptable levels of harvest in order to insure sustainable exploitation of two Cree medicinal plants bearing interesting potential for treating type II diabetes related symptoms.

Keywords: conservation ecology, ethnobotany, medicinal plant, matrix modeling, population dynamics, sustainability, harvesting simulation, Cree nation.

Table des matières

Chapitre 1 Introduction	1
1.1 Nations Cries	1
1.2 Propriété intellectuelle	2
1.3 Plantes médicinales	4
1.4 Impact de la récolte	5
1.5 <i>Sarracenia purpurea</i> et <i>Rhododendron groenlandicum</i>	10
1.6 Objectifs de la maîtrise	11
1.7 Organisation du mémoire	12
Chapitre 2 Survival and viability following intensive differential harvesting on a North American medicinal shrub <i>Rhododendron groenlandicum</i>	13
2.1 Introduction	13
2.2 Materials and methods	15
2.2.1 Study area and sites	15
2.2.2 Study species	16
2.2.3 Harvesting methods	17
2.2.4 Data analysis	18
2.3 Results	19
2.4 Discussion	23
2.5 Conclusion	26
Chapitre 3 Population viability and recovery following differential harvesting of the North American medicinal herb <i>Sarracenia purpurea</i>	27
3.1 Introduction	27
3.2 Materials and methods	29
3.2.1 Species	29
3.2.2 Study area	30
3.2.3 Harvesting techniques	31
3.2.4 Harvesting simulation	32
3.2.5 Population model	34
3.2.6 Data analysis	35

3.3 Results.....	40
3.3.1 Population dynamics and harvesting impact.....	40
3.3.2 Population structure, growth rate and stable stage distribution	43
3.3.3 Reproduction.....	43
3.3.4 Sensitivity and Elasticity analysis.....	45
3.3.5 Harvesting simulation	46
3.4 Discussion.....	48
3.4.1 Demography.....	48
3.4.2 Harvesting impact	49
3.4.3 Sensitivity and Elasticity.....	51
3.4.4 Conservation	52
Chapitre 4 Conclusion.....	55
4.1 Conclusions générales.....	55
4.2 <i>Rhododendron groenlandicum</i>	56
4.3 <i>Sarracenia purpurea</i>	57
4.4 Perspectives.....	58
Bibliographie.....	61

Liste des tableaux

Table I. Analysis of variance comparing growth between different defoliation treatments on <i>Rhododendron groenlandicum</i> for the study period of 2007-2010, and pairwise comparison of stem elongation (growth) between the treatments using Tukey's test.	20
Table II. Comparison of individual's mortality between different defoliation treatments on <i>Rhododendron groenlandicum</i> through frequency analysis using a log-linear model. Signs (+/-) indicates a higher (+) or lower (-) proportion of compared individuals having this type of response.....	22
Table III. Projection matrix elements (a_{ij}) showing possible transition between stages from time t (columns) to time $t+1$ (rows). S = Stasis, P = progression to a further stage, R = retrogression to the previous stage and F = fecundity.	38
Table IV. Repeated measure multivariate analysis of variance (MANOVA) of proportional changes in <i>Sarracenia purpurea</i> density under experimental harvesting treatments. .	41
Table V. General and individual harvesting treatment projection matrices and population growth rates (λ) of <i>Sarracenia purpurea</i> in northern Québec for the time period of 2009-2010; Size classes are based on both rosette size and pitcher morphology. The values under the flowering class in the first row represent fertility. All other values represent transition probabilities (stasis, progression or retrogression) as shown in Table III. Highest values are in bold.....	44
Table VI. 2009 to 2010 general and individual harvesting treatment sensitivity analysis matrices of <i>Sarracenia purpurea</i> in northern Québec. Highest sensitivity values are in bold.....	46

Liste des figures

- Figure 1. Comparison of *Rhododendron groenlandicum* mean leaf production between treatments C: control (n=30), OL: harvesting only old leaves (n=30), AL: harvesting of all leaves (n=30). Harvests were conducted in 2008 and repeated in 2009. The column marked by an asterisk indicates a significant difference ($p = 0.002$) in the number of new leaves produced between treatments for this year. Letters represent results of an ANOVA comparing treatments among years; levels not connected by the same letters are significantly different. 20
- Figure 2. Comparison of *Rhododendron groenlandicum* mean stem elongation between treatments C: control (n=30), OL: harvesting old leaves only (n=30), AL: harvesting of all leaves (n=30). Harvests were conducted in 2008 and repeated in 2009. Columns marked by an asterisk indicate a significant difference ($p < 0.05$) in the stem elongation (growth) between treatments for this year..... 21
- Figure 3. Comparison of *Rhododendron groenlandicum* trunk diameter growth between treatments, C: control (n=30), OL: harvesting old leaves only (n=30), AL: harvesting of all leaves (n=30). Harvests were conducted in 2008 and repeated in 2009. Columns marked by an asterisk indicate a significant difference ($p < 0.05$) in the trunk growth between treatments for this year. 22
- Figure 4. Overview of the life cycle graph of *Sarracenia purpurea* (representing the general matrix of Table V), with size class (S: seedling, J: juvenile, M: mature, F: flowering) in nodes. The major pathways are shown by arrows where P is the probability of stasis (staying in the same stage), G represents growth to an upper class during the time interval, R is the retrogression probability (regressing to a former class) and F is the fecundity. Average transition probabilities are shown..... 37
- Figure 5. *Sarracenia purpurea* population recovery over time under different harvesting conditions. Mean number of individuals per population were adjusted to one. 2006 bf represents population density before harvesting was performed (n=6828), 2006 af represents after harvest (n=4430). Letters represent results of Tukey test; levels not connected by the same letter are significantly different..... 40

Figure 6. <i>Sarracenia purpurea</i> recruitment (%) under four different harvesting treatments. Numbers of recruits were calculated for one year time intervals from 2006 to 2010. Recruitment rates are computed as an exponential increase in size of the initial population.....	42
Figure 7. <i>Sarracenia purpurea</i> population structure comparison between 2009 and 2010.	42
Figure 8. <i>Sarracenia purpurea</i> mortality rate for each population size class. Estimation of mortality were performed using data from 2009-2010.	42
Figure 9. Simulated population changes in respect to observed initial population under different harvesting treatments (5, 10, 20% harvesting are represented here) and varying rotation between harvests (every 1, 2, 5, and 10 years). Projection made for 100 years.	47
Figure 10. Mean <i>Sarracenia purpurea</i> population growth rate (λ) declines in function of the harvesting rate for different rotation periods. Mean growth rate (λ) was computed from 50-year deterministic projections using the control matrix (Table V). Population equilibrium is represented by the dotted line.	48

Liste des Annexes

- Annexe 1. Mesure d'élongation des rameaux (mm) chez *Rhododendron groenlandicum*, pour trois sites à l'étude. Les individus représentent les traitements comme suit V = récolte vieilles feuilles, VN = récolte vieilles et nouvelles feuilles, T = Témoin aucune récolte. ER = élongation rameaux pour l'année, R1, R2, R3 suivit de trois rameaux par individus..... i
- Annexe 2. Mesure du diamètre du tronc, du nombre de feuilles et de fruits pour les trois sites de *Rhododendron groenlandicum*. Les individus représentent : V = récolte vieilles feuilles, VN = récolte vieilles et nouvelles feuilles, T = Témoin. VF « X » = Nb. de vieilles feuilles pour l'année « X », NF « X » = Nb. de nouvelles feuilles pour l'année « X »..... vi
- Annexe 3. Nombre d'individus de *Sarracenia purpurea* pour les 37 sites à l'étude. Un décompte annuel à été effectué de 2006 à 2010 durant la période juillet-août pour chaque traitement et chaque site. Les sites étant inondés (et donc inaccessibles) en 2008 sont notés NA pour cette année..... x
- Annexe 4. Moyenne et écart type, par classe de taille (S = semis, J = Juvénile, M = Mature), par traitement (T = témoin, 20 = 20% récolte, 50 = 50% récolte, 80 = 80% récolte) et par site (bloc 1 à 37), des mesures effectuées sur les individus de *Sarracenia purpurea* en 2009. n total = 1970, témoin n = 561, 20% n = 537, 50% n = 497, 80% n = 37. ... xv
- Annexe 5. Moyenne et écart type, par classe de taille (S = semis, J = Juvénile, M = Mature), par traitement (T = témoin, 20 = 20% récolte, 50 = 50% récolte, 80 = 80% récolte) et par site (bloc 1 à 37), des mesures effectuées sur les individus de *Sarracenia purpurea* en 2010. Taux de mortalité entre 2009 et 2010 par traitement : T= 5,3%; 20% = 6,0%; 50%=5,2%; 80%=7,7%..... xxix

Liste des abréviations et symboles

λ : Taux de croissance

APA : Accès et Partage des Avantages

CSIR : Council for Scientific and Industrial Research

FAO : Food and Agriculture Organisation

IRBV : Institut de Recherche en Biologie Végétale

IRSC : Instituts de Recherche en Santé du Canada

NRSC : Natural Resources Conservation Service

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PFNL : Produit Forestier Non-Ligneux

SCDB : Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique

U.N.: United Nations

UNCED : United Nations Conference on Environment and Development

USDA : United States Department of Agriculture

WHO : World Health Organisation

*À ma Mère et mon Père qui ont toujours cru
en moi, sans eux je n'aurais su me rendre
jusqu'ici et être qui je suis. Merci.*

Remerciements

J'aimerais tout d'abord remercier Alain Cuerrier, mon directeur de maîtrise, pour m'avoir offert cette opportunité de travailler sur un projet si intéressant, m'avoir soutenu et guidé dans la réalisation de mon mémoire. Je le remercie également pour avoir toujours su trouver des disponibilités dans son horaire si chargé.

Je remercie également Stéphanie Pellerin, ma codirectrice de maîtrise, qui a toujours été disponible, qui a su me faire réfléchir et m'aider à trouver les solutions à mes problèmes. Je la remercie aussi pour son soutien et ses encouragements.

Je tiens à remercier également Nicolas Roy, Annie Léger, ainsi que Caroline Marcotte pour leur grande aide dans l'implémentation de ce projet. Plus spécifiquement, Annie et Caroline pour leur aide dans la collecte des données sur le terrain beau temps, mauvais temps. Merci pour les belles journées que nous avons passées ensemble!

J'aimerais dire merci à tous mes collègues de l'équipe de recherche sur les médecines autochtones antidiabétiques des IRSC pour leurs appuis, leurs commentaires constructifs, et surtout pour toutes les belles journées et soirées passées ensemble lors des retraites. Merci spécialement à Christine Tabib, pour avoir lu, commenté et corrigé le texte en anglais.

Je remercie également Jacques Brisson et Andrée Nault, qui ont accepté d'être sur le jury pour mon mémoire, ont lu et commenté le manuscrit.

Merci à tous les membres de l'IRBV, avec qui j'ai pu partager et échanger savoir et anecdotes.

Je veux remercier Stéphane Daigle et Pierre Legendre qui ont su répondre à toutes mes questions statistiques, je ne sais ce que j'aurais fait sans eux. Merci aussi à Patrick Nantel et Christopher Stubben pour leur aide avec la modélisation.

Je tiens également à dire un merci spécial à ma famille pour son soutien et ses encouragements durant mes multiples années d'études. Merci à mes parents qui nous ont fait découvrir la nature et nous ont appris à l'aimer quand nous étions enfants. Grâce à eux j'ai développé un amour de la nature qui m'a mené jusqu'à cette grande réalisation.

Merci aussi à mes amis et amies qui m'ont aidé, supporté et surtout m'ont changé les idées quand j'en avais besoin. Merci pour votre support et votre présence dans ma vie.

Un très grand merci à tous les membres de la communauté Crie de Mistissini, les Aînées et tous les autres, pour nous avoir laissés accéder à leurs terres ancestrales, et nous avoir permis d'y faire des récoltes. Merci aussi pour leurs aides, leurs présences aux rencontres de recherches et pour leur hospitalité. Merci aussi à toutes les autres communautés

impliquées dans ce projet. Merci particulièrement à Jane Blacksmith pour son aide dans la communauté et son hospitalité.

Finalement, je tiens aussi à remercier l'organisme CIET, les Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC), le Network Environment for Aboriginal Health Research (AK-NEAHR), ainsi que l'Université de Montréal pour leur appui financier au cours de ma maîtrise.

Chapitre 1

Introduction

1.1 Nations Cries

La Nation Crie du Nord du Québec fait face à de considérables problèmes de santé, dont la prévalence élevée des cas de diabète de type II, une maladie chronique qui constitue une des plus importantes causes de décès parmi les populations autochtones du Canada (Brassard et al. 1993, Gittelsohn et al. 1998). D'ailleurs, la prévalence de cette maladie est 3,6 fois plus élevée chez les hommes et 5,3 fois plus élevée chez les femmes des Premières Nations que dans la population canadienne en général (Young et al. 2000). La population crie de la région de la Baie-James a connu une forte augmentation des cas de cette maladie au cours des 30 dernières années. Cette augmentation pourrait être attribuable à leur sédentarisation ainsi qu'au changement de leur diète (Brassard et al. 1993), passant d'une diète traditionnelle basée sur la pêche et la chasse dont le contenu était modéré en gras et faible en hydrates de carbone (Gittelsohn et al. 1998), à une diète occidentale ayant un contenu faible en fibre, mais élevé en gras, en protéines et en glucides simples (Wolever et al. 1997, Gittelsohn et al. 1998). Puisqu'il existe une forte résistance à la médecine moderne parmi ces populations, il est primordial de suggérer une approche ainsi que des traitements respectant leurs cultures et leurs besoins (Young et al. 2000). La médecine traditionnelle crie est essentiellement constituée de remèdes à base de plantes sauvages indigènes. Encore aujourd'hui, des guérisseurs cris connaissent les plantes et leurs usages, et en font la récolte sur leur territoire pour les utiliser comme remèdes traitant une grande

variété de symptômes et de maladies, dont le diabète. C'est dans l'optique de les aider à préserver leurs ressources tout en développant une médecine adaptée à leurs besoins qu'a été développé ce projet de recherche qui vise à évaluer l'impact de la récolte sur deux plantes médicinales utilisées pour le traitement de symptômes liés au diabète de type II.

1.2 Propriété intellectuelle

Depuis des siècles, plusieurs plantes sont utilisées pour leurs propriétés médicinales. Certaines de ces plantes médicinales ont conduit à la découverte et à la synthèse de médicaments « modernes » utilisés aujourd'hui à grande échelle. L'une d'elles, *Galega officinalis*, était originalement utilisée pour le traitement du diabète dans l'Europe médiévale et a conduit dans les années 1920 à la synthèse de la metformine (Oubré et al. 1997), le médicament de base le plus utilisé de nos jours dans le traitement de cette maladie. La grande majorité des peuples autochtones du monde possèdent leur propre pharmacopée de plantes médicinales qu'ils utilisent avec un certain succès depuis plusieurs décennies et parfois plusieurs siècles. En collaborant avec eux pour instaurer un partage entre leurs savoirs ancestraux et la science moderne, il est possible d'identifier des plantes ayant un potentiel médicinal important. Ce type de collaboration doit cependant être encadré par un accord de recherche solide entre les communautés et les scientifiques concernés, de façon à assurer la protection du savoir traditionnel et la propriété intellectuelle qui lui est reliée. En effet, les droits de propriété intellectuelle de certaines premières nations sur leur savoir ont été bafoués par le passé. Par exemple, en 1996, un

brevet fut obtenu par le CSIR (Council for Scientific and Industrial Research) pour une molécule (P57) extraite du *Hoodia gordonii*, une plante africaine coupant la faim, utilisée par les San, un peuple d'Afrique du Sud. Une licence d'exploitation de cette molécule fut par la suite octroyée à Phytopharm sans compensation pour les San. Une entente fut finalement conclue entre le CSIR et les San en 2001, mais ce genre de procédé a laissé un sentiment amer envers l'industrie et la science moderne.

La propriété intellectuelle portant sur les savoirs traditionnels a commencé à être reconnue lors de la Convention sur la diversité biologique de l'ONU tenue à Rio de Janeiro en 1992 (U.N 1992). Les droits qui lui sont reliés furent rediscutés dans la déclaration Kari-Oca adoptée à la Conférence de Kari-Oca traitant des peuples autochtones, du territoire, de l'environnement et du développement (FAO 1995). Puis en 2007, les Nations Unies ont adopté la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones, stipulant à l'article 31 que les peuples autochtones ont le droit de détenir, contrôler, protéger et développer la propriété intellectuelle reliée à leur savoir traditionnel (U.N 2007). La question des droits de propriété intellectuelle est donc au centre du problème soulevé par l'exploitation des plantes médicinales à travers le monde. De plus, les lignes directrices de Bonn (2002) sur l'accès et partage des avantages (APA) liés à l'utilisation des ressources génétiques stipulent : « *la nécessité, pour un utilisateur éventuel de ressources génétiques, d'obtenir le consentement préalable donné en connaissance de cause du fournisseur de ressources.* » (SCDB 2002).

1.3 Plantes médicinales

L'utilisation de plantes médicinales dans la médecine moderne a entraîné une forte augmentation de leur récolte, ce qui a engendré une modification de leur exploitation, transformant des récoltes locales soutenables en exploitations commerciales de grande envergure (Kuipers 1997, Lange 1998, Ghimire et al. 2008). Cette situation est problématique pour la conservation de la biodiversité si l'on considère qu'une grande proportion des plantes médicinales provient de populations sauvages (Cunningham 1993). Seulement en Europe, 90 % des plantes médicinales et aromatiques commercialisées dérivent de populations sauvages (Lange 1998). De plus, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime à 80 % les populations des pays en développement qui basent leurs soins de santé sur des remèdes traditionnels extraits de plantes (Boedeker 1998). Leur exploitation doit donc être planifiée et gérée en intégrant l'impact que peut avoir la récolte sur différentes populations et différentes plantes, de façon à assurer leur survie à long terme.

La majorité des plantes médicinales font partie de ce que l'on nomme les produits forestiers non ligneux (PFNL) et sont exploitées à partir de populations sauvages. La conservation de ces PFNL de par le monde est extrêmement importante pour diverses raisons. Tout d'abord du point de vue de la diversité végétale, la perte de ces espèces serait irremplaçable. En second lieu, la récolte de PFNL représente une source de revenue majeure pour des centaines de milliers de personnes sur la terre (Ticktin 2005). De plus, dans bien des cas, ces produits sont essentiels pour combler les besoins (médicinaux ou

autres) des populations autochtones (Ratsirarson et al. 1996, Siebert 2004). Finalement, que ce soit pour leur utilisation comme remède ou pour la synthèse de nouveaux médicaments par l'industrie pharmaceutique, les plantes revêtent une importance qui impose une politique de conservation (Cunningham 1993). Par ailleurs, dans un contexte de développement durable, il n'y a pas que la survie des espèces qui importe, mais également que les populations soient suffisamment grandes pour combler les besoins des générations futures telles qu'exposées dans la Déclaration de Chiang Mai (FAO 1995). De même, suite à l'appel de l'OMS, la Déclaration de Beijing, adoptée en 2008, invite la communauté internationale à respecter, préserver et promouvoir les pratiques et les médecines traditionnelles (WHO 2008). Aussi, l'étude des impacts de la récolte sur ces ressources est d'une importance capitale, bien qu'il soit reconnu que l'intégration du savoir traditionnel dans les plans de gestion générera habituellement des récoltes soutenables (Ratsirarson et al. 1996, Anderson and Rowney 1999, Ticktin and Johns 2002, Ghimire et al. 2004, Ghimire et al. 2005).

1.4 Impact de la récolte

La susceptibilité d'une espèce à la récolte à des fins médicinales, alimentaires ou autres est liée à plusieurs facteurs, dont son taux de croissance (croissance lente contre croissance rapide), son mode de reproduction (reproduction végétative ou sexuée; dormance; taux de germination), son habitus (e.g. annuelle, pérenne, arbre) ou encore les organes ciblés par la récolte (Schippmann et al. 2002, Ghimire et al. 2005). Bien que

l'impact qu'aura une récolte sur une espèce dépende habituellement de plusieurs facteurs entrecroisés, il est possible de présenter ici quelques généralités.

Ainsi, plus une espèce croît lentement et plus son espérance de vie est longue, moins elle serait apte à supporter la récolte d'individus. C'est le cas de l'ail des bois (*Allium tricoccum*) et du ginseng d'Amérique (*Panax quinquefolius*), deux espèces récoltées pour leurs bulbes et leurs racines, et menacées par la cueillette en Amérique du Nord. En effet, il a été démontré que les seuils de récolte annuelle soutenables sont très faibles pour ces deux espèces, soit environ 5 %, et qu'un rapide déclin de population se fait ressentir dès que les taux de récolte dépassent 10 % (Nault and Gagnon 1988, Nantel et al. 1996, Rock et al. 2004). À l'opposé, ce même type d'espèce pourrait généralement supporter une exploitation soutenue de ses fruits et de ses graines sans conséquence majeure (Ticktin 2004, Schippmann et al. 2006). C'est le cas du noyer d'Amazonie (*Bertholletia excelsa*) dont les fruits sont récoltés en quantité importante (93 % des graines de la population) depuis des décennies sans pour autant affecter sa survie et même sa reproduction (Zuidema and Boot 2002). De façon similaire, *Neodipsis decaryi*, une espèce de palmier de Madagascar peut soutenir une récolte de ses fruits atteignant 95 % (Ratsirarson et al. 1996). D'autre part, la cueillette des semences de plantes annuelles aura généralement un impact plus important sur la survie de l'espèce que celle des semences de plantes pérennes (Samson et al. 1992, Schippmann et al. 2006). Par exemple, la prédation sur les graines d'*Erodium* sp. par les rats kangourous (*Dipodomys merriami*) dans le désert de Mojave peut réduire la population de cette espèce de près de 30 % (Soholt 1973).

Les espèces se reproduisant de façon végétative semblent aussi plus aptes à tolérer une récolte plus importante que les espèces à reproduction sexuée. Par exemple, *Calamus zollingeri*, une espèce de rotin, supporte efficacement la récolte grâce, entre autres, à sa croissance rapide et à la production importante de rejets à la suite d'une coupe (Siebert 2004). Par ailleurs, malgré le manque d'étude à cet effet, il est possible de croire que les espèces à reproduction sexuée exclusivement, ainsi que celles bénéficiant d'une banque de semences dans le sol, auront des réponses différentes face à la récolte que celles à reproduction végétative ou celles n'ayant pas de banque de semences. Ainsi, il semble plausible qu'une récolte soit plus dommageable pour une espèce sans banque de graines qu'une espèce dont les semences auront une grande longévité dans le sol. Par exemple, l'éradication du sapin baumier (*Abies balsamea*) par le Cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) à l'île d'Anticosti ne serait pas imminente si les semences de ce dernier survivaient des dizaines d'années plutôt que moins d'un an. La disparition des derniers semenciers et le broutement des derniers semis mèneront l'espèce à l'extinction sur l'île (Potvin et al. 2003, Côté et al. 2004). En ce qui a trait aux semences, les taux de production et de germination pourraient aussi influencer les seuils de récolte soutenables. En effet, une espèce produisant très peu de semences devrait logiquement être récoltée plus parcimonieusement qu'une autre espèce ayant un fort taux de production. Il serait intéressant de procéder à des études comparatives sur ces types d'espèces qui à ma connaissance n'ont pas encore été explorées d'un point de vue d'une exploitation anthropique.

Les organes ciblés par la récolte sont aussi un facteur clé dans la susceptibilité d'une espèce à l'exploitation. En effet, comme démontré dans les exemples précédents, récolter

les inflorescences ou les graines (fruits) d'une espèce aura un impact direct sur sa reproduction, mais n'aura pas nécessairement un impact sur la survie de l'individu exploité. Par contre, la récolte des feuilles induira généralement un impact direct sur la capacité de survie, la vigueur et l'aptitude phénotypique (fitness) de l'individu en réduisant ses capacités photosynthétiques (Ticktin et al. 2007) et, ultimement, ses capacités de reproduction (Jameson 1963, Kulman 1971, Mendoza et al. 1987, Canto et al. 2004) suite à l'épuisement des ressources stockées dans les organes telles les racines et les branches. Les ressources ainsi emmagasinées servent d'abord, à assurer la résilience de l'individu, qui les mobilisera lorsque défolié et pourra ainsi faire face à la récolte, comme dans le cas de *Vaccinium myrtillus* (Tolvanen et al. 1994). Par contre, certaines espèces seront affectées négativement par l'épuisement de leurs réserves, comme chez *Ambrosia artemisiifolia* où une défoliation induit une réduction de la production de semences pour toute la vie de l'individu (Lee and Bazzaz 1980).

Il est également évident que la récolte de plantes entières aura un fort impact sur la capacité de survie et de reproduction des populations de PFNL. Toutefois, la croissance de certaines espèces sera stimulée par l'ouverture créée par la récolte (Mead 1966, Harmon and Stamp 1992). Ces espèces pourront généralement supporter un taux de récolte plus élevé et même tirer un bénéfice de leur exploitation. C'est le cas de *Dichelostemma capitatum*, une plante de Californie exploitée pour ses bulbes comestibles (Anderson and Rowney 1999). De façon générale, que l'on récolte les feuilles, les fruits ou des individus entiers, le facteur le plus important demeurera l'apport de l'individu aux taux de croissance de la population, à son maintien et à sa reproduction en fonction de la taille de cet individu;

les classes des tailles plus grandes contribuant davantage aux taux de croissance de l'espèce (Mendoza et al. 1987, Olmsted and Alvarezbuylla 1995, Ratsirarson et al. 1996).

D'autres considérations comme l'environnement : milieu tempéré, tropical, alpin, etc., ou le mode de récolte utilisé auront divers impacts sur la résilience d'une espèce (Ticktin 2004, Ghimire et al. 2006). Par exemple, plusieurs études faites sur des plantes herbacées ont démontré que les plantes pérennes herbacées des régions tempérées sont généralement fortement affectées par la récolte et ne peuvent supporter que de très faible récolte (<15 %), ce qui pourrait être lié à la courte saison de croissance (Charron and Gagnon 1991, Nault and Gagnon 1993, Nantel et al. 1996). En comparaison, *Aechmea magdalенаe*, une broméliacée des forêts tropicales qui est exploitée au Mexique pour la fibre de ses feuilles, peut supporter une récolte annuelle de 75 % de ses feuilles, lorsque celles-ci sont récoltées de la façon appropriée (Ticktin and Johns 2002, Ticktin 2004).

La majorité des exploitations de PFNL provenant de populations sauvages sont non durables, même à de faibles niveaux de récolte, et seraient la cause du déclin de plusieurs populations (Hall and Bawa 1993, Nault and Gagnon 1993, Olmsted and Alvarezbuylla 1995, Soehartono and Newton 2001, Rock et al. 2004, Ghimire et al. 2005). Plusieurs populations sauvages de PFNL sont déjà en dessous de leur seuil minimal de viabilité (Pfab and Scholes 2004) et sont souvent menacées par d'autres facteurs comme la perte d'habitats, la déforestation, le broutage par le Cerf de Virginie (Côté et al. 2004) et la récolte illégale. La recherche sur l'impact des récoltes doit se poursuivre et inclure de nouveaux aspects. En effet, il existe à ce jour peu d'études traitant de la récolte entière de plantes pérennes et encore moins sur la récolte des feuilles chez les arbustes. De multiples

études sur la défoliation des arbustes ont été effectuées en lien avec les herbivores et l'impact du broutage (Hegland et al. 2005, Thomas et al. 2008) et seulement quelques-unes traitent de la récolte anthropique (Garrison 1953, Tolvanen et al. 1994, Witkowski et al. 1994). D'autre part, la plupart des études effectuées sur l'impact de la récolte de PFNL se concentrent sur les individus et les populations et incluent rarement les effets au niveau des communautés ou de l'écosystème (Ticktin 2004). La synthèse de Ticktin (2004) fait ressortir que près de la moitié des études sont effectuées sur des plantes tropicales et plus spécifiquement des palmiers, alors qu'environ un quart des études se concentrent sur les arbres et arbustes et un autre quart sur les plantes herbacées.

1.5 Sarracenia purpurea et Rhododendron groenlandicum

Dans le cadre de ce projet, deux espèces seront à l'étude, soit la sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea* L. ssp. *purpurea* (Raf.) Wherry), une espèce herbacée pérenne, et le thé du Labrador (*Rhododendron groenlandicum* (Oeder) Kron & Judd), un arbuste. Ces deux espèces ne sont pas menacées actuellement par la récolte, mais des études ethnobotaniques récentes ont montré qu'elles pourraient devenir d'importantes plantes médicinales dans le traitement de symptômes liés au diabète de type II (Leduc et al. 2006, Spoor et al. 2006, Fraser et al. 2007), ce qui pourrait engendrer un engouement pour leur récolte. Également, l'utilisation du thé du Labrador sur le territoire qui juxtapose celui des Cris et des Inus du Québec intéresse depuis peu différentes industries pour la production d'huiles essentielles, de lotion pour la peau, comme épices et simplement comme thé

(Girard 2008). Il semble donc essentiel de déterminer un seuil de récolte durable pour ces deux plantes avant que des effets négatifs ne surviennent. D'ailleurs, quoique cela ne fasse pas partie des plans des communautés Cries dans l'immédiat, il n'est pas exclu qu'ils décident eux-mêmes de commercialiser ces plantes dans un avenir plus ou moins rapproché. De plus, malgré le fait que la sarracénie demeure une espèce peu connue du public non autochtone, le thé du Labrador quant à lui est bien connu et est déjà vendu comme simple thé ou comme produit de santé naturel dans certains magasins spécialisés, mais aussi dans de grands centres tels que le Marché Jean-Talon à Montréal.

1.6 Objectifs de la maîtrise

L'objectif principal de ce mémoire est d'évaluer l'impact de la récolte et de définir un seuil de récolte durable pour deux plantes médicinales utilisées par la Nation Crie pour le traitement de symptômes du diabète de type II.

Les objectifs spécifiques sont :

- 1- Évaluer l'impact de la récolte sur la survie des populations des deux espèces.
- 2- Dans le cas de *Sarracenia purpurea*, construire un modèle matriciel de projection de population qui nous permettra :
 - a. d'identifier les caractéristiques démographiques principales jouant sur la capacité de résilience de l'espèce.
 - b. de prédire le temps nécessaire pour un retour des populations à la densité pré-récolte.

1.7 Organisation du mémoire

Ce chapitre premier forme l'introduction générale au mémoire. Le second et le troisième chapitre constituent le corps du mémoire et sont présentés sous forme de deux articles scientifiques. Le second chapitre traite de l'impact de la récolte sur le thé du Labrador, alors que le troisième chapitre aborde l'impact de la récolte sur la sarracénie pourpre. Finalement, la conclusion générale du mémoire est présentée au chapitre quatre.

Les articles, que l'on trouve dans le second et troisième chapitre, seront soumis pour publication avec comme co-auteurs Youri Tendland, Stéphanie Pellerin et Alain Cuerrier. L'auteur principal a procédé à la revue de littérature, à la collecte des données, aux analyses statistiques et a rédigé le texte. Alain Cuerrier et Stéphanie Pellerin ont élaboré et dirigé les travaux de recherche, et commenté et corrigé le manuscrit.

Chapitre 2

Survival and viability following intensive differential harvesting on a North American medicinal shrub *Rhododendron groenlandicum*.

2.1 Introduction

Medicinal plants are gaining popularity as alternative medicine and their sales are increasing (Cunningham 1993, Schippmann et al. 2006). This accelerating interest may induce major detrimental impacts on several plant populations (Leaman 2006, Schippmann et al. 2006). Most studies conducted on harvesting impact mainly considered trees or herbs (Ticktin 2004), and a large number of those studies showed that intensive harvesting of temperate perennial herbs is usually unsustainable (Nault and Gagnon 1993, Pfab and Scholes 2004, Rock et al. 2004). Herbs, however, seemed to have a somewhat higher resilience to harvesting of individuals than tree populations (Ticktin 2004), mainly because the latter have a slower growth. Shrubs, although less studied, may be more resilient to harvesting than other plant life forms (Jameson 1963, Willard and McKell 1978), considering most shrubs express compensatory and vegetative growth, and harvesting shrubs generally does not remove all photosynthetic material. Sustainable level of harvest depends both on the life form and the plant part harvested (Ticktin 2004). However, most studies involving trees and shrubs focus on seeds and fruits, while very few have investigated leaf harvesting (Ticktin 2004).

Leaf harvesting has been mostly studied for palm species (Mendoza et al. 1987, Ratsirarson et al. 1996) and results showed that it could be sustainable at relatively high levels for some species depending on the size class harvested (Mendoza et al. 1987, Ratsirarson et al. 1996). Experimental defoliation in shrubs has been studied mostly for the impact of herbivory (Garrison 1953, Ellison 1960, Willard and McKell 1978, Tolvanen et al. 1994). The general conclusion stemming from these reviews and studies is that shrubby species react differently to different treatments of harvests or levels of herbivory. Defoliation has a direct impact on survival, growth and reproduction through a decline in photosynthetic activity (Jameson 1963, Kulman 1971). Some species will react to this decline by reallocating resources from roots or other storage organs to the production of new leaves, therefore, decreasing reproductive output (Caviness and Thomas 1980, McNaughton 1983). Defoliation may also induce compensatory growth reaction (McNaughton 1983, Edenius et al. 1993, Canto et al. 2004, Boege 2005). In the case of complete defoliation, the plant will either reallocate resources, if available, or die. Most tropical species have old and new leaves and impact of harvesting one or the other will be different. For instance, collecting young leaves usually has a stronger negative impact because old leaves are less efficient at carbon dioxide uptake and are light saturated at lower intensities (Brown et al. 1966, Mendoza et al. 1987).

In this study, we assessed the impact of leaf harvesting on the North American shrub Labrador Tea (*Rhododendron groenlandicum* (Oeder) Kron & Judd). Labrador Tea is an evergreen resinous shrub that has been harvested by Cree populations for decades to treat some symptoms related to type II diabetes as well as for other ailments. Concerns

about Labrador Tea conservation have recently arisen due to the sharp demographic growth of the Cree population and an increased commercial interest where samples are sold as tea or natural health products. Furthermore, recent ethnobotanical data (Leduc et al. 2006, Spoor et al. 2006, Fraser et al. 2007) revealed that this plant has potential for the treatment of type II diabetes symptoms which might increase harvesting pressure. In this context, the aims of this study were 1) to evaluate the impact of different simulated harvest levels on growth, reproduction and mortality of Labrador Tea as well as on leaf production, and 2) to define a sustainable level of harvest to ensure access to this resource in the future.

2.2 Materials and methods

2.2.1 Study area and sites

This experiment was carried out near Mistissini (50° 25' N; 73° 52' W) within the James Bay Cree territory (Eeyou Istchee) in northern Quebec, Canada. The study area is within the spruce-moss bioclimatic domain of the boreal zone, and is mainly composed of continuous black spruce (*Picea mariana* (Mill.) BSP.) forests, burned areas, and peatlands (Ordre des ingénieurs forestiers du Québec 2009). Forest undergrowth is composed of hypnaceous mosses and ericaceous shrubs while herbaceous species are uncommon. Labrador Tea is found almost everywhere in the forest understory and in open areas. The regional climate is continental humid with short and hot summers followed by cold winters (Environment Canada 2010b). The mean annual temperature is -1.8°C. The mean temperatures in January (coldest month) and July (warmest month) are -21°C and 14.6°C

respectively. The mean annual precipitation is 946 mm of which 32% falls as snow (Environment Canada 2010a).

Three sampling sites were chosen by considering accessibility and plant density, while attempting to minimize anthropogenic disturbance. The three sites are located in black spruce forest stand, with similar undergrowth of hypnaceous mosses and lichens. Sites one and two are in relatively open areas while site three is under a dense canopy cover.

2.2.2 Study species

Labrador Tea is an evergreen ericaceous shrub that grows in acidic and moist substrates and is found in boreal forests, swamps and bogs; it is almost always present in black spruce stands (Roi 1967). It is distributed throughout Canada, Alaska, Greenland and in the northern USA, it extends down to Pennsylvania on the East Coast and to Oregon in the West (eFloras 2008). Labrador Tea is a high growing shrub (30-120cm) that possesses alternate green leaves with revolute margins and a rusty tomentum underneath (Marie-Victorin 1995). The tomentum is whitish on first year leaves and orange on two year leaves, hereafter referred to young and old leaves respectively. In Northern Québec, Labrador Tea's growth period spans from May to October (Belleau and Collin 1993), while its flowering period is in summer (mid-June to early July) (Gucker 2006). Labrador Tea produces a relatively high number (>50) of small seeds per flower (Karlin and Bliss 1983), but since seed establishment conditions are very specific on pH, temperature, water level

and light, germination rate is low (Karlin and Bliss 1983). Furthermore, most seeds lose viability within a year and there is therefore no seed bank. The species thus relies mostly on vegetative propagation to ensure its survival. However, sexual reproduction may be important for long distance dispersal, since its small seeds are easily dispersed by wind (Ridley 1930, Karlin and Bliss 1983).

Labrador Tea is a highly aromatic shrub used in traditional Native American medicine to treat diverse pathologies, and has been recognized to have strong antioxidant activities (Dufour et al. 2007). In their medicine, Cree populations use old leaves for adults and young leaves for children.

2.2.3 Harvesting methods

Thirty individuals of Labrador Tea were selected in each site in 2008, for a total of 90 individuals. This shrub relies largely on vegetative reproduction, and connection to surrounding individual is possible, but impossible to ascertain short of digging out and impacting all individuals. Selected individuals' trunks were followed as deep as possible under the moss cover. All selected individuals were marked with aluminum tags bearing the plant number and the harvesting treatment applied. On each site, the selected individuals were randomly assigned to one of the three treatments (two harvest treatments and one control), thus yielding 10 individuals in each treatment on every site for a total of 30 plants per treatment. The first harvesting treatment consisted of removing only old leaves (OL), while the second one consisted of removing all young and old leaves (AL) to simulate

commercial harvesting methods. The harvesting procedure was first applied in 2008, and reapplied in 2009 to simulate intensive harvesting. Measurements to assess impact of harvest were made as follows from 2008 to 2010. Before conducting harvest, for all treatment and control plants, old and new leaves, fruits (when present) and seeds were counted in mid-July. On all individuals, three branches were randomly selected and marked as branch one, two and three with liquid paper (marking persists for at least one year). For all these branches, previous and current year elongations were measured using an electronic caliper. Trunk diameters at the base were also recorded at the same time. In 2010, measurement of growth was performed and plant status was recorded, but no further harvesting was conducted. Considering the very low number of fruits produced, only one fruit in 2009 and none in 2010, further analysis was not resumed. In the AL treatment, because all leaves were being harvested every year, no old leaves were present in the following years. Therefore, no measurement could follow regarding the impact of harvesting on old leaves for this treatment.

2.2.4 Data analysis

2.2.4.1 Harvest impact assessment

We compared the number of new and old leaves, the trunk diameter, the stem elongation and the fruit production between years for all treatments using five ANOVA analyses. For each set of measurements, sites and treatments were considered independent variables. Trunk diameter and fruit production followed a normal distribution. Stem

elongation and number of leaves were log transformed to meet the assumption of the model. When analyses were significant (leaf production and growth), we performed post hoc pairwise comparisons (Tukey test) among treatments. We also used frequency analysis using log-linear models to compare mortality among treatments for all years. All statistical analyses were performed in JMP 6 (SAS Institute 2009).

2.3 Results

Fruit production ($\chi^2 = 3.5538$, $p = 0.1692$) and seed production ($\chi^2 = 0.6513$, $p = 0.7221$) were not significantly different among treatments for all studied years, although the production of fruit and seeds were very low. For the period of 2009-2010, the AL treatments showed a significant difference in the number of new leaves produced ($p = 0.002$; Fig. 1). The mean number of leaves produced in the AL treatment was much lower in 2010 in comparison to both control and OL treatments, where no difference was apparent (Fig. 1).

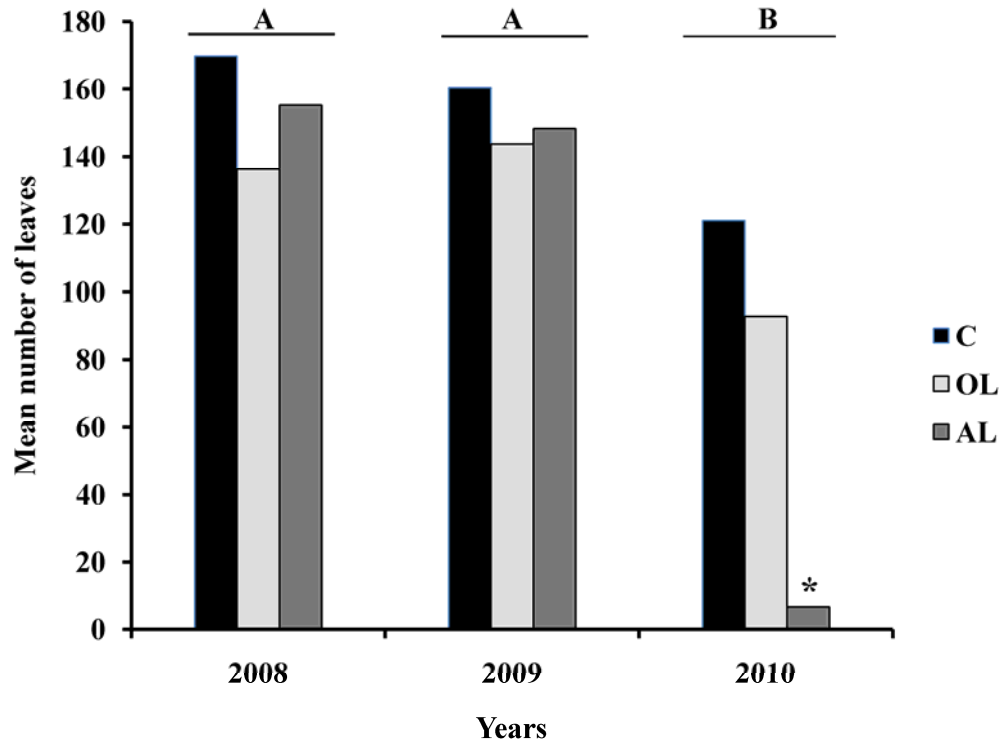


Figure 1. Comparison of *Rhododendron groenlandicum* mean leaf production between treatments C: control (n=30), OL: harvesting only old leaves (n=30), AL: harvesting of all leaves (n=30). Harvests were conducted in 2008 and repeated in 2009. The column marked by an asterisk indicates a significant difference ($p = 0.002$) in the number of new leaves produced between treatments for this year. Letters represent results of an ANOVA comparing treatments among years; levels not connected by the same letters are significantly different.

Table I. Analysis of variance comparing growth between different defoliation treatments on *Rhododendron groenlandicum* for the study period of 2007-2010, and pairwise comparison of stem elongation (growth) between the treatments using Tukey's test.

Levels of Treatment	Before harvest			
	2007	2008	2009	2010
	$p = 0.7237$	$p = 0.7581$	$p = 0.0111^*$	$p = 0.0036^*$
1- Control (no harvest)	-	-	A	A
2- Old leaves harvested	-	-	A	A
3- All leaves harvested	-	-	B	B

Values followed by asterisk indicate a significant difference ($p < 0.05$) of stem elongation (growth) between treatments.

Levels not connected by the same letter are significantly different.

Growth, measured by stem elongation, of individuals in the AL treatment was reduced in 2009 ($p = 0.0111$; Table I, Fig. 2) and in 2010, ($p < 0.0036$; Tables I, Fig. 2) in comparison to the other treatments. Trunk diameters growth ($p = 0.0071$), was reduced in 2010 for the AL treatment compared to the controls and OL treatment (Fig. 3). Mortality was not different than expected values in 2008 and 2009, but was highly significant in 2010 for the AL treatment ($\chi^2 = 126.585$, $p < 0.0001$; Table II), where no growth was observed and almost all individuals had died (21 out of 30). Comparatively, in the OL treatment, we observed 30% stem mortality, but only one individual out of 30 died.

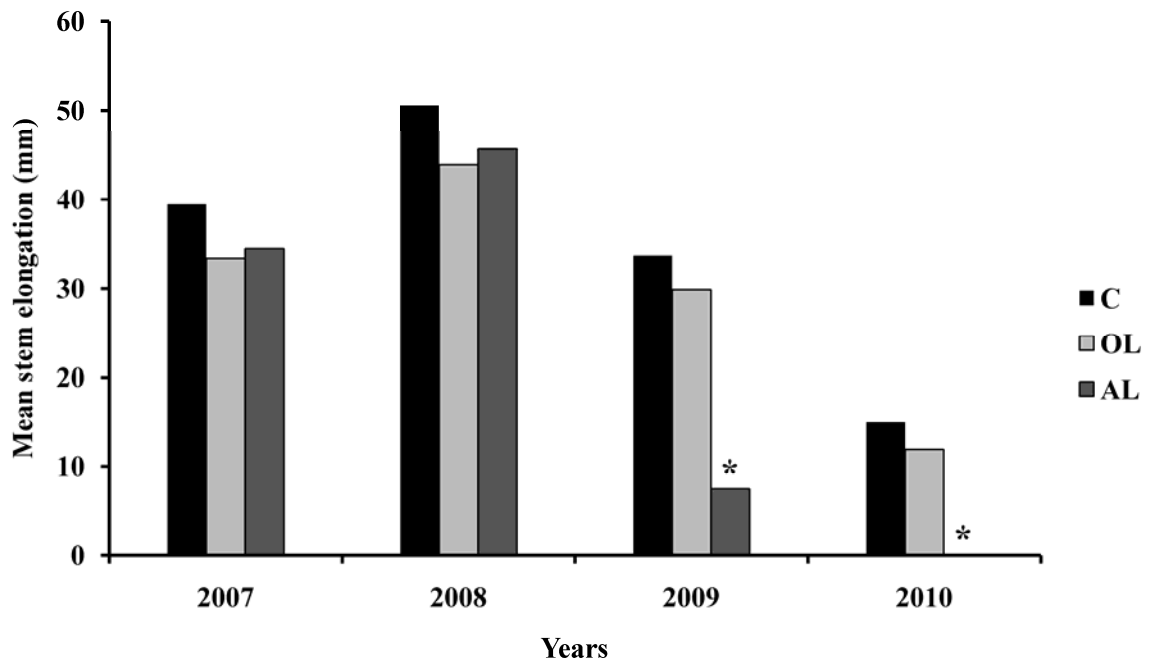


Figure 2. Comparison of *Rhododendron groenlandicum* mean stem elongation between treatments C: control (n=30), OL: harvesting old leaves only (n=30), AL: harvesting of all leaves (n=30). Harvests were conducted in 2008 and repeated in 2009. Columns marked by an asterisk indicate a significant difference ($p < 0.05$) in the stem elongation (growth) between treatments for this year.

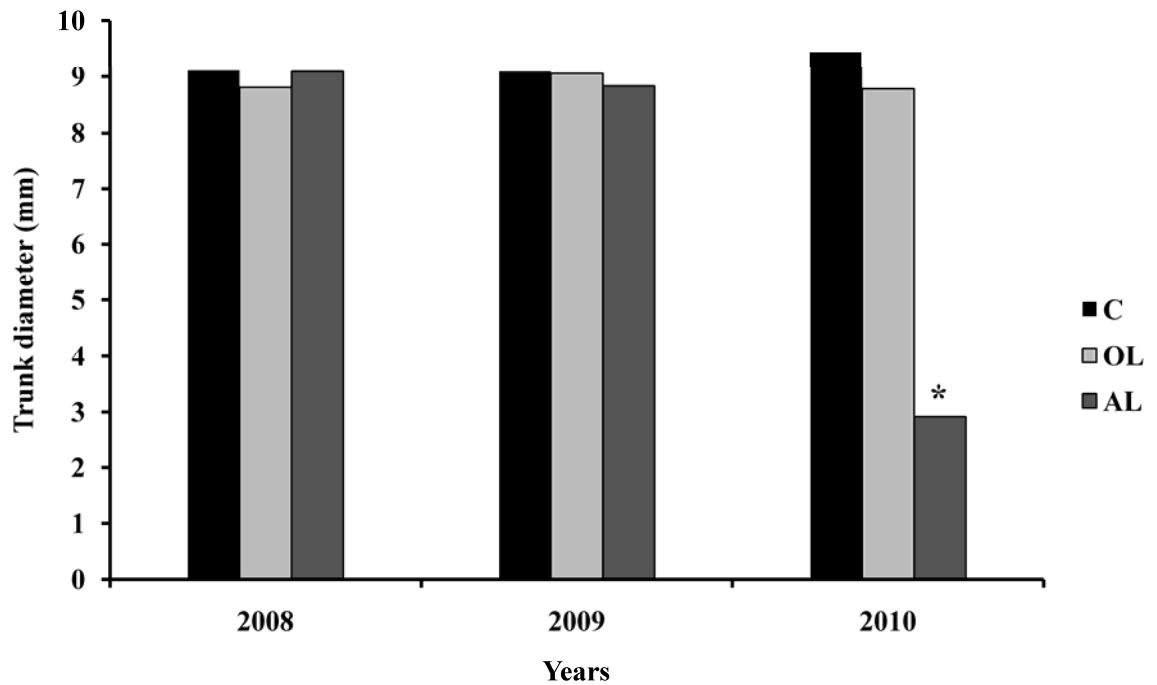


Figure 3. Comparison of *Rhododendron groenlandicum* trunk diameter growth between treatments, C: control (n=30), OL: harvesting old leaves only (n=30), AL: harvesting of all leaves (n=30). Harvests were conducted in 2008 and repeated in 2009. Columns marked by an asterisk indicate a significant difference ($p < 0.05$) in the trunk growth between treatments for this year.

Table II. Comparison of individual's mortality between different defoliation treatments on *Rhododendron groenlandicum* through frequency analysis using a log-linear model. Signs (+/-) indicates a higher (+) or lower (-) proportion of compared individuals having this type of response.

Death proportion between treatments

Treatments	Dead	Living
All leaves harvested	+	-
Old leaves harvested	-	+
Control (no harvest)	-	+

2.4 Discussion

Our results showed that harvesting old leaves on a two-year rotation basis would be sustainable, whereas the harvest of all leaves is clearly detrimental to population survival and leads to high levels of mortality in a very short time. Our results did not show a significant decrease in fruit or seed production. However, these results might not be representative of the real impact of Labrador Tea defoliation on its reproduction. We had a very small sample of fruit in 2009 (with only one fruit in the AL treatment) and none in 2010. Further experiments on reproduction should be conducted with more individuals in order to ascertain defoliation impact on this important demographical aspect of the life cycle. It is interesting to consider that, though important, sexual reproduction is not the most effective mode of Labrador Tea propagation since its germination rate is low (less than 40%) and its seed viability is relatively short, i.e., less than one year (Karlin and Bliss 1983). It could be a good strategy for the plant to reduce its fruit production and reallocate its resources to compensate for defoliation. Other shrubs species such as *Piper arieianum* (Marquis et al. 1997), *Casearia nitida* (Boege 2005) and *Erythroxylum havanese* (Dominguez and Dirzo 1994) are known to have reduced fertility following important defoliation. Still, considering that vegetative propagation is an important reproductive pathway for Labrador Tea, future studies should include this aspect in their models. Also, the size of ramets and genets should be investigated.

Survival of individuals following important defoliation is closely related to their capacity for resource allocation from storage organs such as roots, stems and remaining leaves (Boege 2005). Reproduction and growth compete for resource allocation (Marquis et

al. 1997, Boege 2005). Compensation can be defined as the capacity of an individual to replace biomass lost to herbivory (McNaughton 1983). Compensatory growth may alleviate the damage caused by defoliation in some species, but it can be affected by the biology of the species, its ontogenetic stage, the nature of herbivory and the level of damage to the individual (McNaughton 1983, Boege 2005). Additionally, it has been observed that some species with compensatory growth will compensate only to a certain degree of damage (Boege 2005), depending on intrinsic and extrinsic factors. Therefore, the plant response may differ, depending on the species, the development stage of the individual, the habitat and the type and level of defoliation. Our results showed an important decline in the leaf production of Labrador Tea after two years of intensive harvesting (all leaves collected). Growth was reduced drastically after one year when all leaves were harvested and after two years, when only old leaves were collected. After two years of collecting all leaves, most individuals died (21 individuals out of 30); consequently growth fell close to zero. These results likely indicate that Labrador Tea might compensate when harvests are moderate. Indeed, the absence of effect under the OL treatments in 2009 showed a compensatory reaction to intermediate harvest. Moreover, the AL treatment, despite a reduced growth in 2009, did not show a decrease in leaf production. Consequently, even under high harvesting pressure, Labrador Tea might compensate through reallocation of resources and, if no further harvest had been made, those individuals might have survived in 2010. Where only old leaves are harvested, two subsequent defoliations have not decreased leaf production significantly in the three years of the study. It is still important to consider the possibility that further defoliation in subsequent years might lead to reduced growth and should be investigated.

Mortality reached an extreme level in 2010 among the AL treated individuals, where almost all died, whereas the OL treatment had close to 30% stem mortality but only one individual out of 30 died, and mortality was not significantly different from the controls. The high level of stem mortality in the OL and control treatments could likely be explained by the hot summer (1.3 °C above normal mean), with long droughts and a low water table due to the low snowfall of the preceding winter. The driest winter ever registered (since 1948) in Canada, with precipitation 22% below the normal mean (Environment Canada 2010a). On the other hand, the dramatic level of mortality observed in the AL treatment could only be caused by the harvest. These plants were already strained from the previous year's harvest, and their growth was significantly reduced. The added defoliation was likely impossible to sustain, leading to their death. Some species can sustain total defoliation with only a yield reduction, such as soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) (Caviness and Thomas 1980), while other species, like *Erythroxylum havanense*, have seen an increase in seed mass while showing a decline in vegetative growth (Dominguez and Dirzo 1994). Shrub and tree deaths' following repeated defoliations is not new and is probably a result of resource depletion (Kulman 1971). This study shows how Labrador Tea is sensible to repeated defoliation; therefore, in order to exploit this resource in a sustainable way, Labrador Tea harvest should be carefully managed and include a rotation period of at least two years between successive harvests.

Future studies will include more specific harvesting scenarios using multiple levels of harvest on both old leaves and young leaves. Within the scope of our study, we could not evaluate the hypothesis that harvesting young leaves only would be more detrimental than

harvesting only old leaves. This somewhat limits our discussion. This is a very important aspect to investigate, considering that young leaves are harvested for essential oil production, since they contain more oils than old leaves.

2.5 Conclusion

Our results lead to the conclusion that Labrador Tea populations could be threatened locally by the increased interest in its medicinal properties. In Québec, leaves are harvested and sold in different food markets. At least two industries are currently looking at producing different natural health products (skin lotion and essential oils) using Labrador Tea leaves. This will likely have a huge impact, knowing that a large amount of fresh leaves are required to produce a few millimetres of oil. Our results indicate that a sustainable level of harvest for this species should be based on collecting only old leaves once every two or three years. Moreover, other studies need to be conducted to investigate the minimum number of years between harvestings before any commercial collecting is done. Also, it would be worth considering the timing of harvest on seed production and whole reproductive output. Since the method of harvest can affect the plant compensatory response, it would be interesting for further studies to use clipping, which is the main industrial method of harvests, and see if this intensifies the compensatory response of the plants. In this study, we focused on direct defoliation impact on individuals, but future studies should also include impact on populations and communities.

Chapitre 3

Population viability and recovery following differential harvesting of the North American medicinal herb *Sarracenia purpurea*.

3.1 Introduction

A wide array of plants are used as medicines, and the evaluation of plant compounds may yield numerous medical discoveries of novel importance for alternative treatments. Medicinal plants have been used and harvested with caution by diverse aboriginal nations worldwide. However, growing interests in natural health products and Western society's infatuation for traditional medicine in the past few decades have modified the harvest of many plants from subsistence to large scale commercial exploitations (Ghimire et al. 2008). Most of the plants harvested at temperate latitudes are perennial herbs that appear to be highly vulnerable to exploitation (Ticktin 2004), and studies of their sustainable use are lacking. Of the few existing studies, most have found that even low rates of harvest are detrimental to population sustainability (Nault and Gagnon 1993, Rock et al. 2004) and could lead to population extinction (Nantel et al. 1996). The sustainable level of harvest for the majority of the temperate perennials is between 5 and 10% of harvest (Nantel et al. 1996, Rock et al. 2004), but could reach 25% for some species, such as *Neopicrorhiza scrophulariiflora* (Ghimire et al. 2005).

Type II diabetes (non insulin dependent diabetes mellitus) is a wide-spread chronic disease and is one of the major causes of illnesses and death among native people in

Canada (Brassard et al. 1993). Compared to the rest of the Canadian population, the prevalence of this disease is 3.6 and 5.3 times higher among First Nations men and women respectively (Young et al. 2000). In Northern Québec, Cree populations have seen the number of adults affected by type II diabetes increase by 150% over the last decade (Leduc et al. 2006). The prevalence of the disease representing 20% of their population in contrast to only 4.8% of Canadians over 20 years of age (Health Canada 2003). Cree and other First Nations peoples often have low compliance with modern medicine. Therefore, it is important to find more appropriate treatments that will respect their needs and culture (Young et al. 2000).

In this study, we focussed on the Purple Pitcher plant (*Sarracenia purpurea* L.) (hereafter referred to as *Sarracenia*), which has been harvested by the Cree communities in Northern Québec for several decades to treat diverse ailments and, more recently, for type II diabetes related symptoms. The main aims of this paper were to 1) evaluate the impact of harvesting on *Sarracenia* population survival, 2) predict how many years are needed for populations to recover to pre-harvest densities, 3) use a population model to : (i) simulate population dynamics with different rates of harvest and harvest rotation and (ii) identify the main demographic characters of this species, and 4) define a sustainable level of harvest in order to ensure that future generations will still have access to this resource.

3.2 Materials and methods

3.2.1 Species

Sarracenia is one of the few carnivorous plants found in Canada. This member of the *Sarraceniaceae* family is the most widely distributed species among the genus *Sarracenia*. The northern variety, *S. purpurea* L. ssp. *purpurea* (Raf.) Wherry, ranges from Virginia to Newfoundland on the east coast of North America and westward across Canada as far as British Columbia (Schnell 2002, USDA and NRCS 2010). Other varieties are known to have different distributions. *Sarracenia* is a rosette forming perennial plant that can live up to 30 to 50 years (Ellison and Gotelli 2002, Ne'eman et al. 2006). In Canada, it is found in *Sphagnum* bogs, poor fens and seepage swamps where it is the main constituent of the landscape (Schnell 2002, Karberg and Gale 2006). The pitcher shaped leaves are green to dark red with red veins. The pitchers are filled by rainwater and are passive pitfall traps that capture arthropods (Schnell 2002). A mature plant has usually an average of six leaves but some individuals have up to 24 leaves (*pers. obs.*). New leaves are produced continually and gradually decay in the *Sphagnum* bed. Flowering individuals produce a single-flowered inflorescence (*pers. obs.*) (Ellison and Parker 2002). Some authors have reported two flowers on a single individual (Schwaegerle and Schaal 1979), but, since individuals often grow in dense clumps (Schnell 2002), it is likely that these observations were of two single-flowering individuals tightly intermeshed together (*pers. obs.*). From our observation in the field, when two flowers were present, there were usually two plants. *Sarracenia* blooms in early March in its southern distribution and in July or August in the north (Schnell 2002). The flowers are supported by a 5 to 15 cm scape which is easily seen

above the *Sphagnum* bed. The flower is pendulous and has five sepals and five red petals and is subtended by three bracts. The style of the flower extends in an inverted umbrella, around which the petals fall like drapes. Once pollinated, the ovaries mature during the summer and the capsules dehisce in the fall. *Sarracenia* seeds are small (1.8-2.4mm) and each capsule can produce between 500-1500 seeds (Ellison and Parker 2002). The probability of a successful seedling establishment in the field was estimated to be about 5% (Ellison and Parker 2002). Vegetative propagation has been reported (Schwaegerle 1983), but is very rare and seems to result only as sprouting after the individual has been damaged (*pers. obs.*).

3.2.2 Study area

This study was carried out in the James Bay area of Northern Québec, on Cree territory (Eeyou Istchee) near the Cree Nation of Mistissini (50° 25' N; 73° 52' W). The regional climate is continental humid with short, hot summers and cold winters (Environment Canada 2010b). The mean annual temperature of the area is -1.8°C. The mean temperatures in January (coldest month) and July (warmest month) are -21°C and 14.6°C respectively. The mean annual precipitation is 946 mm (considered normal), of which 32% fall as snow (Environment Canada). The study area is within the spruce-moss bioclimatic domain of the boreal zone, and is mainly composed of continuous black spruce (*Picea mariana* (Mill.) BSP.) forests, burned areas, and a mosaic of fens and bogs. This area is located at the boundary between Boreal Lowlands and the Mid-Boreal humid areas. In those regions, one can find pond fens, bank fens, and spring fens, as well as rounded

bogs, pond bogs and flat bogs. Fens are mainly defined by their high nutrient input brought in by neighbouring sources, and have around 50% of their surface under water most of the time. In contrast, bogs are rarely underwater, and have very low nutrient input as they are located a bit higher than the surrounding water source. They are mainly fed nutrients and water by precipitation.

3.2.3 Harvesting techniques

Collecting medicinal plants has spiritual meaning for the Cree, and harvesting is usually done by Cree Healers. Interviews were conducted with 34 Elders of the Cree Nation of Mistissini who were identified to be most knowledgeable in Cree traditional medicine (Leduc et al. 2006) to learn which plant parts are harvested, which harvesting methods are used by Cree Healers and what spiritual guidelines are followed in order to respect their beliefs. Respect for the plant spirit is important; before harvesting, a small prayer is made for the plant and after harvesting, an offering of tobacco is given to the earth where the plant grew. With *Sarracenia*, the whole plant is used in preparation of the remedies. Thus, the whole plant was harvested by pulling the roots out of the *Sphagnum* bed. Since medicinal components found in the leaves and the roots are similar, we also conducted an experiment to determine the difference in impact if only the leaves were harvested.

3.2.4 Harvesting simulation

Nine sites were selected across the territory, each one being chosen based on accessibility and *Sarracenia* density, while attempting to minimize anthropogenic disturbances. Most sites are *Sphagnum* bogs located on the edges of lakes. Six sites are partly bogs and partly poor fens located on an island in the middle of Lake Mistassini and are accessible only by boat; consequently, we are quite certain that these sites have been undisturbed throughout the four years of the study. All sites were undisturbed when we implemented the experimental setup.

In July 2006, we established 37 permanent plots on the pre-selected sites. Each plot consisted of four subplots of approximately 4.5 X 4.5 meters, and in each plot four harvesting treatments (one per subplot) were applied. The treatments were randomly assigned to the subplots and consisted of one control subplot of 0% harvest and 20%, 50% and 80% harvest in the other subplots, for a total of 37 replicates for all treatments. All plots and all subplots were spaced by at least one meter from each other. Plot corners were marked with metallic rods identified with aluminium tags, while subplots were identified by flags marked with the harvesting level treatment of the subplot.

Harvest treatments were applied in all subplots during the months of July and August 2006, i.e., at the peak of the growing season. No harvesting was conducted in the following years of the experiment. All individuals were inventoried according to size classes (seedling, juvenile, and mature), before treatments were applied. The seedling class is based on morphological parameters and size; therefore a seedling could be more than one year old. Classifying individuals by development or size class stage was first introduced by

Lefkovitch (1965). This approach is more appropriate to perennial plants considering that we cannot age the individuals. We thus defined the size class as function of the rosette size. Mature individuals were defined as having a rosette diameter ≥ 10 cm (Ellison and Gotelli 2002, Ellison and Parker 2002), while plants with rosette size < 10 cm with an opened pitcher mouth are considered as juvenile by Ellison and Parker (2002), based on their personal observation that they have never seen a plant smaller than 10 cm in flower. These conclusions concur with our personal observations in the field. Seedlings have very small fragile leaves, less than 6 cm long by 2 to 4 mm in width. They usually possess one to six leaves that resemble mature or juvenile leaves in shape, but leaf extremity or mouth of the pitcher is closed. Finally, because of their small size, seedlings were not harvested, only juveniles and matures were randomly collected.

During the following years of the study (2007-2010), follow ups were conducted on all plots. In July and August of each year, we inventoried all individuals by size class in order to see the evolution of the population and the impact of our treatments. Because of high water levels, six of our sites were inundated in 2008 and, therefore, we could not proceed with the follow up. Consequently, these plots were excluded from our analysis, which left us with 31 plots for the data analysis. Abiotic and biotic data such as conductivity, pH, and moss, herb, shrub and tree covers were collected for all plots to 1) compare our plots to confirm a certain homogeneity and 2) analyse if some of these factors have an impact on *Sarracenia* populations. Conductivity and pH were measured using a *Hanna* multiparameter probe (HI9828). Conductivity was directly compensated for temperature by the probe.

The Cree do not harvest at the high intensities that were tested during this study. Nonetheless, we used high harvesting pressure (20-80%) in order to mimic and analyse the effect of future harvesting pressure due to population growth and possible commercialisation of what could become an important medicinal plant. Furthermore, the sharp population growth within the Cree territory has contributed to community expansion, and anthropogenic factors such as harvesting pressure and loss of habitat may cause *Sarracenia* to become locally threatened.

3.2.5 Population model

In 2009, we implemented new measurements in the 37 plots, to obtain survival probabilities, which were necessary to build a transition matrix for predictive modelling. While doing the annual inventories, we randomly selected one out of three individuals and placed it in its proper size class. Each individual was tagged with aluminium tags, which were attached either directly to the leaves or to small shrubs right above the plant when possible, without creating confusion with other *Sarracenia* plant. Tag number, size class, number of leaves, diameter, height, and flowering status for mature plants were recorded. In 2010, the same measurements were recorded again, as well as when mortality occurred. In order to estimate *Sarracenia* fertility, all flowers present in the plots were counted in 2009 and 2010. Whenever possible, we collected two flowers within each plot, one located close to the control and the other close to the 80% harvest treatment, but outside of the subplot boundaries. We ended up with 17 flowers in 2009 and 15 in 2010. All seeds were counted for both years and the germination rate was estimated for 2009. The germination

rate for 2010 cannot be estimated until seedling establishment is measured in 2011; however, we can predict it will be lower than 2009-2010 due to harsher environmental conditions, including a reduced snow fall during winter 2009-2010, a lower water table, and a long drought and reduced rain fall during summer 2010.

3.2.6 Data analysis

3.2.6.1 Population dynamics

Population dynamics for all treatments were analysed based on changes in densities and recruitments rates, which were assessed during the annual inventories. We performed repeated-measures multivariate analysis of variance (MANOVA) where time, harvesting treatments, and plots were used as main effects. Following the MANOVA analysis, we performed univariate analysis of variance (ANOVA) to test for harvesting treatment effect on change in densities 1, 2 and 3 years after harvesting. We log-transformed the data table using $\text{Log}(Y+1)$ to meet the assumption of normality. For pairwise comparisons of treatment levels, we used Tukey tests. Seed productions were compared between control subplots and highest harvesting treatments using a chi-square goodness of fit test.

Based on the inventories from 2006 to 2010, recruitment rates were computed as an exponential increase in size of the initial population (Hall and Bawa 1993) : $r_i = 100[\ln((n_0 + a_i)/n_0)/t_i]$, where n_0 is the number of *Sarracenia* at first enumeration, a_i is the number of recruits added to the population at the time of the second enumeration and t_i is the length of time between sampling intervals in years. When negative values arose and mortality was

higher than recruitment, the values were brought back to zero. We then compared effects of treatments on recruitment rates using Kruskal-Wallis one-way ANOVA.

3.2.6.2 Demography analysis

Sarracenia individuals have a size-dependent mortality and reproduction, meaning that there is a threshold size for flowering and that mortality decreases when size increases. Reproductive output (number of seeds produced) might also be size-dependent, but was not investigated. Flowering initiation is known to occur only in individuals with a rosette diameter of more than 10cm (Ellison and Parker 2002). Furthermore, it was necessary to add a reproductive (flowering) class to the model since all mature individuals have the potential to produce a flower, but only flowering individuals can reproduce.

3.2.6.3 Projection matrix model

We chose the following size-classified matrix model, developed by Lefkovich (1965) and based on the age-classified models of Lewis (1942) and Leslie (1945). The model is expressed in the following form: $n_{t+1} = \mathbf{A}n_t$, and is based on matrix \mathbf{A} , which is isomorphic to the life-cycle graph (Fig. 4). In the equation, n_t represents a vector of the population size class abundance at time t , the vector has s classes defined by the model (Table III). Matrix \mathbf{A} is a square non-negative matrix of order s , irreducible and primitive. All parameters of the life-cycle graph are found in matrix \mathbf{A} , which represents the population dynamics. We found stasis probabilities (diagonal), probabilities of growth to an upper class (sub-diagonal), retrogression (when an individual shrinks to a lesser size class, upper diagonal) and the reproduction rate (in the upper cells) of individuals. These parameters supply us with class s_i contribution to the population during the time interval from t to $t+1$ (Table III).

Parameters of the model such as eigenvalues and eigenvectors were the basis of the analysis. The right and left eigenvectors, \mathbf{w} and \mathbf{v} respectively, represent the stable distribution that will be attained after multiple iterations and the fixed reproductive value distribution that characterized the stable distribution. The last parameter λ , is the growth rate. The λ is recognised to be the largest eigenvalues of \mathbf{A} . The value of λ will dictate if the population is in an exponential growth ($\lambda > 1$), in a stable equilibrium state ($\lambda = 1$), or is exponentially decreasing ($\lambda < 1$) (Caswell 2001).

Life cycle of *Sarracenia purpurea*

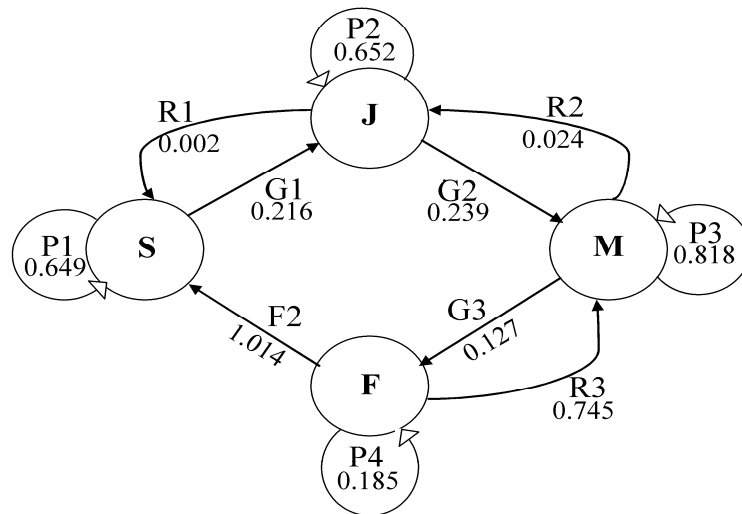


Figure 4. Overview of the life cycle graph of *Sarracenia purpurea* (representing the general matrix of Table V), with size class (S: seedling, J: juvenile, M: mature, F: flowering) in nodes. The major pathways are shown by arrows where P is the probability of stasis (staying in the same stage), G represents growth to an upper class during the time interval, R is the retrogression probability (regressing to a former class) and F is the fecundity. Average transition probabilities are shown.

Table III. Projection matrix elements (a_{ij}) showing possible transition between stages from time t (columns) to time $t+1$ (rows). S = Stasis, P = progression to a further stage, R = retrogression to the previous stage and F = fecundity.

Stage	Stage definition	Sd	J	M	F
Seedling (Sd)	rosette <10cm pitcher mouth closed	S1	R1	-	F1
Juvenile (J)	rosette <10cm pitcher mouth opened	P1	S2	R2	-
Mature (M)	rosette >10cm	-	P2	S3	R3
Flowering (F)	bearing a flower scape	-	-	P3	S4

Since *Sarracenia* is a long-lived, slow-growing perennial, we fixed the time interval at one year (July to July). We constructed the matrix based on the one growing season between 2009 and 2010. The seed class was left out of the model because there is no seed bank accounted for in the existing literature about *Sarracenia* (Ellison and Parker 2002) and seeds that are dispersed in late fall have a non-deep morphophysiological dormancy (they need a dormancy period over one winter in order to germinate) (Ellison 2001). Thus, we can consider that seeds produced at time t will only germinate at time $t+1$. Consequently, seedlings were already established at the time of our inventories. The model was therefore built of four size classes for the main analysis. Based on this model (Table III), five matrices were produced: one for each harvesting treatments (control, 20, 50 and 80% harvesting) and one general matrix of all populations for all treatments.

Elasticity quantifies the contribution of matrix elements to the growth rate (λ) and is obtained with the following equation:

$$e_{ij} = (a_{ij} / \lambda)(\delta\lambda / \delta a_{ij})$$

whereas sensitivity of the growth rate (λ) to changes in the matrix elements is defined as:

$$S_{ij} = \delta\lambda / \delta a_{ij} = \mathbf{v}_i \mathbf{w}_j / \langle \mathbf{v}, \mathbf{w} \rangle$$

Sensitivity and elasticity analyses were produced to identify which elements of the matrices are most important to growth and which changes in the population have the more effect on its demography (Caswell 2001). All parameters and matrix elements of the model were estimated and calculated using the popbio package (Stubben and Milligan 2007) of R (R Development Core Team 2008). Eigenvectors, eigenvalues, sensitivity and elasticity matrices were obtained in the same fashion.

Computer simulations at different levels of harvest, based on the observed population distribution, were produced using the R program to explore various harvesting regimes by varying the number of harvested individuals and the number of years between harvests on a time horizon of 50 years (50 iterations). We simulated harvesting regimes using $n(t+1) = HAn(t)$ where H is a diagonal matrix showing the level of harvest in each class (Caswell 2001). We simulated a sensible way of harvesting, where only mature individuals are harvested because seedling and juvenile individuals are too small and flowering individuals should be left out for reproduction. Cree normally harvest this way. Finally, we also simulated a harvesting procedure applied to all individuals, with no consideration of their state. Mean growth rate was estimated for all levels of harvest and all rotation scenarios, by regressing $\log_{10}(N_{(t)})$ (N being the population size) against time. The mean growth rate corresponds to the slope of the regression line (Nantel et al. 1996).

3.3 Results

3.3.1 Population dynamics and harvesting impact

Pre-harvest densities ($n=6826$) were not significantly different between plots and treatments before treatments were applied (Fig. 5). Harvesting had a significant impact on *Sarracenia* population densities ($p=0.0002$; Table IV, Fig. 5) in the first year following harvest (2007).

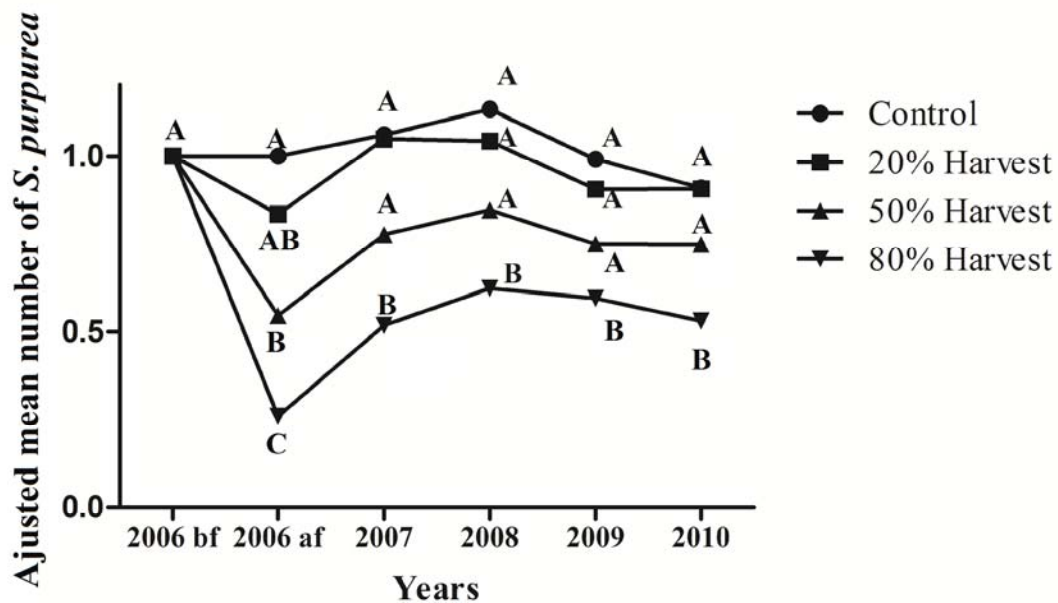


Figure 5. *Sarracenia purpurea* population recovery over time under different harvesting conditions. Mean number of individuals per population were adjusted to one. 2006 bf represents population density before harvesting was performed ($n=6828$), 2006 af represents after harvest ($n=4430$). Letters represent results of Tukey test; levels not connected by the same letter are significantly different.

There was a significant impact of time on treatments ($p<0.0001$; Table IV), which increases with the level of harvest. Also, there was a significant effect of treatments for all years since the harvests were done; this effect decreased over time. In 2006, immediately after treatments, the densities were significantly different from the control ($n=1573$) for 50% and

80% of harvest (n=1041, n=427 respectively). However, this difference was still significant only for the highest level of harvest (80%) one year later (2007). In 2007, at 20% of harvest the population had regained pre-harvest density and the 50% treatment was not significantly different from the control, but had not regained half of its pre-harvest density.

Table IV. Repeated measure multivariate analysis of variance (MANOVA) of proportional changes in *Sarracenia purpurea* density under experimental harvesting treatments.

Effect	DF	F	<i>p</i>
<i>Between-subject effect</i>			
Plot	30	4.3029	< 0.0001*
Treatment	3	7.1394	= 0.0002*
<i>Within-subject effects</i>			
Year	3	85.5489	< 0.0001*
Year x plot	90	2.2625	< 0.0001*
Year x treatment	9	11.4845	< 0.0001*

Pairwise comparisons showed that after four years, 80% harvest was still significantly different from the controls, and 50% never completely recovered (Fig. 5, 6). Populations of all treatments were expanding from 2006 to 2008, except at 20% harvest where the population was stable at pre-harvest density between 2007-2008, while all treatments showed a decrease in density between 2008 and 2010 (Fig. 5). *Sarracenia* recruitment rates were higher for all treatments when compared with the control, but only 50% and 80% were significantly different (Kruskal-Wallis one-way ANOVA, $p < 0.0001$, Dunn's multiple comparison test, $p < 0.05$). Recruitment rates decreased over time with population growth.

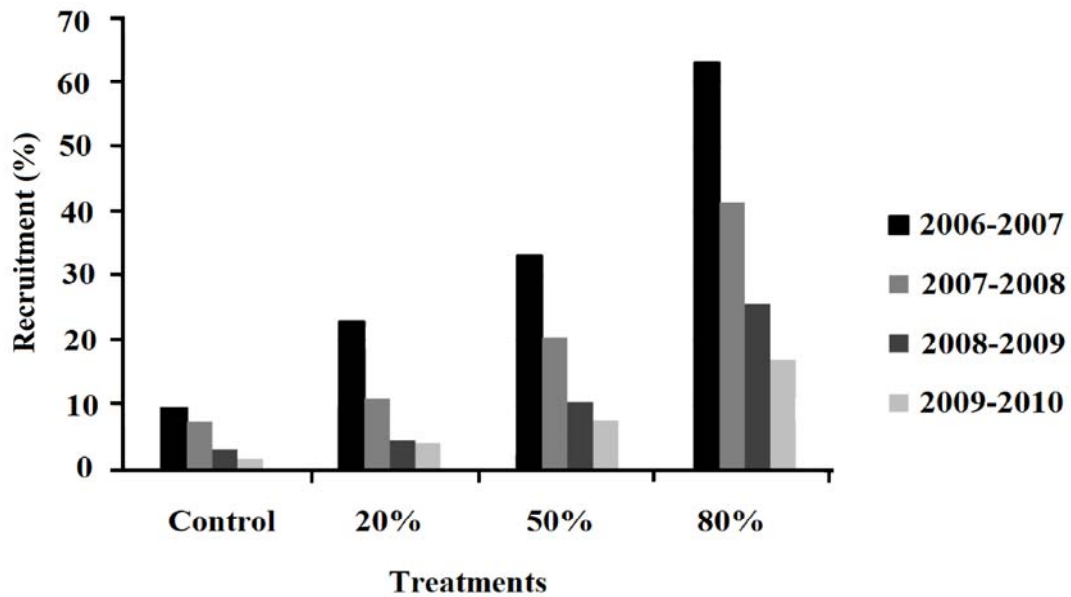


Figure 6. *Sarracenia purpurea* recruitment (%) under four different harvesting treatments. Numbers of recruits were calculated for one year time intervals from 2006 to 2010. Recruitment rates are computed as an exponential increase in size of the initial population.

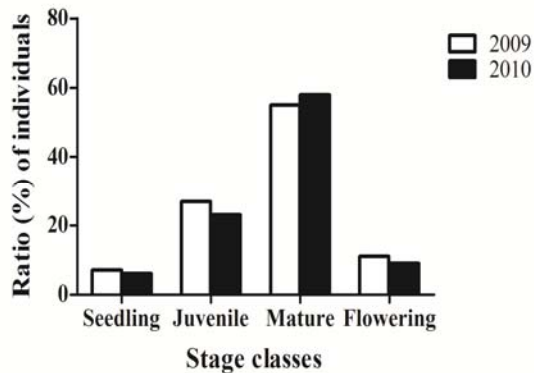


Figure 7. *Sarracenia purpurea* population structure comparison between 2009 and 2010.

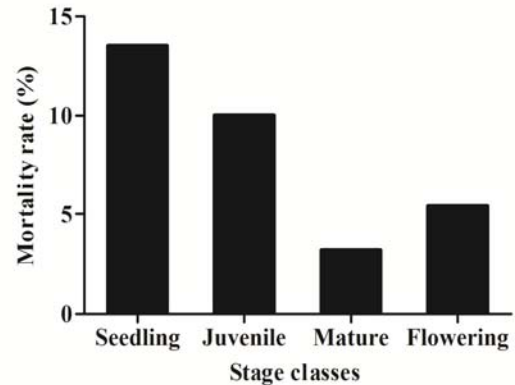


Figure 8. *Sarracenia purpurea* mortality rate for each population size class. Estimation of mortality were performed using data from 2009-2010.

3.3.2 Population structure, growth rate and stable stage distribution

Mean populations size structures (Fig. 7) were similar within the same year (data not shown) and between years, and were representative of the stable stage distribution. There was a marked dominance of the mature individuals, with a low proportion of reproductive individuals. Mortality was highest for the seedling category and very low for the mature category (Table V, Fig. 8). The growth rates, expressed by the greatest eigenvalues of the matrices (λ), were all close to 1 (Table V). If all other parameters were kept constant and no further harvesting were to take place, these growth rates predicts that the population would stay at the equilibrium stage.

3.3.3 Reproduction

Flower scape production by mature individuals was low for both years of the study, 16.5% and 12.9% respectively. Ratios of scape production by individuals were similar between treatments varying only from 12.1% to 13.8%. When comparing fecundity (upper row of matrices, Table V), the lowest value is found for the control treatment, and thus the lowest seedling recruitment was found for the control. The method used for germination estimation did not allow comparison between treatments. Mean seed production was 435 seeds, and germination was very low (0.14%). These results are in contrast to Ellison and Parker (2002), but, unlike our measurements, they did not include potential seed mortality in the field. In the fruits we examine, we noted that numerous seeds were eaten by larvae. Differences in seed production between treatments (control and 80% harvest) were not significant ($\chi^2 = 0,8750, p = 0,3496$).

Table V. General and individual harvesting treatment projection matrices and population growth rates (λ) of *Sarracenia purpurea* in northern Québec for the time period of 2009-2010; Size classes are based on both rosette size and pitcher morphology. The values under the flowering class in the first row represent fertility. All other values represent transition probabilities (stasis, progression or retrogression) as shown in Table III. Highest values are in bold.

Class	Seedling	Juvenile	Mature	Flowering	Growth rate (λ)
General					
Seedling	0.6486	0.0018	0	1.0139	1.0133
Juvenile	0.2162	0.6515	0.0244	0.0185	
Mature	0	0.2391	0.8177	0.7454	
Flowering	0	0.0055	0.1267	0.1852	
subtotal	0.8649	0.8978	0.9688	1.9630	
mortality	0.1351	0.1004	0.0318	0.0542	
total	1	0.9982	1.0006	2.0172	
Control					
Seedling	0.6667	0	0	0.7188	1.0165
Juvenile	0.3056	0.6458	0.0135	0	
Mature	0	0.2431	0.8316	0.7500	
Flowering	0	0	0.1279	0.1719	
subtotal	0.9722	0.8889	0.9731	1.6406	
mortality	0.0278	0.1111	0.0269	0.0781	
total	1	1	1	1.7188	
20%					
Seedling	0.7500	0	0	1.4915	0.9896
Juvenile	0.0714	0.7073	0.0361	0	
Mature	0	0.2114	0.8066	0.7288	
Flowering	0	0	0.1180	0.1864	
subtotal	0.8214	0.9187	0.9607	2.4068	
mortality	0.1786	0.0813	0.0393	0.0847	
total	1	1	1	2.4915	
50%					
Seedling	0.6154	0.0074	0	0.9355	1.0208
Juvenile	0.2308	0.6176	0.0162	0.0161	
Mature	0	0.2500	0.8543	0.7581	
Flowering	0	0	0.1134	0.2097	
subtotal	0.8462	0.8824	0.9838	1.9194	
mortality	0.1538	0.1128	0.0163	0.0167	
total	1	0.9951	1.0001	1.9360	
80%					
Seedling	0.6000	0	0	1.3500	1.0189
Juvenile	0.2222	0.6667	0.0382	0	
Mature	0	0.2391	0.7580	0.8500	
Flowering	0	0	0.1529	0.1500	
subtotal	0.8222	0.9058	0.9490	2.3500	
mortality	0.1778	0.0942	0.0510	0	
total	1	1	1	2.3500	

3.3.4 Sensitivity and Elasticity analysis

Sensitivity matrices (Table VI) show that changes affecting the number of mature individuals that remain at the vegetative state or switch to the flowering class would have the most impact on the population viability. Overall sensitivities to changes in growth probabilities (sub-diagonal) were higher than changes in stasis probabilities (diagonal). Lowest sensitivities were for changes affecting fecundity.

Elasticity matrices show contribution to the growth rate. Elasticity values were much higher for mature individuals staying in the mature class than for any other transition probabilities. This suggests that population growth rate and stability are strongly dependent on the survival of mature individuals.

Table VI. 2009 to 2010 general and individual harvesting treatment sensitivity analysis matrices of *Sarracenia purpurea* in northern Québec. Highest sensitivity values are in bold.

Class	Seedling	Juvenile	Mature	Flowering
General				
Seedling	0.1082	0.0835	0	0.0388
Juvenile	0.1825	0.1408	0.4214	0.0654
Mature	0	0.2058	0.6160	0.0956
Flowering	0	0.2906	0.8697	0.1350
Control				
Seedling	0.1129	0	0	0.0550
Juvenile	0.1293	0.1217	0.4154	0
Mature	0	0.1856	0.6334	0.0960
Flowering	0	0	0.8712	0.1320
20%				
Seedling	0.1225	0	0	0.0197
Juvenile	0.4108	0.1613	0.4491	0
Mature	0	0.2154	0.5997	0.0881
Flowering	0	0	0.7928	0.1165
50%				
Seedling	0.0836	0.0594	0	0.0358
Juvenile	0.1469	0.1044	0.4429	0.0629
Mature	0	0.1602	0.6793	0.0964
Flowering	0	0.2203	0.9345	0.1326
80%				
Seedling	0.1140	0	0	0.0354
Juvenile	0.2149	0.1766	0.3790	0
Mature	0	0.2602	0.5584	0.0982
Flowering	0	0	0.8585	0.1510

3.3.5 Harvesting simulation

When only non-reproductive mature individuals are collected, the simulation showed that harvesting every year at levels as low as 5% would deplete the population and caused extinction within less than 100 years. The same would occur for harvesting only 10% every second year (Fig. 9). The simulation demonstrated that harvesting every two years at 5%, at 10% every five years or at 20% every 10 years are sustainable (Fig. 9, 10).

When harvesting is applied to all individuals without consideration to size or reproductive status, harvesting has to be limited to 5% every 3 years, 10% every 8 years or 20% every 15 years in order to remain sustainable. All harvesting levels higher than 20% would be unsustainable. At 50% harvesting, simulation indicated that one harvest every 20 years applied only to mature individuals would still deplete the population and cause extinction within 200 years. The maximum sustainable harvest for a population was that for which λ falls below 1.0. The mean growth rate obtained by regression (Fig. 10) clearly displayed that *Sarracenia* has a normal growth rate very close to 1.0 and that any harvest above 20%, even with long rotation periods, would rapidly bring the growth rate below 1.0.

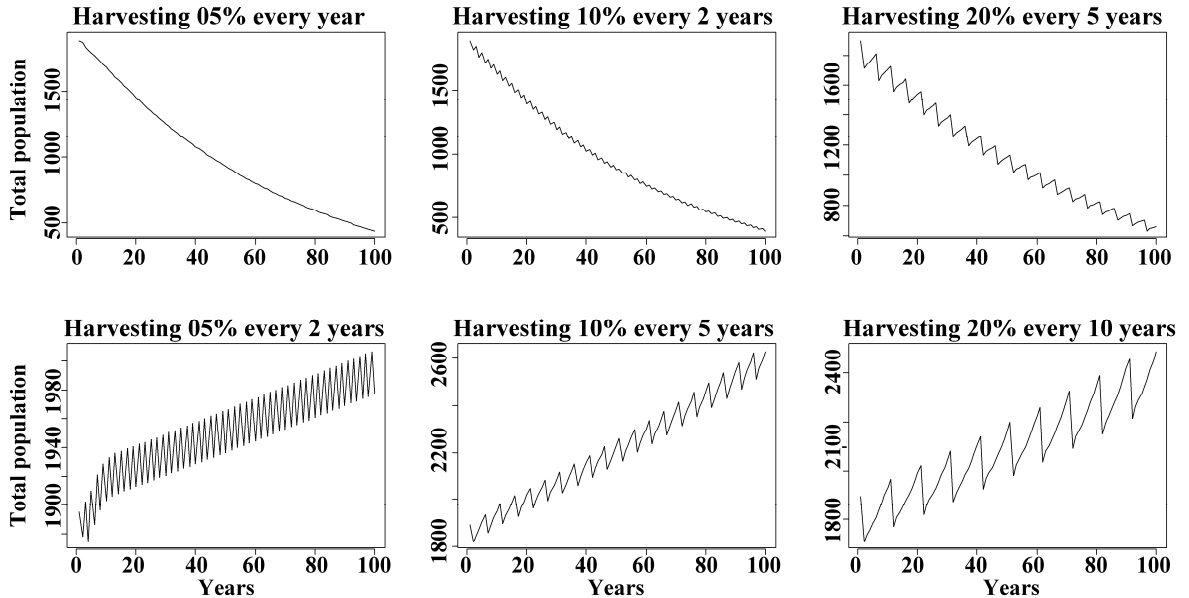


Figure 9. Simulated population changes in respect to observed initial population under different harvesting treatments (5, 10, 20% harvesting are represented here) and varying rotation between harvests (every 1, 2, 5, and 10 years). Projection made for 100 years.

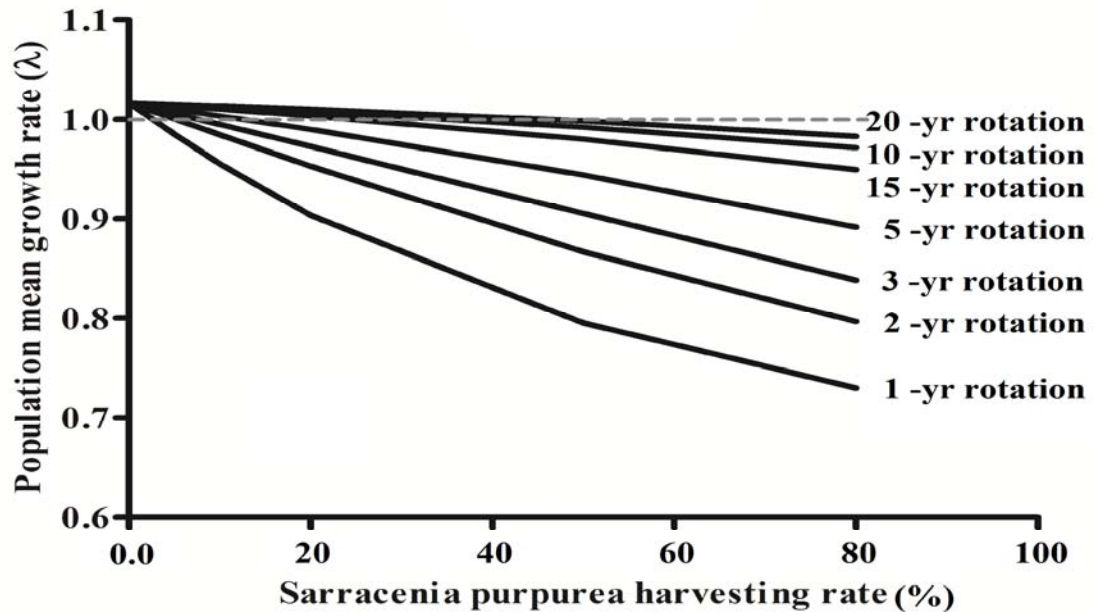


Figure 10. Mean *Sarracenia purpurea* population growth rate (λ) declines in function of the harvesting rate for different rotation periods. Mean growth rate (λ) was computed from 50-year deterministic projections using the control matrix (Table V). Population equilibrium is represented by the dotted line.

3.4 Discussion

3.4.1 Demography

There was a strong link between size dependence, survival and fecundity, which is expected in long-lived perennials (Nordbakken et al. 2004, Andrieu et al. 2007, Jacquemyn et al. 2010). Mature individuals represent a high proportion (41-58%) of the population, as expected in the stable stage distribution. Mature individuals are frequently the dominant stage in long-lived perennial herb species (Kiviniemi 2002, Pico et al. 2002, García 2008). Seedling recruitment was very low in all treatments but reached higher levels with increasing harvesting pressure. Since we observed the same recruitment patterns in all treatments (even the controls), this increase could be due to disturbance caused by the study

itself. When harvesting pressure increased, recruitment levels increased proportionally with the disturbance, and the highest harvesting pressure produced more niches for seedling establishment. Some of the new seedlings, which were found growing in holes left by previous harvests, were observed in the field (*pers. obs.*). Thus, harvest has a direct impact on reproduction and seedling establishment. Seedling establishment in the control group was the lowest of all treatments. Consequently, mortality was highest in seedling and juvenile individuals, except in the control, where seedling mortality reached its lowest, likely a consequence of higher seedling establishment. The harsh environment of bogs with a fluctuating water table and low nutrients could explain the high mortality rate of seedlings and juveniles, where only individuals that attain a critical size would have high probability of survival. Indeed, once an individual reaches maturity, it has a long life expectancy (>50 years) (Ellison and Gotelli 2002).

3.4.2 Harvesting impact

From the field experiment, it is clear that harvesting at high level (50%, 80%) even only once is detrimental to population viability (Fig. 5). However, levels of harvest as high as 20% do not seem to have a negative impact on the population (Fig. 5) and are sustainable when harvested at this level at least every 10 years (Fig. 9). In 2007, only one year after harvest, the 20% treatments had regained pre-harvesting densities. It is clear that harvesting levels greater than 20% are detrimental to the *Sarracenia* population. At 50% of harvest, even if not significantly different from the control, the population had not regained pre-harvesting densities after four years. Lower rates of harvest needed to be investigated and

were modeled using matrix projection. Matrix models are used to characterise present population and predict how changes could affect the species if the present conditions were to be maintained or modified (Caswell 2001). In their present condition, *Sarracenia* populations from our sites, with λ ranging from 0.9896 to 1.0208 (Table V) should maintain approximately the same densities. However, the creation of new ecological niche through harvesting seems to stimulate the establishment of new individuals (Mead 1966, Harmon and Stamp 1992) from higher seedling recruitments.

All models have limitations; some comes from the model itself, others from the data available. Our estimation of *Sarracenia* transition probabilities within stage classes was based on only one year. Further replication using multiple years would be recommended and would yield more reliable data on harvesting impact and *Sarracenia* demography. Because we used only one year, our model is deterministic and cannot provide a completely accurate estimation of the growth rate. Our model, based on one year and yielding only two transition matrices is insufficient in order to investigate variation due to environmental and/or anthropogenic factors. A stochastic simulation, using different matrices from several years to incorporate environmental variation, would be needed (Bierzychudek 1982, Huenneke and Marks 1987). The uncertainties in estimating transition probabilities and fecundity based on only one year could induce bias when assessing time leading to extinction (Taylor 1995). Furthermore, seed production and germination rate were estimated through a small number of individuals outside the experimental plots. A proper estimation should be done on all reproductive individuals included in the population census. Nevertheless, despite these limitations, our analyses provide important information on *Sarracenia* demographic processes, on its population dynamics and on the level of

harvesting that may affect those processes. Deterministic simulation for 100 years while varying the levels of harvest and the number of years between harvests were produced. The maximum sustainable harvesting rate is when the mean λ falls below 1.0. Extinction probabilities were high at any level of harvest when the latter was conducted every year. When harvesting does not occur every year, 5% could be harvested every 2 years, 10% when harvesting is done every 5 years and up to 20% every 10 years.

3.4.3 Sensitivity and Elasticity

Sarracenia populations seem to be more sensitive to a decline in mature and flowering classes, thus harvesting these classes are more likely to strongly affect the population. Additionally, since flowering plants represent a very small proportion of all mature plants, flowering individuals should not be harvested. Plants are harvested for medicinal purposes, so it is also interesting to note that depending on the plant's ontogenic stage, secondary metabolite production could be higher or lower (Bruni and Sacchetti 2009, Li and Hu 2009). In many cases secondary metabolite production will drop to its lowest level during reproduction (Li and Hu 2009).

Elasticity analysis shows that stasis of mature size class contributes more to growth rate, followed by change in growth forms from mature individuals to flowering individuals. Fecundity and seedling establishment contribute little to the global growth rate (Ratsirarson et al. 1996, Bernal 1998, Zuidema and Boot 2002, Garcia et al. 2008). Seedling or juvenile growth to upper size class also contributes very little to population growth. Overall,

population survival seems to depend almost solely on the survival of its mature individuals. Caution is required in the interpretation of such results since it has been demonstrated that the number of stages used in the matrix influences their relative contribution to the growth rate, with increasing importance of each stage when reduced in number (Enright et al. 1995). However, when-overharvesting is performed on mature individuals, fecundity and seedling establishment are higher, and seedling and juvenile growth become more important. It is therefore safe to say that harvesting mature individuals has both a negative and a positive impact on *Sarracenia* population dynamics.

3.4.4 Conservation

The conservation of perennial herbs around the world is highly important for several reasons: 1) on a strictly environmental and biodiversity basis, the loss of these species would be irreplaceable; 2) their harvest represents a major source of income for hundreds of millions of people worldwide (Ticktin 2005); 3) it meets the ethnobotanical needs of aboriginal populations (Siebert 2004); 4) they may be used either as plant-based remedy or as potential new drugs to be synthesised by pharmacological industries (Cunningham 1993). This last point raises issues about intellectual property rights of traditional knowledge, which have been assessed in part by the Kari-Oca Declaration and adopted by the Kari-Oca Conference of Indigenous Peoples at UNCED in 1992 (FAO 1995). These rights have also been addressed, to a lesser degree, in the Convention on Biological Diversity (U.N 1992). Concerns about sustainability are now of great importance to ensure that not only these medicinal plants survive in the future, but also that adequate quantities

will be available to future generation as stated in the Chiang Mai (1988) Declaration : *Save the plants that save lives* (FAO 1995). This same declaration also stated that “medicinal plants are essential in primary health care” (WHO, IUCN and WWF 1993). More recently, the WHO has stressed that the use of traditional medicines should be pushed forward through research and innovation and promotion of traditional knowledge (WHO 2008).

Our work reveals that *Sarracenia* could be highly endangered by over-harvesting. Management policies should aim at low harvesting strategies (5 or 10%) using a rotational basis (2 to 5 years). Since our work has not taken into account annual environmental variation, it is also important to consider that the rates of harvest found to be sustainable within the scope of our project might be lower, and that rotation might need to be longer when these variations are accounted for. From our observations in the field, *Sarracenia* is also a clonal species, and vegetative reproduction can reach high rates in the presence of perturbation similar to herbivory. But aside from leaf harvesting by man, *Sarracenia* is not known to be grazed by any specific herbivores, if we exclude some minor insects’ damage to its leaves. Nonetheless, we have observed cases where all pitchers have been torn away, leaving roots untouched (possibly by the passage of a moose). These events could create vegetative offspring, but are rare. Therefore, we decided to leave vegetative propagation out of the main matrix. Nonetheless, there is a strong possibility that leaf harvest could have lower impact on the population (study in progress) through vegetative propagation of harvested individuals. Harvesting modes should also be taken into consideration for management strategies rooted in the realm of sustainable development.

Future commercialisation of *Sarracenia*-based remedies by the Cree may be a way to generate income for local population, while setting a basis for the conservation of the species and its very sensitive habitat. Indeed, peatlands such as bogs and fens are very sensitive to exploitation for peat moss and to urban development, and are endangered in southern Québec. Planned conservation efforts of commercially important species growing in such endangered habitats, while generating economic incentive for local population, is a strategy gaining wide acceptance (Panayotou and Ashton 1992, Plotkin and Famolare 1992).

Chapitre 4

Conclusion

4.1 Conclusions générales

Ce projet réalisé avec l'Équipe de recherche sur les médecines autochtones antidiabétiques des IRSC permet de poser les premiers jalons pour une exploitation soutenable de deux plantes médicinales ayant un grand potentiel pour le traitement du diabète de type II. Cette recherche a permis d'évaluer l'impact de la récolte sur deux plantes médicinales, soit une herbacée *Sarracenia purpurea* et un arbuste *Rhododendron groenlandicum*. Alors qu'une seule récolte a été faite sur *Sarracenia*, *Rhododendron* a été récolté deux années consécutives. Une forte mortalité a été observée chez *Rhododendron* lors de la deuxième année de suivi, alors que *Sarracenia* semble être assez résiliente. Les résultats obtenus indépendamment sur chaque espèce nous permettent de définir des seuils de récoltes soutenables pour l'une comme pour l'autre. Dans les deux cas, les résultats obtenus démontrent la sensibilité de ces espèces lorsqu'elles sont soumises à des récoltes intensives. Leurs survies pourraient être menacées localement par une exploitation en vue de la production de médicaments ou autres produits naturels. En contrepartie, une exploitation bien gérée des populations à l'état naturel pourrait contribuer à leur conservation, ainsi qu'à la conservation des milieux naturels où elles se trouvent (Panayotou and Ashton 1992, Plotkin and Famolare 1992).

4.2 Rhododendron groenlandicum

Tel que prévu, une réduction de la croissance fut observée sur les individus défoliés. Les individus ayant subi une défoliation complète ont montré cette réduction l'année suivant la première récolte, alors que les autres — où seules les vieilles feuilles (défoliation partielle) avaient été récoltées — ont démontré une baisse de croissance seulement après une seconde récolte. De plus, les individus complètement défoliés n'ont pas été en mesure de soutenir une récolte successive et une mortalité importante (70 %) fut observée. Quant aux plants partiellement défoliés, leur taux de mortalité demeure faible avec seulement un individu sur 30 décédé, ce qui ne diffère pas des individus témoins. Ces résultats suggèrent que le Thé du Labrador pourrait être hautement menacé localement par l'exploitation industrielle dans le but de faire des huiles essentielles ou tout autre produit de santé naturel, comme des lotions pour la peau. Étant donné que ce sont les jeunes feuilles qui sont généralement visées par ceux qui produisent de l'huile essentielle, et qu'il en faut de très grandes quantités, la pression pourrait s'avérer fort néfaste pour les populations visées par la récolte, et ce, dans un temps très court. Pour conserver les populations de Thé du Labrador, il est essentiel de tenir compte des résultats de cette étude et de récolter uniquement les vieilles feuilles, et ce, en incluant une rotation d'au moins deux ans entre des récoltes successives sur les mêmes individus. Il n'est pas exclu d'envisager la récolte commerciale de cette espèce. Considérant les vastes étendues de territoire où se trouve le Thé du Labrador, une récolte commerciale durable est possible en respectant les lignes directrices présentées ici, tout en maintenant un suivi des populations afin de vérifier l'impact sur plusieurs années. Limité par notre échantillonnage, nous n'avons pu tirer de conclusion sur l'impact possible de la récolte sur la reproduction de l'espèce. Les études

futures devraient se consacrer avec plus de précision sur cet important aspect de la démographie d'une espèce.

4.3 *Sarracenia purpurea*

Les résultats indiquent que les perturbations causées par la récolte sont bénéfiques aux populations de *Sarracenia*, car elles créent de nouvelles niches écologiques pour l'établissement de nouveaux semis. La récolte génère donc une hausse du recrutement immédiatement après la récolte (Fig. 6). Ceci s'avère bénéfique pour la survie de l'espèce suite à une pression de récolte, tant qu'il reste suffisamment d'individus capables de se reproduire. D'ailleurs, les résultats préliminaires démontrent qu'une récolte trop élevée ou répétée sur une base régulière peut-être extrêmement néfaste pour cette espèce puisque son taux de croissance (λ) demeure toujours très près du seuil d'équilibre de la population, soit $\lambda \approx 1.0$. Néanmoins, le modèle déterministe utilisé indique que *Sarracenia* peut être récoltée de façon soutenable à raison de 5 % tous les deux ans, 10 % tous les cinq ans ou 20 % tous les 10 ans. Il demeure tout de même important de prendre en compte les limites du modèle. Étant donné le manque de données, il n'était pas possible de faire un modèle stochastique intégrant la variabilité environnementale. Cette variabilité peut avoir un impact majeur sur la variance des taux de croissance (Taylor 1995) et conséquemment pourrait, une fois intégrée au modèle, faire varier les seuils de récolte qui ont été estimés dans cette étude.

4.4 Perspectives

Depuis quelques années, un débat a cours au sujet de la conservation des plantes médicinales de par le monde : à savoir le meilleur mode de conservation est-il la gestion de la récolte en milieu naturel ou la mise en culture (Schippmann et al. 2006)? La majorité de la production de plantes médicinales provient de populations naturelles et beaucoup d'entre elles sont surexploitées ou menacées de l'être par la demande grandissante de l'industrie pour ces plantes (Kuipers 1997, Lange 1998). Une solution possible pour subvenir à cette grande demande serait la mise en culture (Uniyal et al. 2000). Effectivement, c'est actuellement près de 15 000 plantes médicinales ($\approx 21\%$) qui sont menacées par la récolte, alors que moins de 1 % sont en culture (Schippmann et al. 2006). Cette faible proportion s'explique entre autres par la croyance populaire que les plantes cultivées seraient de moins bonne qualité et ne présenteraient pas les mêmes propriétés médicinales que des plantes sauvages (Cunningham 1994, Robbins 1998).

Il importe donc de définir quels sont les bénéfices, ainsi que les désavantages des deux systèmes (Schippmann et al. 2002). Tout d'abord, ce ne sont pas toutes les plantes médicinales qui se prêtent bien à la culture, certaines sont plus aisées que d'autres à cultiver et la décision de faire ou non la culture d'une plante dépendra toujours de son rendement économique. Par exemple, le Thé du Labrador se trouve assez facilement dans plusieurs pépinières spécialisées en plantes indigènes, alors qu'il est très difficile de trouver de la Sarracénie. Cette difficulté provient probablement de son adaptation à un environnement particulier et du faible succès de sa culture. Il est d'ailleurs reconnu qu'il est plus difficile de faire la culture d'espèces ayant un faible taux de croissance, un faible taux de

germination, ainsi que des exigences strictes en matière de sol (Schippmann et al. 2006). Il n'en reste pas moins que la mise en culture permet de réduire la pression sur les populations sauvages et offre une production régulière pour fournir l'industrie. Elle permet de plus une identification certaine des espèces et garantit la pureté du produit.

Par contre, des cultures intensives de plantes médicinales pourraient engendrer une dégradation de l'environnement au même titre que l'agriculture, en plus de prendre un espace nécessaire aux cultures maraîchères, alors même que l'on doit envisager d'augmenter la production de ces dernières. De plus, la mise en culture de plantes médicinales générera aussi une perte de diversité génétique causée par la sélection des plants. Reste que l'aspect le plus dramatique d'une telle mise culture est la perte d'incitatif économique pour la conservation des milieux naturels où les plantes médicinales se retrouvent. Il est effectivement reconnu que la conservation de certains milieux naturels est facilitée lorsqu'ils offrent un incitatif économique aux populations locales (Panayotou and Ashton 1992, Plotkin and Famolare 1992). Si toutefois toute la production est détournée vers la culture, en plus de retirer leur seul revenu à certaines populations locales, quelles raisons leur restera-t-il pour préserver ces milieux naturels?

Dans ce contexte, cette étude revêt une grande importance non seulement pour la conservation des espèces concernées, mais aussi pour les habitats où elles se trouvent. En effet, l'exploitation de *Sarracenia purpurea* et *Rhododendron groenlandicum* par les Cris, dans le but de commercialiser des médicaments ou produits de santé naturels, pourrait faire partie d'une stratégie de conservation qui mettrait ces territoires à l'abri de l'étalement urbain ou d'autres usages destructeurs. Dans cette optique, les résultats de cette étude

permettent d'envisager une récolte soutenable de ces deux plantes ayant un fort potentiel, tant médical (Leduc et al. 2006, Spoor et al. 2006, Fraser et al. 2007) que comme produit de santé naturel, thé ou même épices (Girard 2008), et ce, tout en procédant à la protection et la conservation des milieux naturels fragiles que sont les tourbières et la forêt boréale.

Bibliographie

- Anderson, M. K. and D. L. Rowney. 1999. The edible plant *Dichelostemma capitatum*: Its vegetative reproduction response to different indigenous harvesting regimes in California. *Restoration Ecology* 7:231-240.
- Andrieu, E., M. Debussche, M. Galloni, and J. D. Thompson. 2007. The interplay of pollination, costs of reproduction and plant size in maternal fertility limitation in perennial *Paeonia officinalis*. *Oecologia* 152:515-524.
- Belleau, F. and G. Collin. 1993. Composition of the Essential Oil of *Ledum groenlandicum*. *Phytochemistry* 33:117-121.
- Bernal, R. 1998. Demography of the vegetable ivory palm *Phytelephas seemannii* in Colombia, and the impact of seed harvesting. *Journal of Applied Ecology* 35:64-74.
- Bierzychudek, P. 1982. The demography of Jack-in-the-Pulpit, a forest perennial that changes sex. *Ecological Monographs* 52:336-351.
- Boedeker, G. C., editor. 1998. Medicinal plants for forest conservation and health care, In : Non Wood Forest Product #11. Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- Boege, K. 2005. Influence of plant ontogeny on compensation to leaf damage. *American Journal of Botany* 92:1632-1640.
- Brassard, P., E. Robinson, and C. Lavallée. 1993. Prevalence of diabetes mellitus among the James Bay Cree of northern Quebec. *Canadian Medical Association Journal* Aug 1;149(3):303-307.
- Brown, R. H., R. B. Cooper, and R. E. Blaser. 1966. Effects of leaf age on efficiency. *Crop Science* 6:206-209.
- Bruni, R. and G. Sacchetti. 2009. Factors affecting polyphenol biosynthesis in wild and field grown St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L. Hypericaceae/Guttiferae). *Molecules* 14:682-725.
- Canto, A., V. Parra-Tabla, and J. G. Garcia-Franco. 2004. Variations in leaf production and floral display of *Anthurium schlechtendalii* (Araceae) in response to herbivory and environment. *Functional Ecology* 18:692-699.
- Caswell, H. 2001. *Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation*. 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

- Caviness, C. E. and J. D. Thomas. 1980. Yield reduction from defoliation of irrigated and non-irrigated soybeans¹. *Agronomy Journal* 72:977-980.
- Charron, D. and D. Gagnon. 1991. The demography of northern populations of *Panax Quinquefolium* (American Ginseng). *Journal of Ecology* 79:431-445.
- Côté, S. D., T. P. Rooney, J.-P. Tremblay, C. Dussault, and D. M. Waller. 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35:113-147.
- Cunningham, A. B. 1993. African medicinal plants. Setting priorities at the interface between conservation and primary healthcare., UNESCO, Paris, France.
- Cunningham, A. B. 1994. Management of medicinal plant resources : an Africa-wide overview. In: Seyani, J.H. and Chikuni, A.C. eds. Proceedings of the 13th Plenary Meeting of AETFAT, Zomba, Malawi, 2-11 April, 1991, Vol. 1. Montfort, Limbe, 173-189.
- Dominguez, C. A. and R. Dirzo. 1994. Effects of defoliation on *Erythroxylum havanese*, a tropical proleptic species. *Ecology* 75:1896-1902.
- Dufour, D., A. Pichette, V. Mshvildadze, M. E. Bradette-Hebert, S. Lavoie, A. Longtin, C. Laprise, and J. Legault. 2007. Antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of methanolic extracts from *Ledum groenlandicum* Retzius. *Journal of Ethnopharmacology* 111:22-28.
- Edenius, L., K. Danell, and R. Bergström. 1993. Impact of herbivory and competition on compensatory growth in woody plants: Winter browsing by moose on scots pine. *Oikos* 66:286-292.
- eFloras. 2008. Published on the Internet <http://www.efloras.org> [accessed 20 December 2010]*¹ Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA.
- Ellison, A. M. 2001. Interspecific and intraspecific variation in seed size and germination requirements of *Sarracenia* (Sarraceniaceae). *American Journal of Botany* 88:429-437.
- Ellison, A. M. and N. J. Gotelli. 2002. Nitrogen availability alters the expression of carnivory in the northern pitcher plant, *Sarracenia purpurea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99:4409-4412.
- Ellison, A. M. and J. N. Parker. 2002. Seed dispersal and seedling establishment of *Sarracenia purpurea* (Sarraceniaceae). *American Journal of Botany* 89:1024-1026.
- Ellison, L. 1960. Influence of grazing on plant succession of Rangelands. *The Botanical Review* 26:1-78.

- Enright, N. J., M. Franco, and J. Silvertown. 1995. Comparing plant life-histories using elasticity analysis - The importance of life-span and the number of life-cycle stages. *Oecologia* 104:79-84.
- Environment Canada. 2010a. Climate Trends and Variations Bulletins, <http://www.ec.gc.ca/adsc-cmda/default.asp?lang=En&n=4A21B114-1>, consulted on December 6, 2010. Government of Canada.
- Environment Canada. 2010b. National Climate Data and Information Archive. http://climate.weatheroffice.gc.ca/climate_normals/results_e.html?Province=QUE%20&StationName=&SearchType=&LocateBy=Province&Proximity=25&ProximityFrom=City&StationNumber=&IDType=MSC&CityName=&ParkName=&LatitudeDegrees=&LatitudeMinutes=&LongitudeDegrees=&LongitudeMinutes=&NormalsClass=A&SelNormals=&StnId=5893&&, consulted on December 17, 2010. Government of Canada.
- FAO. 1995. Seters, van A.P. "Forest based medicines in traditional and cosmopolitan health care", in: "Medicinal Plants for Forest Conservation and Health Care", by Boedeker, G.C. <http://www.fao.org/docrep/w7261e/W7261e00.htm>, consulted on June 17, 2009.
- Fraser, M.-H., A. Cuerrier, P. S. Haddad, T. A. John, L. O. Patrick, and T. Johns. 2007. Medicinal plants of Cree communities (Québec, Canada): antioxidant activity of plants used to treat type 2 diabetes symptoms. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 85:1200-1214.
- García, M. B. 2008. Life history and population size variability in a relict plant. Different routes towards long-term persistence. *Diversity and Distributions* 14:106-113.
- Garcia, M. B., F. X. Pico, and J. Ehrlen. 2008. Life span correlates with population dynamics in perennial herbaceous plants. *American Journal of Botany* 95:258-262.
- Garrison, G. A. 1953. Effects of clipping on some range shrubs. *Journal of Range Management* 6:309-317.
- Ghimire, S., D. McKey, and Y. Aumeeruddy-Thomas. 2004. Heterogeneity in ethnoecological knowledge and management of medicinal plants in the himalayas of nepal: implications for conservation. *Ecology and Society* 9:6-25.
- Ghimire, S. K., O. Gimenez, R. Pradel, D. Mckey, and Y. Aumeeruddy-Thomas. 2008. Demographic variation and population viability in a threatened Himalayan medicinal and aromatic herb *Nardostachys grandiflora*: matrix modelling of harvesting effects in two contrasting habitats. *Journal of Applied Ecology* 45:41-51.
- Ghimire, S. K., D. McKey, and Y. Aumeeruddy-Thomas. 2005. Conservation of Himalayan medicinal plants: Harvesting patterns and ecology of two threatened

- species, *Nardostachys grandiflora* DC. and *Neopicrorhiza scrophulariiflora* (Pennell) Hong. *Biological Conservation* 124:463-475.
- Ghimire, S. K., D. Mckey, and Y. Aumeeruddy-Thomas. 2006. Himalayan medicinal plant diversity in an ecologically complex high altitude anthropogenic landscape, Dolpo, Nepal. *Environmental Conservation* 33:128-140.
- Girard, F., editor. 2008. *Secrets de Plantes : Saveurs, élixirs et fragrances de la flore boréale*. Édition JCL, Chicoutimi, Québec.
- Gittelsohn, J., T. M. S. Wolever, S. B. Harris, R. Harris-Giraldo, A. J. G. Hanley, and B. Zinman. 1998. Specific patterns of food consumption and preparation are associated with diabetes and obesity in a native canadian community. *Journal of Nutrition* 128:541-547.
- Gucker, C. L. 2006. *Ledum groenlandicum*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laborat(Producer). Available: <http://www.fs.fed.us/database/feis/> [2010, December 19].
- Hall, P. and K. Bawa. 1993. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant-populations. *Economic Botany* 47:234-247.
- Harmon, G. D. and N. E. Stamp. 1992. Effects of postdispersal seed predation on spatial inequality and size variability in an annual plant, *Erodium cicutarium* (Geraniaceae). *American Journal of Botany* 79:300-305.
- Health Canada. 2003. *Diabetes in Canada*. Center for Chronic Disease Prevention and Control. Public Health Agency of Canada.
- Hegland, S. J., K. Rydgren, and T. Seldal. 2005. The response of *Vaccinium myrtillus* to variations in grazing intensity in a Scandinavian pine forest on the island of Svanoy. *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique* 83:1638-1644.
- Huenneke, L. F. and P. L. Marks. 1987. Stem dynamics of the shrub *Alnus Incana* ssp. *rugosa*: Transition matrix models. *Ecology* 68:1234-1242.
- Jacquemyn, H., R. Brys, and E. Jongejans. 2010. Size-dependent flowering and costs of reproduction affect population dynamics in a tuberous perennial woodland orchid. *Journal of Ecology* 98:1204-1215.
- Jameson, D. 1963. Responses of individual plants to harvesting. *The Botanical Review* 29:532-594.
- Karberg, J. M. and M. R. Gale. 2006. Genetic diversity and distribution of *Sarracenia purpurea* (Sarraceniaceae) in the western Lake Superior basin. *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique* 84:235-242.

- Karlin, E. F. and L. C. Bliss. 1983. Germination ecology of *Ledum groenlandicum* and *Ledum palustre* ssp. *decumbens*. Arctic and Alpine Research 15:397-404.
- Kiviniemi, K. 2002. Population dynamics of *Agrimonia eupatoria* and *Geum rivale*, Two perennial grassland species. Plant Ecology 159:153-169.
- Kuipers, S. E. 1997. Trade in medicinal plants. In: Bodeker, G. and Vantomme, P. eds. Medicinal Plants for Forest Conservation and Health Care. FAO, Rome, 45-59. Non-Wood Forest Products nr. 11. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Kulman, H. M. 1971. Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. Annual Review of Entomology 16:289-324.
- Lange, D. 1998. Europe's Medicinal and Aromatic Plants. Their Use, Trade and Conservation., Cambridge, UK.
- Leaman, D. 2006. Sustainable wild collection of medicinal and aromatic plants. Pages 97-107 Medicinal and Aromatic Plants. Springer, Netherlands.
- Leduc, C., J. Coonishish, P. Haddad, and A. Cuerrier. 2006. Plants used by the Cree Nation of Eeyou Istchee (Quebec, Canada) for the treatment of diabetes: A novel approach in quantitative ethnobotany. Journal of Ethnopharmacology 105:55-63.
- Lee, T. D. and F. A. Bazzaz. 1980. Effects of defoliation and competition on growth and reproduction in the annual plant *Abutilon theophrasti*. Journal of Ecology 68:813-821.
- Lefkovich, L. P. 1965. The study of population growth in organisms grouped by stages. Biometrics 21:1-18.
- Leslie, P. H. 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. Biometrika 33:183-212.
- Lewis, E. G. 1942. On the generation and growth of a population. Sankhya 6:93-96.
- Li, J. and Z. Hu. 2009. Accumulation and dynamic trends of triterpenoid saponin in vegetative organs of *Achyranthus bidentata*. Journal of Integrative Plant Biology 51:122-129.
- Marie-Victorin, F. É. C. 1995. Flore Laurentienne. 3e edition. Les Presse de l'Université de Montréal, Montréal.
- Marquis, R. J., E. A. Newell, and A. C. Villegas. 1997. Non-structural carbohydrate accumulation and use in an understory rain- forest shrub and relevance for the impact of leaf herbivory. Functional Ecology 11:636-643.
- McNaughton, S. J. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivory. Oikos 40:329-336.

- Mead, R. 1966. A Relationship between individual plant-spacing and yield. *Annals of Botany* 30:301-309.
- Mendoza, A., D. Pinero, and J. Sarukhan. 1987. Effects of experimental defoliation on growth, reproduction and survival of *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology* 75:545-554.
- Nantel, P., D. Gagnon, and A. Nault. 1996. Population viability analysis of American Ginseng and Wild Leek harvested in stochastic environments. *Conservation Biology* 10:608-621.
- Nault, A. and D. Gagnon. 1988. Seasonal Biomass and Nutrient Allocation Patterns in Wild Leek (*Allium-Tricoccum* Ait), a Spring Geophyte. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 115:45-54.
- Nault, A. and D. Gagnon. 1993. Ramet demography of *Allium tricoccum*, a spring ephemeral, perennial forest herb. *Journal of Ecology* 81:101-119.
- Ne'eman, G., R. Ne'eman, and A. M. Ellison. 2006. Limits to reproductive success of *Sarracenia purpurea* (Sarraceniaceae). *American Journal of Botany* 93:1660-1666.
- Nordbakken, J. F., K. Rydgren, and R. H. Okland. 2004. Demography and population dynamics of *Drosera anglica* and *D. rotundifolia*. *Journal of Ecology* 92:110-121.
- Olmsted, I. and E. R. Alvarezbuylia. 1995. Sustainable harvesting of tropical trees - Demography and matrix models of 2 palm species in Mexico. *Ecological Applications* 5:484-500.
- Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, editor. 2009. Manuel de foresterie. Éditions Multimondes, Québec.
- Oubré, A. Y., T. J. Carlson, S. R. King, and G. M. Reaven. 1997. From plant to patient: an ethnomedical approach to the identification of new drugs for the treatment of NIDDM. *Diabetologia* 40:614-617.
- Panayotou, T. and P. Ashton. 1992. Not by Timber Alone: The Case for Multiple Use Management of Tropical Forests. Island Press, Covelo, CA.
- Pfab, M. F. and M. A. Scholes. 2004. Is the collection of *Aloe peglerae* from the wild sustainable? An evaluation using stochastic population modeling. *Biological Conservation* 118:695-701.
- Pico, F. X., H. d. Kroon, and J. Retana. 2002. An extended flowering and fruiting season has few demographic effects in a Mediterranean perennial herb. *Ecology* 83:1991-2004.

- Plotkin, M. and L. Famolare. 1992. Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products. Island Press, Washington, DC.
- Potvin, F., P. Beaupré, and G. Laprise. 2003. The eradication of balsam fir stands by white-tailed deer on Anticosti Island, Québec: a 150-year process. *Ecoscience* 10:487-495.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. *in* R. F. f. S. Computing, editor., Vienna, Austria.
- Ratsirarson, J., J. A. Silander, Jr., and F. R. Alison. 1996. Conservation and management of a threatened Madagascar palm species, *Neodypsis decaryi*, Jumelle. *Conservation Biology* 10:40-52.
- Ridley, H. N. 1930. The Dispersal of Plants Throughout the World. Reeve, Ashford.
- Robbins, C. S., editor. 1998. American ginseng: the root of North America's medicinal herb trade. TRAFFIC, Washington.
- Rock, J. H., B. Beckage, and L. J. Gross. 2004. Population recovery following differential harvesting of *Allium tricoccum* Ait. in the southern Appalachians. *Biological Conservation* 116:227-234.
- Roi, G. H. L. 1967. Ecological studies in the boreal spruce-fir forests of the North American taiga. I. Analysis of the vascular flora. *Ecological Monographs* 37:229-253.
- Samson, D. A., T. E. Philippi, and D. W. Davidson. 1992. Granivory and competition as determinants of annual plant diversity in the chihuahuan desert. *Oikos* 65:61-80.
- SAS Institute. 2009. JMP. version 6. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- SCDB. 2002. Lignes directrices de Bonn sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages résultant de leur utilisation. Montréal : Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique.
- Schippmann, U., D. Leaman, and A. B. Cunningham. 2002. Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity : Global trends and issues. *Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries*. Food and Agricultural Organisation, Rome.
- Schippmann, U., D. Leaman, and A. B. Cunningham. 2006. A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. Pages 75-95 *Medicinal and Aromatic Plants*. Springer, Netherlands.
- Schnell, D. E., editor. 2002. Carnivorous Plants of the United States and Canada. 2nd edition. Timber Press, Portland, Ore.

- Schwaegerle, K. E. 1983. Population-Growth of the Pitcher Plant, *Sarracenia-Purpurea* L., at Cranberry Bog, Licking County, Ohio. *Ohio Journal of Science* 83:19-22.
- Schwaegerle, K. E. and B. A. Schaal. 1979. Genetic-Variability and Founder Effect in the Pitcher Plant *Sarracenia-Purpurea* L. *Evolution* 33:1210-1218.
- Siebert, S. F. 2004. Demographic effects of collecting rattan cane and their implications for sustainable harvesting. *Conservation Biology* 18:424-431.
- Soehartono, T. and A. Newton. 2001. Conservation and sustainable use of tropical trees in the genus *Aquilaria* II. The impact of gaharu harvesting in Indonesia. *Biological Conservation* 97:29-41.
- Soholt, L. F. 1973. Consumption of primary production by a population of kangaroo rats (*Dipodomys merriami*) in the Mojave desert. *Ecological Monographs* 43:357-376.
- Spoor, D. C., L. C. Martineau, C. Leduc, A. Benhaddou-Andaloussi, B. Meddah, C. Harris, A. Burt, M. H. Fraser, J. Coonishish, E. Joly, A. Cuerrier, S. A. Bennett, T. Johns, M. Prentki, J. T. Arnason, and P. S. Haddad. 2006. Selected plant species from the Cree pharmacopoeia of northern Quebec possess anti-diabetic potential. *Canadian Journal of Physiological Pharmacology* 84:847-858.
- Stubben, C. and B. Milligan. 2007. Estimating and analyzing demographic models using the *popbio* package in R. *Journal of Statistical Software* 22.
- Taylor, B. L. 1995. The reliability of using population viability analysis for risk classification of species. *Conservation Biology* 9:551-558.
- Thomas, M. M., P. Millard, M. S. Watt, M. H. Turnbull, D. Peltzer, and D. Whitehead. 2008. The impact of defoliation on nitrogen translocation patterns in the woody invasive plant, *Buddleia davidii*. *Functional Plant Biology* 35:462-469.
- Ticktin, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41:11-21.
- Ticktin, T. 2005. Applying a metapopulation framework to the management and conservation of a non-timber forest species. *Forest Ecology and Management* 206:249-261.
- Ticktin, T., H. Fraiola, and A. N. Whitehead. 2007. Non-timber forest product harvesting in alien-dominated forests: effects of frond-harvest and rainfall on the demography of two native Hawaiian ferns. *Biodiversity and Conservation* 16:1633-1651.
- Ticktin, T. and T. Johns. 2002. Chinanteco management of *Aechmea magdalenae*: Implications for the use of TEK and TRM in management plans. *Economic Botany* 56:177-191.

- Tolvanen, A., K. Laine, T. Pakonen, E. Saari, and P. Havas. 1994. Responses to harvesting intensity in a clonal dwarf shrub, the bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). *Plant Ecology* 110:163-169.
- U.N. 1992. Convention on biological diversity. Page 83 in U.N., editor. Conference on Environment and Development. United Nations, Rio de Janeiro.
- U.N. 2007. Declaration on the rights of indigenous peoples. United Nation General Assembly. United Nations, New York.
- Uniyal, R. C., M. R. Uniyal, and P. Jain, editors. 2000. Cultivation of medicinal plants in India : a reference book. TRAFFIC, New Delhi.
- USDA and NRCS. 2010. The PLANTS Database (<<http://plants.usda.gov/>>, 29 September 2010). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
- WHO. 2008. Beijing Declaration. Beijing : World Health Organisation, http://www.who.int/medicines/areas/traditional/congress/beijing_declaration/en/index.html, consulted on december 6, 2010.
- WHO, IUCN and WWF. 1993. Guidelines on the conservation of medicinal plants. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland.
- Willard, E. E. and C. M. McKell. 1978. Response of shrubs to simulated browsing. *The Journal of Wildlife Management* 42:514-519.
- Witkowski, E. T. F., B. L. Byron, and F. J. Obbens. 1994. Commercial picking of *Banksia hookeriana* in the wild reduces subsequent shoot, flower and seed production. *Journal of Applied Ecology* 31:508-520.
- Wolever, T., S. Hamad, J. Gittelsohn, J. Gao, A. Hanley, S. Harris, and B. Zinman. 1997. Low dietary fiber and high protein intakes associated with newly diagnosed diabetes in a remote aboriginal community. *American Journal of Clinical Nutrition* 66:1470-1474.
- Young, T. K., J. Reading, B. Elias, and J. D. O'Neil. 2000. Type 2 diabetes mellitus in Canada's First Nations: status of an epidemic in progress. *Canadian Medical Association Journal* 163:561-566.
- Zuidema, P. A. and R. G. A. Boot. 2002. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 18:1-31.

VN9	35,63	28,71	22,03	35,09	42,28	31,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VN10	33,48	14,77	38,35	31,54	37,28	55,84	0,00	22,23	27,85	0,00	0,00	0,00
T1	65,06	44,51	57,36	64,01	54,68	51,40	46,96	51,39	27,65	14,56	16,33	0,00
T2	36,93	59,75	59,91	NA	22,98	60,40	NA	70,92	69,22	NA	45,90	52,89
T3	24,10	38,93	30,05	37,03	43,85	36,19	20,04	35,83	0,00	18,65	29,22	0,00
T4	23,28	20,24	26,05	22,28	18,56	26,62	17,85	17,35	13,59	0,00	4,83	0,00
T5	40,52	49,43	73,60	46,30	53,16	72,09	48,71	0,00	52,38	27,37	0,00	0,00
T6	32,20	42,04	29,65	66,11	33,53	36,38	44,48	32,27	30,53	0,00	0,00	26,71
T7	43,84	45,02	21,71	62,44	62,54	24,27	37,18	44,73	23,22	16,94	24,81	17,16
T8	19,60	13,30	21,34	11,76	16,53	26,14	0,00	20,03	23,86	0,00	NA	27,12
T9	104,72	55,03	57,24	75,11	61,07	66,14	58,18	48,70	73,12	18,79	NA	31,85
T10	35,54	21,14	36,89	43,20	39,33	49,59	33,15	28,53	44,26	23,97	33,81	21,45

Site 2

Individus	ER 2007			ER 2008			ER 2009			ER 2010		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
V1	23,20	8,47	21,09	43,69	26,02	35,13	46,65	45,42	47,96	29,61	0,00	9,00
V2	12,67	29,65	24,05	23,40	44,02	18,33	14,01	39,60	0,00	0,00	0,00	0,00
V3	32,82	19,31	28,45	58,56	37,73	44,72	16,09	40,22	49,55	19,27	8,99	25,55
V4	24,35	27,23	26,74	25,73	54,69	51,29	12,51	4,59	53,89	0,00	0,00	12,21
V5	49,49	25,54	28,87	42,48	29,12	35,22	10,78	3,33	22,54	0,00	0,00	11,60
V6	29,20	21,79	28,45	39,87	37,14	35,05	8,05	22,27	23,40	3,22	9,75	13,87
V7	19,19	12,68	31,02	18,22	13,12	50,29	16,84	12,63	20,42	11,70	7,18	8,50
V8	17,28	34,08	37,57	17,78	52,57	39,64	25,96	46,85	8,89	7,66	22,78	9,46
V9	14,87	29,50	44,95	27,99	64,87	49,67	0,00	0,00	48,07	NA	0,00	0,00
V10	36,07	30,22	24,37	61,46	38,89	45,12	40,47	24,68	41,75	13,63	7,86	20,89

VN1	38,91	49,83	41,67	49,99	61,61	44,08	0,00	0,00	23,59	0,00	0,00	0,00
VN2	35,54	43,20	34,22	62,59	54,37	32,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VN3	48,45	42,58	45,36	24,57	45,30	45,41	24,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VN4	47,58	43,92	51,31	59,46	64,71	90,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VN5	25,33	26,39	8,88	34,13	45,67	NA	17,84	12,87	NA	0,00	0,00	NA
VN6	50,08	50,31	49,75	58,26	63,78	66,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VN7	33,66	37,11	19,56	30,99	35,64	31,27	0,00	0,00	9,21	0,00	0,00	0,00
VN8	44,84	23,35	22,57	47,15	72,74	NA	34,03	18,12	NA	0,00	10,61	NA
VN9	26,86	19,80	25,60	NA	52,36	53,23	NA	0,00	13,94	NA	0,00	0,00
VN10	37,04	22,49	63,67	30,89	35,38	68,26	21,25	8,37	20,00	0,00	0,00	0,00
T1	25,54	33,94	33,90	24,74	60,39	50,41	36,22	47,99	52,54	0,00	30,26	0,00
T2	57,97	27,77	27,75	67,68	42,75	35,37	52,06	19,05	24,18	12,86	0,00	0,00
T3	59,93	54,00	40,73	82,17	88,07	46,68	64,98	65,30	51,14	20,23	17,23	9,81
T4	45,00	37,71	30,76	30,36	44,28	38,73	16,70	36,88	14,27	12,96	15,18	11,04
T5	26,03	34,34	17,73	10,24	26,23	36,34	24,46	20,92	29,85	7,82	12,90	15,75
T6	46,77	41,17	49,85	58,66	62,12	65,05	58,16	41,30	21,35	3,90	10,16	0,00
T7	14,76	22,80	30,24	31,56	42,30	54,02	26,92	33,68	39,83	20,56	24,02	19,68
T8	24,13	36,80	24,19	NA	24,97	0,00	NA	13,38	0,00	NA	0,00	NA
T9	51,40	56,83	58,14	66,12	64,20	69,72	60,04	74,55	59,65	42,47	21,07	29,74
T10	21,75	37,73	29,59	42,11	88,63	58,34	41,05	69,48	36,94	22,24	23,99	23,97

T2	41,55	63,62	38,21	39,17	NA	34,11	7,01	NA	3,55	32,53	NA	19,66
T3	51,40	63,24	29,13	58,34	68,14	27,46	45,36	50,12	21,23	NA	NA	NA
T4	32,79	29,10	36,60	35,89	42,66	40,81	33,96	38,72	21,27	30,25	18,46	0,00
T5	13,88	12,64	16,58	19,48	20,24	27,59	16,82	13,58	18,33	18,38	8,31	13,58
T6	26,88	29,29	31,97	38,42	35,46	55,94	40,48	22,64	39,92	22,90	10,75	10,17
T7	50,19	43,73	38,58	67,83	48,03	42,76	50,33	37,96	39,49	43,07	30,81	28,00
T8	32,93	32,17	34,81	55,53	50,01	44,22	36,89	0,00	23,09	0,00	0,00	0,00
T9	39,50	43,11	41,10	63,52	79,27	59,57	48,81	0,00	30,06	29,07	0,00	23,11
T10	49,62	37,58	34,56	62,90	40,42	43,07	39,08	24,85	0,00	16,88	21,93	0,00

Annexe 2. Mesure du diamètre du tronc, du nombre de feuilles et de fruits pour les trois sites de *Rhododendron groenlandicum*. Les individus représentent : V = récolte vieilles feuilles, VN = récolte vieilles et nouvelles feuilles, T = Témoin. VF « X » = Nb. de vieilles feuilles pour l'année « X », NF « X » = Nb. de nouvelles feuilles pour l'année « X ».

Site 1

Individus	VF08	VF09	VF10	NF08	NF09	NF10	Diamètre08	Diamètre09	Diamètre10
V1	77	15	20	130	59	23	8,29	8,91	8,85
V2	20	45	30	107	64	65	4,86	5,31	4,88
V3	79	32	45	134	148	47	9,00	8,97	9,20
V4	65	110	123	124	206	71	8,90	10,65	10,25
V5	58	90	18	165	141	114	7,44	7,26	6,75
V6	53	40	11	73	65	9	7,90	8,57	8,87
V7	189	104	100	112	231	127	8,93	9,19	9,50
V8	97	111	125	166	257	151	8,78	10,04	9,44
V9	18	41	7	67	67	29	8,82	8,70	8,69
V10	84	141	25	179	209	140	11,03	10,28	11,20
VN1	19	4	0	74	100	4	8,41	7,66	7,70
VN2	98	0	0	166	35	21	9,60	9,56	9,72
VN3	45	0	0	66	84	14	8,42	8,35	9,40
VN4	92	0	0	239	342	0	7,06	6,52	0,00
VN5	46	0	0	100	142	10	7,21	6,99	6,72
VN6	25	0	0	112	156	0	8,25	8,43	0,00
VN7	13	10	0	51	74	0	6,21	5,90	0,00
VN8	65	0	0	98	122	11	8,34	8,11	8,10
VN9	39	0	0	147	121	0	12,74	13,08	0,00

VN10	34	0	0	100	98	0	8,61	8,33	0,00
T1	27	76	34	173	136	108	11,51	11,49	10,20
T2	45	76	75	131	55	82	9,04	8,84	9,14
T3	73	78	124	123	173	137	8,27	8,67	8,49
T4	64	52	76	143	135	27	8,45	8,26	8,61
T5	322	199	208	341	358	66	11,15	11,50	9,92
T6	143	155	147	240	264	223	11,44	11,50	12,00
T7	51	72	42	101	90	92	7,95	8,38	8,17
T8	109	56	16	148	136	67	7,84	7,82	7,92
T9	31	71	113	162	178	302	7,89	7,29	11,45
T10	101	110	154	323	314	262	12,70	12,25	13,35

Site 2

Indiv.	VF08	VF09	VF10	NF08	NF09	NF10	Fruits 08	Fruits 09	Diam. 08 (mm)	Diam. 09 (mm)	Diam. 10 (mm)
V1	175	157	124	164	186	171	0	0	9,53	9,70	10,93
V2	95	50	NA	98	114	NA	0	0	8,78	7,72	NA
V3	142	192	129	205	200	128	16	0	10,32	10,89	11,28
V4	93	139	81	169	93	112	0	0	8,21	7,68	8,78
V5	130	225	107	300	171	158	0	0	9,33	9,09	9,66
V6	81	108	79	133	128	100	0	0	5,80	5,56	8,02
V7	82	97	110	132	134	107	0	0	8,83	8,80	10,06
V8	89	130	156	169	190	135	0	0	7,98	8,20	9,56
V9	77	126	97	132	145	110	0	0	6,85	7,06	7,85

V10	125	103	124	135	183	102	0	0	7,70	7,85	10,13
VN1	225	0	0	413	402	0	0	0	13,50	12,50	0,00
VN2	32	0	0	61	92	0	0	0	6,21	7,03	0,00
VN3	166	0	0	183	188	0	0	0	9,98	8,02	0,00
VN4	59	0	0	90	59*	0	0	0	7,55	6,90	0,00
VN5	81	12	0	142	119	0	0	0	9,15	9,06	0,00
VN6	76	0	0	137	358	0	0	0	13,05	10,05	0,00
VN7	98	0	0	221	151	0	0	0	9,00	8,59	0,00
VN8	78	0	0	110	183	0	0	0	7,57	7,76	0,00
VN9	125	0	0	214	112	23	5	0	9,24	8,66	8,57
VN10	111	0	0	110	88	0	0	3	7,13	7,43	0,00
T1	70	87	107	119	97	104	9	26	6,10	5,89	6,61
T2	91	92	60	113	25	67	69	0	7,13	7,12	8,12
T3	77	139	92	143	140	138	0	0	8,49	8,40	11,09
T4	32	30	33	35	37	29	0	0	5,25	5,12	5,28
T5	139	52	143	171	142	101	0	0	8,25	8,01	12,63
T6	176	170	147	185	192	134	0	0	9,34	9,16	9,70
T7	86	205	211	325	294	213	0	38	11,98	10,44	12,47
T8	111	115	0	295	68	0	0	0	12,31	12,67	0,00
T9	67	68	85	70	132	100	0	0	5,91	5,67	6,74
T10	43	24	42	51	49	43	0	0	6,99	6,43	6,75

Site 3

Indiv.	VF08	VF09	VF10	NF08	NF09	NF10	Fruits 08	Fruits 09	Diam. 08 (mm)	Diam. 09 (mm)	Diam. 10 (mm)
V1	87	89	145	149	196	86	0	0	8,41	8,95	9,48
V2	50	65	0	47	147	0	30	12	14,88	17,31	0,00
V3	78	73	89	145	145	140	0	16	8,77	8,72	8,38
V4	63	49	36	83	64	44	0	28	8,01	8,18	8,00
V5	92	74	71	119	82	60	0	34	8,23	8,24	8,10
V6	173	174	164	0	237	182	0	0	12,60	13,00	11,76
V7	62	64	25	98	42	41	0	60	9,40	9,17	8,61
V8	180	121	123	202	187	165	0	8	11,66	13,06	12,04
V9	132	87	43	151	137	66	29	36	9,66	8,43	8,97
V10	91	66	60	90	95	52	0	0	7,31	7,54	7,54
VN1	60	0	0	79	78	13	0	0	8,41	8,80	8,25
VN2	275	0	0	439	383	0	0	0	12,18	12,00	0,00
VN3	105	7	0	150	141	0	0	0	8,54	8,82	0,00
VN4	85	21	0	166	259	0	0	0	9,60	8,81	0,00
VN5	126	0	0	162	162	0	0	0	10,04	9,65	0,00
VN6	68	0	0	94	99	0	0	0	8,67	8,51	0,00
VN7	76	0	0	109	87	53	0	0	12,24	11,74	11,20
VN8	74	0	0	137	139	30	12	0	12,25	11,50	12,01
VN9	162	0	0	238	206	0	38	0	10,15	8,73	0,00
VN10	113	0	0	166	62	0	0	0	8,31	8,00	0,00
T1	71	93	92	125	121	87	0	0	8,13	8,22	8,88
T2	72	91	74	110	105	68	0	70	8,14	8,42	8,55

T3	186	153	137	288	231	205	0	0	9,82	10,28	9,98
T4	207	247	205	339	267	234	0	74	12,25	11,88	12,30
T5	78	61	83	107	121	54	0	0	7,62	7,08	8,19
T6	79	56	36	92	102	44	13	23	8,19	8,64	8,45
T7	233	244	259	253	394	381	0	0	14,78	17,87	20,98
T8	80	23	34	91	82	20	0	0	7,05	7,64	6,98
T9	104	94	95	120	141	112	0	0	11,00	9,55	12,00
T10	49	87	67	109	108	108	0	0	8,31	8,27	8,18

* Le nombre de fruits était de zéro pour toutes les années sur le site 1, conséquemment les données ne sont pas présentées.

** Le nombre de fruits pour 2010 était de zéro et n'est donc pas présenté.

Annexe 3. Nombre d'individus de *Sarracenia purpurea* pour les 37 sites à l'étude. Un décompte annuel a été effectué de 2006 à 2010 durant la période juillet-août pour chaque traitement et chaque site. Les sites étant inondés (et donc inaccessibles) en 2008 sont notés NA pour cette année.

	2006				2007				2008			
	Témoin	20%	50%	80%	Témoin	20%	50%	80%	Témoin	20%	50%	80%
Bloc 1	46	18	16	8	43	12	20	9	32	18	16	10
Bloc 2	28	40	20	7	30	47	38	19	27	40	34	29
Bloc 3	46	44	24	9	46	59	38	14	48	47	46	15
Bloc 4	89	70	58	19	162	124	113	100	141	143	111	50
Bloc 5	68	45	21	8	91	105	62	22	NA	NA	NA	NA
Bloc 6	108	70	74	70	143	98	106	212	NA	NA	NA	NA
Bloc 7	100	72	28	27	78	73	57	64	NA	NA	NA	NA
Bloc 8	129	91	44	29	153	157	63	27	153	154	123	43
Bloc 9	60	52	26	12	66	80	30	19	70	56	18	21
Bloc 10	35	66	49	17	39	106	91	30	59	114	59	31
Bloc 11	47	66	70	13	48	65	93	40	54	78	100	39
Bloc 12	17	19	26	6	14	27	34	13	17	22	39	11
Bloc 13	97	67	22	18	94	85	47	24	96	109	46	28
Bloc 14	159	138	54	7	104	156	53	20	124	149	51	24
Bloc 15	42	26	57	26	51	41	78	118	55	32	90	118
Bloc 16	28	39	36	20	36	69	50	49	34	45	37	39
Bloc 17	22	19	29	8	27	22	74	28	31	22	59	26
Bloc 18	26	12	27	8	30	21	57	50	30	21	59	41
Bloc 19	50	14	31	26	58	15	41	38	71	15	44	55
Bloc 20	53	49	65	11	41	47	69	16	44	62	81	25
Bloc 21	47	39	33	14	45	50	38	20	40	41	33	16

Bloc 22	52	57	17	14	50	73	23	25	50	82	23	21
Bloc 23	47	31	32	13	28	28	39	23	29	26	45	24
Bloc 24	90	61	26	58	73	63	27	84	NA	NA	NA	NA
Bloc 25	33	49	11	29	46	38	10	60	NA	NA	NA	NA
Bloc 26	41	32	61	7	47	34	60	21	49	43	94	27
Bloc 27	34	36	37	9	45	30	41	11	63	44	74	21
Bloc 28	30	21	6	14	31	15	5	37	40	22	12	63
Bloc 29	41	17	28	4	53	22	43	8	66	19	71	20
Bloc 30	53	50	31	17	51	46	40	29	60	64	60	60
Bloc 31	28	66	19	20	27	119	23	42	28	126	29	50
Bloc 32	45	35	21	13	37	31	25	13	36	34	20	16
Bloc 33	36	32	24	8	32	47	39	11	34	47	36	16
Bloc 34	22	19	12	17	24	22	11	23	24	21	11	27
Bloc 35	57	27	26	15	59	39	36	10	63	43	43	32
Bloc 36	35	67	19	12	43	62	29	13	36	38	17	20
Bloc 37	30	30	21	6	34	32	36	5	34	23	39	11

	2009				2010			
	Témoin	20%	50%	80%	Témoin	20%	50%	80%
Bloc 1	20	9	12	9	16	8	15	8
Bloc 2	19	34	37	20	10	30	29	16
Bloc 3	31	41	36	17	35	34	29	11
Bloc 4	112	85	84	41	116	113	80	55
Bloc 5	25	10	28	3	33	23	40	6
Bloc 6	47	27	25	4	57	45	31	9
Bloc 7	29	32	9	53	32	33	20	40
Bloc 8	134	153	121	28	174	181	128	46
Bloc 9	84	73	22	14	76	100	37	26
Bloc 10	47	56	50	14	36	48	42	22
Bloc 11	55	77	101	45	44	90	96	38
Bloc 12	16	23	42	17	15	19	42	9
Bloc 13	68	93	52	24	60	98	50	28
Bloc 14	174	114	64	26	141	135	67	23
Bloc 15	56	27	65	125	56	31	81	131
Bloc 16	35	65	51	60	31	60	50	42
Bloc 17	26	19	49	27	27	15	56	24
Bloc 18	30	23	49	56	25	16	46	46
Bloc 19	71	14	35	46	68	11	42	38
Bloc 20	50	64	74	28	49	74	79	30
Bloc 21	23	35	26	22	27	34	27	15
Bloc 22	42	78	25	25	41	72	29	27
Bloc 23	28	22	48	21	22	14	49	19
Bloc 24	49	35	26	71	44	35	18	62
Bloc 25	26	28	12	45	22	15	7	30
Bloc 26	30	32	49	26	33	29	77	20
Bloc 27	41	27	54	19	40	41	42	17

Bloc 28	32	16	8	52	34	17	7	37
Bloc 29	39	21	39	11	39	21	39	11
Bloc 30	54	61	43	48	44	51	36	42
Bloc 31	22	66	22	46	20	88	24	45
Bloc 32	34	32	14	11	27	21	16	10
Bloc 33	34	30	40	16	31	35	36	17
Bloc 34	28	23	12	20	25	20	11	17
Bloc 35	48	28	41	18	46	38	41	11
Bloc 36	42	39	23	33	30	33	19	21
Bloc 37	31	36	35	15	21	24	27	11

Annexe 4. Moyenne et écart type, par classe de taille (S = semis, J = Juvénile, M = Mature), par traitement (T = témoin, 20 = 20% récolte, 50 = 50% récolte, 80 = 80% récolte) et par site (bloc 1 à 37), des mesures effectuées sur les individus de *Sarracenia purpurea* en 2009. n total = 1970, témoin n = 561, 20% n = 537, 50% n = 497, 80% n = 37.

Blocs	Traitement	Classes 09	Diamètre (cm)		Nombre de feuilles (n)		Hauteur (cm)		Nombre de fleurs (n)	
			Moyenne	Écartype	Moyenne	Écartype	Moyenne	Écartype	Moyenne	Écartype
1	T	J	7,0	0,0	1,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
1	T	M	18,7	3,1	7,8	3,3	18,1	4,8	0,2	0,4
1	20	M	24,5	2,2	10,3	5,9	16,0	1,3	1,0	0,0
1	50	J	8,0	0,0	4,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
1	50	M	22,3	2,8	8,7	3,2	19,7	2,8	0,7	0,6
1	80	J	5,0	0,0	2,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0
1	80	M	20,8	1,1	10,5	0,7	18,0	1,4	0,5	0,7
2	T	J	9,0	0,0	2,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0
2	T	M	19,3	5,7	5,6	1,8	18,2	2,9	0,6	0,5
2	20	J	8,0	0,0	3,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0
2	20	M	21,0	5,7	9,0	5,8	16,0	3,9	0,5	0,5
2	50	J	8,5	1,3	5,0	1,4	8,3	1,0	0,0	0,0
2	50	M	23,4	4,0	8,1	2,6	16,1	3,3	0,7	0,5
2	50	S	4,0	0,0	2,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
2	80	J	4,5	0,0	3,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
2	80	M	18,2	6,3	6,8	2,8	14,0	2,4	0,4	0,5
3	T	J	4,0	0,0	2,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
3	T	M	20,2	4,9	5,9	2,9	15,3	2,9	0,2	0,4
3	20	J	9,0	0,0	2,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
3	20	M	22,0	3,6	7,5	2,3	18,4	1,5	0,2	0,4
3	20	S	4,5	0,0	2,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0

3	50	J	8,5	0,0	4,5	2,1	8,0	0,7	0,0	0,0
3	50	M	18,5	4,3	7,7	2,0	16,0	4,1	0,2	0,4
3	80	J	4,5	0,0	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
3	80	M	16,1	0,6	7,3	1,3	13,0	2,8	0,0	0,0
3	80	S	3,0	0,0	7,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
4	T	J	7,4	1,5	3,4	1,9	8,1	2,2	0,0	0,0
4	T	M	15,5	3,8	6,2	1,7	13,7	2,6	0,1	0,3
4	T	S	3,0	0,0	2,0	0,0	5,0	1,4	0,0	0,0
4	20	J	6,8	0,8	3,0	1,2	7,3	1,6	0,0	0,0
4	20	M	18,2	4,9	5,2	1,8	13,9	3,0	0,1	0,3
4	20	S	2,5	0,7	2,5	0,7	3,5	0,7	0,0	0,0
4	50	J	8,9	4,2	2,3	1,0	8,2	2,2	0,0	0,0
4	50	M	14,9	3,5	4,9	1,6	13,5	3,8	0,1	0,2
4	50	S	1,5	0,0	1,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
4	80	J	7,9	1,5	3,9	1,5	6,9	1,9	0,0	0,0
4	80	M	14,4	3,6	4,0	2,0	12,0	3,3	0,0	0,0
4	80	S	5,0	0,0	4,5	2,1	5,5	2,1	0,0	0,0
5	T	J	9,0	0,0	2,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
5	T	M	26,1	4,2	4,9	0,9	17,9	2,0	0,1	0,4
5	20	J	6,0	0,0	1,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
5	20	M	25,0	0,0	5,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0
5	20	S	4,0	0,0	5,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
5	50	J	9,5	0,7	3,0	0,0	14,0	1,4	0,0	0,0
5	50	M	22,0	2,3	6,7	1,2	20,9	2,8	0,0	0,0
5	50	S	5,3	1,1	5,5	2,1	5,8	0,4	0,0	0,0
5	80	M	12,5	0,0	1,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0
5	80	S	5,0	0,0	3,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0
6	T	J	8,0	1,6	3,3	0,5	11,5	1,7	0,0	0,0
6	T	M	19,4	4,0	5,6	3,6	17,9	1,4	0,0	0,0

6	T	S	3,3	0,4	3,5	0,7	5,8	1,8	0,0	0,0
6	20	J	9,0	1,4	4,5	2,1	11,5	2,1	0,0	0,0
6	20	M	24,9	7,8	7,0	2,6	17,8	1,6	0,0	0,0
6	50	J	6,5	2,1	4,5	2,1	6,0	2,8	0,0	0,0
6	50	M	22,2	7,5	4,8	1,3	15,8	2,2	0,0	0,0
6	50	S	6,0	0,0	7,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0
6	80	J	9,5	0,0	3,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0
6	80	M	24,5	0,0	11,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0
7	T	J	9,4	0,9	4,5	1,7	10,5	1,1	0,0	0,0
7	T	M	20,5	7,9	10,0	6,8	14,8	4,6	0,0	0,0
7	T	S	6,5	0,7	4,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
7	20	J	8,8	1,1	4,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0
7	20	M	23,4	4,5	6,4	1,4	20,1	1,4	0,0	0,0
7	20	S	7,0	0,0	5,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
7	50	J	9,5	0,0	7,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
7	50	M	28,0	12,0	10,0	2,8	18,0	2,8	0,0	0,0
7	50	S	6,5	0,0	5,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0
7	80	J	8,6	1,6	4,8	2,3	8,2	2,2	0,0	0,0
7	80	M	18,1	4,1	5,4	1,7	15,4	2,0	0,0	0,0
7	80	S	5,0	0,0	6,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
8	T	J	7,4	1,9	3,4	1,5	7,5	1,8	0,0	0,0
8	T	M	19,3	5,1	5,4	2,4	15,2	3,9	0,0	0,2
8	T	S	4,5	0,7	4,0	1,4	4,5	0,7	0,0	0,0
8	20	J	7,2	2,0	2,8	1,1	8,6	1,8	0,0	0,0
8	20	M	17,0	3,8	5,0	1,6	15,0	3,2	0,1	0,2
8	20	S	3,5	0,7	2,5	0,7	5,8	3,9	0,0	0,0
8	50	J	7,5	2,0	3,5	2,1	8,5	1,6	0,0	0,0
8	50	M	16,5	4,1	4,4	1,3	15,0	2,9	0,1	0,3
8	50	S	4,0	0,7	4,0	0,0	5,3	0,4	0,0	0,0

8	80	J	6,3	1,5	3,0	0,0	7,7	0,3	0,0	0,0
8	80	M	15,6	2,5	4,2	1,1	13,8	3,4	0,0	0,0
8	80	S	5,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
9	T	J	7,4	1,5	3,0	1,0	8,8	1,2	0,0	0,0
9	T	M	18,3	7,0	4,2	1,1	16,0	3,8	0,0	0,0
9	T	S	4,5	2,5	3,0	1,2	6,4	1,4	0,0	0,0
9	20	J	6,2	1,6	3,1	2,3	6,7	1,1	0,0	0,0
9	20	M	14,8	5,1	6,9	3,3	13,7	2,6	0,2	0,4
9	20	S	3,8	0,4	6,0	0,0	4,5	0,7	0,0	0,0
9	50	J	7,5	0,7	3,5	0,7	11,5	3,5	0,0	0,0
9	50	M	22,2	4,0	3,8	0,8	17,2	2,2	0,0	0,0
9	80	J	8,5	0,0	3,0	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0
9	80	M	14,0	1,7	4,0	1,7	13,5	2,3	0,0	0,0
9	80	S	4,0	0,0	4,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
10	T	J	7,0	0,0	6,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0
10	T	M	17,7	2,9	5,5	2,0	14,6	2,1	0,1	0,3
10	20	J	7,4	1,2	3,6	1,1	6,3	1,3	0,0	0,0
10	20	M	13,8	3,0	4,7	1,8	11,8	3,1	0,0	0,0
10	20	S	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
10	50	J	7,1	2,1	2,8	0,5	6,1	2,4	0,0	0,0
10	50	M	15,1	2,3	4,5	1,6	13,7	2,0	0,2	0,4
10	50	S	6,5	0,0	2,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0
10	80	J	6,0	0,0	4,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
10	80	M	11,6	2,3	4,5	1,3	10,3	1,7	0,3	0,5
11	T	J	10,0	0,0	3,0	1,4	9,3	6,7	0,0	0,0
11	T	M	21,3	4,6	6,2	2,5	18,0	3,6	0,3	0,4
11	20	J	9,0	0,0	3,0	2,8	10,0	1,4	0,0	0,0
11	20	M	22,7	4,4	6,5	3,0	18,1	3,1	0,3	0,5
11	50	J	6,1	1,9	2,3	0,5	11,3	1,7	0,0	0,0

11	50	M	22,2	5,9	8,2	3,7	17,9	3,1	0,3	0,5
11	50	S	3,0	0,0	3,0	0,0	8,3	1,8	0,0	0,0
11	80	J	8,0	3,0	3,0	1,0	10,8	4,3	0,0	0,0
11	80	M	23,7	5,7	6,9	2,4	16,8	4,2	0,4	0,5
11	80	S	2,5	0,0	3,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
12	T	M	27,0	4,4	8,4	3,2	19,6	3,2	0,4	0,5
12	20	M	24,7	4,1	6,6	2,9	18,3	3,1	0,3	0,5
12	50	J	6,8	1,1	4,0	1,4	12,0	4,2	0,0	0,0
12	50	M	25,0	4,2	6,9	3,0	19,4	2,9	0,3	0,5
12	50	S	4,3	0,4	2,0	0,0	7,3	0,4	0,0	0,0
12	80	J	8,0	0,0	3,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0
12	80	M	26,3	5,7	7,8	3,6	22,2	1,7	0,0	0,0
13	T	J	7,8	0,5	3,5	1,9	10,3	3,2	0,0	0,0
13	T	M	18,4	5,1	7,8	2,7	17,1	4,4	0,2	0,4
13	20	J	7,4	1,3	3,9	1,9	6,8	1,4	0,0	0,0
13	20	M	11,4	1,2	3,0	0,8	9,9	2,2	0,0	0,0
13	20	S	4,5	0,7	3,0	0,0	4,0	1,4	0,0	0,0
13	50	J	8,0	0,0	2,7	1,2	11,7	2,3	0,0	0,0
13	50	M	16,3	4,7	6,7	3,2	14,7	3,0	0,0	0,0
13	50	S	3,3	0,4	2,0	0,0	7,3	1,1	0,0	0,0
13	80	J	7,0	2,8	4,5	2,1	8,5	1,4	0,0	0,0
13	80	M	20,0	7,1	8,4	4,6	16,3	6,0	0,4	0,5
13	80	S	5,0	0,0	3,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
14	T	J	7,8	2,5	4,2	1,8	8,6	1,8	0,0	0,0
14	T	M	12,5	2,5	4,2	1,6	11,9	1,8	0,0	0,0
14	T	S	4,0	1,3	4,1	2,0	5,1	1,0	0,0	0,0
14	20	J	7,7	1,6	3,7	2,0	8,0	1,4	0,0	0,0
14	20	M	12,6	2,6	4,4	1,8	10,5	2,1	0,0	0,0
14	20	S	4,5	0,7	3,5	0,7	5,3	1,8	0,0	0,0

14	50	J	8,6	1,1	3,5	1,9	9,6	2,0	0,0	0,0
14	50	M	18,6	4,0	7,2	3,3	16,1	3,0	0,3	0,5
14	50	S	8,5	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
14	80	J	9,0	0,0	6,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
14	80	M	13,8	2,7	6,1	1,9	9,6	2,9	0,0	0,0
15	T	J	7,1	1,9	4,6	1,6	7,7	2,0	0,0	0,0
15	T	M	16,4	5,2	6,0	1,5	13,1	4,0	0,0	0,0
15	T	S	4,5	2,1	7,0	7,1	4,0	1,4	0,0	0,0
15	20	J	9,0	0,0	3,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
15	20	M	21,3	3,5	8,6	3,7	17,2	1,9	0,1	0,4
15	50	J	6,1	1,4	5,0	2,9	8,0	2,1	0,0	0,0
15	50	M	15,2	4,2	7,6	4,3	13,5	2,4	0,1	0,3
15	50	S	2,0	0,0	4,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
15	80	J	7,3	1,1	5,0	1,8	7,0	1,5	0,0	0,0
15	80	M	12,0	1,3	5,4	2,1	10,5	2,4	0,0	0,0
15	80	S	4,9	1,0	5,6	1,5	5,1	1,2	0,0	0,0
16	T	J	8,5	2,1	2,5	0,7	8,5	2,1	0,0	0,0
16	T	M	19,0	3,3	10,8	3,7	14,8	1,9	0,2	0,4
16	20	J	6,9	2,0	3,5	0,9	7,1	2,6	0,0	0,0
16	20	M	20,2	5,1	8,8	5,5	15,8	3,8	0,6	0,5
16	20	S	5,5	0,0	4,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
16	50	J	7,0	2,1	4,6	2,1	8,0	2,3	0,0	0,0
16	50	M	14,2	2,9	5,4	1,3	11,4	2,3	0,0	0,0
16	50	S	1,0	0,0	2,5	0,7	7,3	1,1	0,0	0,0
16	80	J	6,9	2,4	4,6	1,3	7,2	1,1	0,0	0,0
16	80	M	12,1	0,5	4,4	1,5	9,8	1,9	0,0	0,0
16	80	S	1,0	0,0	2,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0
17	T	J	6,0	0,0	2,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
17	T	M	18,6	4,1	14,6	11,8	14,9	3,9	0,7	0,5

17	T	S	5,5	0,0	4,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
17	20	J	8,0	0,0	2,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
17	20	M	19,4	1,7	7,8	2,9	14,8	0,4	0,6	0,5
17	50	J	7,2	1,8	6,2	2,8	7,9	1,3	0,0	0,0
17	50	M	20,7	5,3	7,8	2,7	15,9	3,8	0,4	0,5
17	80	J	7,8	1,8	4,5	3,5	10,3	0,4	0,0	0,0
17	80	M	16,1	1,7	4,6	1,3	15,4	3,6	0,0	0,0
17	80	S	4,0	0,0	6,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
18	T	J	5,5	2,1	6,0	2,8	6,0	0,7	0,0	0,0
18	T	M	20,7	4,8	10,1	4,1	17,7	5,2	0,9	0,4
18	T	S	7,0	0,0	4,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
18	20	J	12,8	3,9	12,0	0,0	7,5	0,7	0,0	0,0
18	20	M	21,8	4,1	9,8	7,6	15,8	2,5	0,2	0,4
18	50	J	7,4	1,4	4,7	4,0	7,6	1,4	0,0	0,0
18	50	M	15,9	3,3	5,9	2,1	13,6	3,4	0,3	0,5
18	80	J	7,7	2,0	4,5	1,4	7,7	1,7	0,0	0,0
18	80	M	19,5	2,1	6,5	1,5	13,5	3,0	0,2	0,4
18	80	S	5,5	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
19	T	J	7,3	1,8	3,0	1,7	11,9	4,5	0,0	0,0
19	T	M	18,4	5,7	6,2	3,1	16,0	3,0	0,3	0,5
19	T	S	4,0	0,7	3,5	0,7	5,3	1,1	0,0	0,0
19	20	J	6,0	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
19	20	M	19,1	3,1	7,3	1,3	15,5	1,3	0,3	0,5
19	50	J	7,5	0,7	3,0	1,4	7,0	1,4	0,0	0,0
19	50	M	21,5	4,6	6,5	2,3	16,6	2,9	0,2	0,4
19	80	J	6,8	1,4	5,7	1,5	7,0	0,3	0,0	0,0
19	80	M	17,7	6,1	5,1	1,1	15,7	3,6	0,1	0,3
19	80	S	1,5	0,0	4,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
20	T	J	8,3	1,5	3,8	1,0	7,9	1,7	0,0	0,0

20	T	M	15,6	2,7	4,9	1,7	13,3	3,0	0,0	0,0
20	T	S	2,0	0,0	2,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
20	20	J	8,5	2,1	2,5	2,4	9,8	1,3	0,0	0,0
20	20	M	18,9	4,6	5,9	2,7	17,1	4,1	0,1	0,3
20	20	S	4,5	0,0	6,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
20	50	J	6,4	2,0	4,3	2,5	6,8	1,7	0,0	0,0
20	50	M	14,3	3,9	5,1	1,8	12,0	3,8	0,1	0,2
20	50	S	4,0	0,0	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
20	80	J	6,5	2,1	1,5	0,7	8,8	3,9	0,0	0,0
20	80	M	17,8	2,3	6,0	2,4	17,8	2,5	0,2	0,4
20	80	S	4,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
21	T	J	6,0	0,0	4,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
21	T	M	16,6	4,8	4,9	2,2	14,8	3,7	0,1	0,4
21	20	J	8,5	3,5	2,0	0,0	13,5	4,9	0,0	0,0
21	20	M	16,4	3,1	7,4	1,8	14,3	3,1	0,5	0,5
21	20	S	4,5	0,0	6,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
21	50	J	7,5	0,7	4,5	2,1	7,5	0,7	0,0	0,0
21	50	M	12,7	1,2	5,8	3,6	10,5	1,7	0,0	0,0
21	50	S	3,0	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
21	80	J	8,3	1,8	3,0	1,4	9,3	1,8	0,0	0,0
21	80	M	17,8	2,2	4,4	0,5	16,3	1,8	0,0	0,0
22	T	J	9,0	0,0	3,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
22	T	M	21,4	4,0	7,6	5,2	15,9	4,7	0,4	0,5
22	20	J	6,5	0,7	3,0	0,0	7,3	1,8	0,0	0,0
22	20	M	19,7	4,2	5,7	1,5	16,1	3,0	0,3	0,5
22	20	S	5,0	0,0	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
22	50	J	7,5	0,7	4,0	1,4	8,3	3,2	0,0	0,0
22	50	M	21,8	5,2	7,2	1,2	17,8	3,5	0,7	0,5
22	80	J	6,0	0,0	4,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0

22	80	M	17,4	4,6	7,9	3,4	14,4	3,9	0,3	0,5
23	T	J	7,5	0,0	3,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0
23	T	M	21,4	3,0	5,8	1,5	19,0	2,4	0,5	0,5
23	20	J	6,0	0,0	3,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
23	20	M	19,1	5,0	5,7	2,4	15,6	1,3	0,1	0,4
23	50	J	5,8	2,3	3,0	1,0	8,2	1,9	0,0	0,0
23	50	M	19,7	3,4	7,3	2,3	17,5	2,9	0,5	0,5
23	50	S	3,5	0,0	7,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0
23	80	J	5,0	0,0	8,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
23	80	M	18,4	4,4	8,0	2,2	14,3	2,7	0,5	0,5
24	T	J	7,3	2,9	2,3	0,6	5,8	1,6	0,0	0,0
24	T	M	15,2	2,7	3,6	1,3	13,0	2,2	0,0	0,0
24	20	J	7,0	1,8	3,7	1,4	9,0	2,5	0,0	0,0
24	20	M	15,3	5,1	5,0	2,1	11,6	2,7	0,2	0,4
24	20	S	5,0	0,0	3,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
24	50	J	7,3	0,4	3,0	0,0	7,5	0,7	0,0	0,0
24	50	M	15,3	5,3	4,6	1,7	14,7	3,3	0,0	0,0
24	50	S	6,0	0,0	5,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
24	80	J	7,9	3,6	4,9	2,8	7,7	2,8	0,0	0,0
24	80	M	17,1	4,7	7,6	2,8	14,0	4,3	0,3	0,5
24	80	S	4,5	1,2	4,8	1,9	4,3	0,9	0,0	0,0
25	T	J	6,0	0,0	7,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0
25	T	M	13,7	3,2	5,7	1,2	13,0	2,3	0,0	0,0
25	T	S	4,5	0,0	4,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0
25	20	M	16,2	3,2	7,8	3,5	12,4	3,0	0,2	0,4
25	50	J	8,0	0,0	7,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
25	50	M	18,7	4,3	5,7	0,6	16,2	2,1	0,0	0,0
25	80	J	6,0	1,6	4,8	1,9	5,4	2,0	0,0	0,0
25	80	M	17,2	3,3	7,4	1,5	13,3	2,9	0,0	0,0

25	80	S	2,9	0,9	4,3	0,5	2,3	0,9	0,0	0,0
26	T	J	10,0	0,0	2,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0
26	T	M	16,8	5,1	5,6	1,6	13,8	2,8	0,2	0,4
26	20	J	9,0	0,0	2,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
26	20	M	17,3	4,4	6,0	2,3	13,8	2,3	0,1	0,3
26	50	J	7,1	1,5	3,3	1,0	7,4	1,5	0,0	0,0
26	50	M	16,2	4,4	5,2	1,9	13,2	4,1	0,0	0,0
26	80	J	6,5	0,5	4,0	2,0	6,5	0,9	0,0	0,0
26	80	M	14,1	2,8	4,6	1,5	13,5	3,3	0,0	0,0
26	80	S	3,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
27	T	J	6,2	2,2	2,4	0,5	6,3	0,8	0,0	0,0
27	T	M	16,9	2,0	6,1	2,7	13,4	3,0	0,1	0,4
27	T	S	4,0	0,0	2,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
27	20	J	6,0	1,4	4,0	1,4	6,0	1,4	0,0	0,0
27	20	M	15,8	2,8	4,4	1,4	13,4	2,8	0,0	0,0
27	50	J	6,4	1,6	5,0	3,3	6,4	1,3	0,0	0,0
27	50	M	13,5	4,1	4,9	2,2	11,1	1,8	0,0	0,0
27	50	S	5,0	2,8	2,5	0,7	4,5	1,4	0,0	0,0
27	80	J	6,0	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
27	80	M	13,7	2,5	4,4	1,7	12,0	2,3	0,0	0,0
27	80	S	6,5	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
28	T	J	7,0	0,0	3,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0
28	T	M	19,1	3,1	7,2	1,3	16,2	3,2	0,3	0,5
28	20	J	8,0	0,0	3,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
28	20	M	26,6	6,0	7,3	5,2	19,9	5,5	0,3	0,5
28	50	M	28,0	5,7	10,0	2,8	19,0	1,4	0,5	0,7
28	50	S	5,0	0,0	4,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
28	80	J	7,7	1,3	3,2	0,8	7,6	2,3	0,0	0,0
28	80	M	14,5	5,1	5,6	2,6	14,7	3,9	0,0	0,0

28	80	S	5,8	0,8	3,0	0,0	5,7	0,6	0,0	0,0
29	T	J	8,0	1,3	3,0	0,0	8,7	1,0	0,0	0,0
29	T	M	17,6	3,5	6,1	2,1	14,9	3,1	0,1	0,3
29	T	S	4,5	0,0	4,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
29	20	M	20,9	4,1	7,6	1,5	15,9	1,8	0,3	0,5
29	50	J	9,0	0,0	3,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0
29	50	M	20,2	3,1	6,7	1,8	16,6	2,3	0,3	0,5
29	50	S	1,0	0,0	1,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
29	80	J	8,0	0,0	5,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
29	80	M	20,0	7,1	7,0	4,2	16,0	5,7	0,0	0,0
30	T	J	6,0	1,4	2,0	0,0	8,8	1,8	0,0	0,0
30	T	M	18,0	4,0	6,9	2,1	15,2	3,4	0,1	0,4
30	T	S	5,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
30	20	J	7,3	1,6	2,7	0,8	8,9	1,7	0,0	0,0
30	20	M	21,4	6,6	5,1	1,8	16,7	3,9	0,0	0,0
30	20	S	4,0	0,0	2,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
30	50	J	7,0	1,4	3,0	1,4	7,8	0,4	0,0	0,0
30	50	M	19,5	4,6	5,2	2,4	15,3	2,5	0,3	0,5
30	80	J	9,2	3,8	2,6	0,9	8,6	2,6	0,0	0,0
30	80	M	15,2	4,2	3,0	1,2	12,6	3,2	0,0	0,0
31	T	M	19,3	5,7	5,8	4,6	15,5	2,9	0,2	0,4
31	20	J	7,8	1,8	4,0	0,0	7,8	1,1	0,0	0,0
31	20	M	19,3	5,0	5,3	1,9	15,9	3,4	0,0	0,0
31	50	J	5,0	0,0	3,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
31	50	M	23,3	4,6	6,8	1,9	17,0	1,7	0,2	0,4
31	80	J	7,3	1,5	3,0	1,7	7,0	1,0	0,0	0,0
31	80	M	19,9	5,5	5,4	1,6	15,5	2,4	0,1	0,3
31	80	S	3,5	0,7	3,0	0,0	4,5	2,1	0,0	0,0
32	T	J	6,4	0,7	4,7	1,0	6,5	0,9	0,0	0,0

32	T	M	11,0	1,4	6,5	1,7	10,4	0,9	0,5	0,6
32	T	S	5,0	0,0	5,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0
32	20	J	4,0	1,2	4,0	1,6	4,3	0,5	0,0	0,0
32	20	M	11,7	0,4	6,2	1,6	9,0	1,6	0,0	0,0
32	20	S	3,0	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
32	50	J	3,5	0,0	3,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
32	50	M	15,0	1,7	7,0	1,0	9,7	1,2	0,7	0,6
32	50	S	3,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
32	80	J	6,0	0,0	4,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
32	80	M	10,0	0,0	7,0	1,4	7,3	0,4	0,0	0,0
33	T	J	6,0	1,4	7,0	0,0	5,8	2,5	0,0	0,0
33	T	M	12,5	1,9	4,8	0,5	10,3	1,3	0,1	0,4
33	20	J	7,3	2,3	3,8	1,3	6,4	1,5	0,0	0,0
33	20	M	12,0	1,4	5,5	0,6	9,8	2,2	0,3	0,5
33	20	S	3,0	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
33	50	J	5,3	1,2	4,4	1,1	5,0	0,7	0,0	0,0
33	50	M	11,8	1,8	5,0	0,0	12,7	3,1	0,0	0,0
33	50	S	3,0	0,0	4,5	0,7	2,8	0,4	0,0	0,0
33	80	J	5,5	0,7	5,0	1,4	4,5	0,7	0,0	0,0
33	80	M	12,5	3,5	7,0	1,4	10,5	2,1	0,0	0,0
33	80	S	4,0	0,0	5,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
34	T	J	7,2	0,6	4,7	1,5	6,2	1,0	0,0	0,0
34	T	M	14,8	2,0	4,4	1,7	11,4	1,4	0,0	0,0
34	T	S	2,5	0,0	6,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
34	20	J	5,0	0,0	4,3	0,6	5,3	1,0	0,0	0,0
34	20	M	12,2	2,0	4,3	1,5	12,0	2,6	0,0	0,0
34	20	S	6,0	0,0	4,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
34	50	J	5,5	0,7	2,5	0,7	5,5	0,7	0,0	0,0
34	50	M	10,0	0,0	4,5	2,1	7,5	0,7	0,0	0,0

34	80	J	5,0	1,0	3,7	0,6	5,5	1,5	0,0	0,0
34	80	M	15,0	2,8	5,5	2,1	10,0	4,2	0,0	0,0
34	80	S	3,0	0,0	7,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
35	T	J	6,6	2,1	6,0	4,6	5,3	1,6	0,0	0,0
35	T	M	13,5	2,2	6,6	2,2	9,9	1,9	0,1	0,4
35	T	S	3,0	0,0	5,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
35	20	J	7,7	1,5	4,7	2,3	7,0	1,0	0,0	0,0
35	20	M	12,4	2,7	6,2	0,4	10,0	1,2	0,2	0,4
35	20	S	3,5	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
35	50	J	6,3	1,7	6,2	3,0	5,6	1,3	0,0	0,0
35	50	M	13,3	0,4	8,5	0,7	7,5	4,9	0,5	0,7
35	50	S	3,1	0,7	4,3	1,6	2,4	0,4	0,0	0,0
35	80	J	6,3	1,5	3,0	0,0	5,8	0,3	0,0	0,0
35	80	M	11,0	0,0	5,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
35	80	S	3,0	0,0	7,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0
36	T	J	5,8	1,2	4,1	0,8	5,8	1,0	0,0	0,0
36	T	M	10,5	0,9	4,6	0,9	8,1	1,9	0,0	0,0
36	T	S	4,0	0,0	4,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0
36	20	J	5,8	0,4	5,0	0,0	6,0	1,4	0,0	0,0
36	20	M	11,2	1,0	6,0	1,7	9,8	1,0	0,1	0,3
36	20	S	2,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
36	50	J	5,3	0,6	4,0	1,0	5,0	1,5	0,0	0,0
36	50	M	10,5	0,5	5,3	1,2	8,3	1,5	0,0	0,0
36	50	S	2,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
36	80	J	5,3	0,6	4,5	1,7	5,9	0,6	0,0	0,0
36	80	M	10,0	0,0	6,0	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0
36	80	S	3,0	0,7	5,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
37	T	J	5,0	0,4	4,3	1,3	4,6	1,4	0,0	0,0
37	T	M	13,1	3,0	6,3	1,3	9,6	2,1	0,5	0,6

37	T	S	3,0	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
37	20	J	6,0	1,0	9,3	10,1	4,7	1,3	0,0	0,0
37	20	M	11,3	1,4	6,6	1,7	10,1	2,8	0,0	0,0
37	20	S	3,2	1,8	4,7	0,6	1,8	0,8	0,0	0,0
37	50	J	4,2	1,1	5,2	1,1	3,9	0,8	0,0	0,0
37	50	M	12,5	1,5	8,0	1,0	9,3	1,5	0,0	0,0
37	50	S	2,3	0,8	6,0	2,6	1,8	1,0	0,0	0,0
37	80	J	8,3	0,4	6,5	6,4	8,8	0,4	0,0	0,0
37	80	M	12,5	0,0	4,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
37	80	S	3,8	0,4	3,5	0,7	3,0	0,0	0,0	0,0

Annexe 5. Moyenne et écart type, par classe de taille (S = semis, J = Juvénile, M = Mature), par traitement (T = témoin, 20 = 20% récolte, 50 = 50% récolte, 80 = 80% récolte) et par site (bloc 1 à 37), des mesures effectuées sur les individus de *Sarracenia purpurea* en 2010. Taux de mortalité entre 2009 et 2010 par traitement : T= 5,3%; 20% = 6,0%; 50%=5,2%; 80%=7,7%.

Blocs	Traitements	Classes 10	Diamètre (cm)		Nombre de feuilles (n)		Hauteur (cm)		Nombre de fleurs (n)	
			Moyenne	Écartype	Moyenne	Écartype	Moyenne	Écartype	Moyenne	Écartype
1	T	M	24,3	4,5	8,5	3,5	16,8	2,5	0,5	0,6
1	20	M	25,8	1,4	13,7	5,8	17,0	1,7	0,7	0,6
1	50	J	9,5	0,0	3,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
1	50	M	22,7	4,5	7,7	3,1	17,3	3,2	0,7	0,6
1	80	J	8,0	0,0	2,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0
1	80	M	26,5	3,5	7,5	6,4	19,5	0,7	0,0	0,0
2	T	M	24,1	9,2	6,2	3,9	18,6	4,7	0,4	0,5
2	20	M	21,2	5,5	6,5	3,0	14,6	3,7	0,3	0,5
2	50	J	8,8	0,4	5,5	2,1	8,0	2,8	0,0	0,0
2	50	M	21,6	6,0	7,3	3,2	14,4	3,6	0,3	0,5
2	80	M	19,6	6,3	6,6	0,9	16,2	2,8	0,4	0,5
3	T	M	18,9	2,7	6,0	2,2	14,4	3,6	0,1	0,4
3	20	M	23,6	5,2	6,4	2,8	15,9	3,4	0,0	0,0
3	20	S	4,5	0,0	4,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0
3	50	J	8,5	0,0	4,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
3	50	M	17,0	3,8	5,7	2,9	12,4	3,1	0,1	0,3
3	80	J	7,0	0,0	3,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
3	80	M	17,7	4,9	8,0	1,7	12,7	3,2	0,0	0,0
3	80	S	5,0	0,0	4,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
4	T	J	6,9	1,8	3,8	0,5	5,3	1,0	0,0	0,0

4	T	M	15,8	4,1	4,8	2,0	12,5	3,4	0,2	0,4
4	T	S	3,5	0,7	3,5	0,7	3,0	1,4	0,0	0,0
4	20	J	6,9	2,5	3,2	1,3	6,1	0,2	0,0	0,0
4	20	M	17,7	4,2	5,2	1,9	13,7	3,5	0,1	0,4
4	50	J	6,6	2,1	2,2	1,2	5,2	1,7	0,0	0,0
4	50	M	15,6	4,2	5,0	1,4	11,6	3,4	0,1	0,3
4	50	S	4,0	0,0	2,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
4	80	J	6,1	2,0	3,0	1,6	5,6	1,9	0,0	0,0
4	80	M	17,8	7,3	6,2	2,0	13,5	5,9	0,0	0,0
4	80	S	6,0	0,0	6,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
5	T	M	25,8	7,8	5,6	0,9	17,9	4,6	0,0	0,0
5	20	M	24,0	0,0	7,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0
5	20	S	5,0	0,0	10,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
5	50	M	21,1	6,1	6,4	2,1	17,1	4,6	0,0	0,0
5	50	S	5,0	0,0	7,5	0,7	3,5	0,7	0,0	0,0
5	80	S	2,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
6	T	J	9,0	0,0	4,0	1,4	6,5	3,5	0,0	0,0
6	T	M	21,8	3,3	6,5	3,4	15,6	2,8	0,0	0,0
6	T	S	5,0	0,0	13,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
6	20	J	14,0	0,0	6,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
6	20	M	19,9	6,1	6,8	2,4	15,0	4,6	0,0	0,0
6	50	M	18,3	5,5	4,8	0,8	14,2	3,4	0,0	0,0
6	50	S	6,0	0,0	4,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
6	80	M	30,0	0,0	13,0	0,0	19,5	0,0	0,0	0,0
7	T	J	9,0	0,0	5,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
7	T	M	17,9	4,6	7,3	1,0	10,7	2,1	0,0	0,0
7	T	S	7,0	0,0	3,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
7	20	M	25,7	6,5	5,8	1,6	17,7	4,4	0,0	0,0
7	20	S	6,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0

7	50	J	9,5	0,0	8,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
7	50	M	18,0	8,5	10,0	2,8	14,5	4,9	0,0	0,0
7	80	J	6,0	0,0	3,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
7	80	M	14,5	3,4	3,8	1,4	10,5	3,4	0,1	0,3
7	80	S	3,0	0,0	6,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
8	T	J	8,0	1,2	3,4	0,7	6,3	1,8	0,0	0,0
8	T	M	19,1	6,5	5,0	2,7	13,7	4,5	0,1	0,3
8	T	S	6,0	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
8	20	J	6,8	2,5	4,5	1,2	8,0	2,4	0,0	0,0
8	20	M	17,0	4,8	4,2	1,4	13,5	3,5	0,0	0,0
8	20	S	3,0	0,0	3,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
8	50	J	6,0	1,0	3,3	1,5	7,2	1,0	0,0	0,0
8	50	M	16,2	5,8	4,1	1,3	12,0	3,2	0,0	0,0
8	50	S	3,5	2,1	4,5	2,1	3,5	0,7	0,0	0,0
8	80	J	8,0	1,4	4,0	1,4	7,0	1,4	0,0	0,0
8	80	M	15,2	3,3	4,2	0,4	11,7	3,7	0,0	0,0
8	80	S	4,0	0,0	3,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
9	T	J	7,8	0,8	3,8	1,6	6,5	1,2	0,0	0,0
9	T	M	20,8	6,8	4,5	1,6	14,4	3,8	0,0	0,0
9	T	S	4,8	2,5	5,0	2,8	5,0	1,4	0,0	0,0
9	20	J	6,5	1,5	3,9	1,2	6,0	1,2	0,0	0,0
9	20	M	17,8	4,5	5,9	2,9	13,6	3,2	0,2	0,4
9	20	S	5,3	1,1	7,0	4,2	3,3	0,4	0,0	0,0
9	50	M	20,6	4,8	4,6	1,3	17,1	3,9	0,1	0,4
9	80	J	8,3	1,8	4,0	0,0	8,0	2,8	0,0	0,0
9	80	M	18,7	4,0	5,3	1,5	15,7	2,1	0,0	0,0
10	T	J	6,0	0,0	3,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
10	T	M	18,7	3,0	4,8	2,0	13,9	2,5	0,3	0,5
10	20	J	6,5	1,5	3,5	2,2	5,0	1,8	0,0	0,0

10	20	M	13,1	2,7	4,6	1,7	10,1	2,9	0,1	0,3
10	20	S	3,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
10	50	J	6,1	1,0	4,0	1,4	6,0	1,6	0,0	0,0
10	50	M	16,0	3,4	4,5	2,5	11,4	3,4	0,1	0,3
10	80	J	6,8	0,4	2,5	0,7	6,0	0,0	0,0	0,0
10	80	M	14,0	1,4	3,5	0,7	9,3	1,1	0,0	0,0
11	T	M	25,8	6,5	5,6	2,4	19,2	4,3	0,1	0,3
11	20	J	6,0	0,0	5,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
11	20	M	23,7	8,0	5,9	2,1	19,0	4,4	0,2	0,4
11	50	J	7,2	2,0	3,3	2,3	7,0	1,0	0,0	0,0
11	50	M	21,7	5,3	6,3	2,8	16,9	3,2	0,4	0,5
11	80	J	7,0	0,0	4,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
11	80	M	24,1	5,1	6,6	3,9	18,7	3,0	0,5	0,5
11	80	S	5,0	0,0	10,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0
12	T	M	30,3	0,5	9,8	4,3	21,3	4,0	0,3	0,5
12	20	M	25,8	2,7	8,8	1,9	17,4	3,1	0,0	0,0
12	50	M	25,5	4,7	5,2	0,8	18,5	2,9	0,1	0,3
12	50	S	5,5	0,0	4,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
12	80	M	31,0	5,2	6,3	1,3	21,4	3,7	0,5	0,6
13	T	M	22,5	5,8	6,0	2,3	18,1	4,3	0,2	0,4
13	20	J	6,8	1,3	3,3	1,2	5,4	1,5	0,0	0,0
13	20	M	12,0	1,9	4,0	1,6	8,8	2,2	0,0	0,0
13	20	S	2,0	0,0	2,0	0,0	3,0	1,4	0,0	0,0
13	50	J	7,0	1,4	3,5	0,7	9,5	2,1	0,0	0,0
13	50	M	17,7	5,0	6,2	3,0	13,0	3,7	0,0	0,0
13	80	M	17,7	9,0	6,6	3,8	14,4	6,7	0,0	0,0
13	80	S	4,0	0,0	4,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
14	T	J	7,5	1,7	2,7	1,1	6,5	1,7	0,0	0,0
14	T	M	13,3	2,9	3,4	1,7	10,3	2,4	0,0	0,0

14	T	S	3,9	1,5	3,3	0,8	3,8	0,8	0,0	0,0
14	20	J	7,2	1,8	2,8	1,6	7,0	1,7	0,0	0,0
14	20	M	13,9	3,1	4,5	1,7	11,4	2,4	0,1	0,2
14	20	S	2,5	0,7	2,0	0,0	3,5	0,7	0,0	0,0
14	50	M	17,3	4,7	5,2	1,9	14,0	3,2	0,1	0,2
14	50	S	6,0	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
14	80	J	9,0	0,0	3,5	0,7	6,5	2,1	0,0	0,0
14	80	M	17,0	2,2	5,3	1,9	13,4	2,2	0,0	0,0
15	T	J	7,0	2,4	3,0	0,9	5,7	2,3	0,0	0,0
15	T	M	16,4	6,8	4,3	1,4	11,6	3,7	0,0	0,0
15	T	S	3,0	0,0	5,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
15	20	M	23,4	6,0	8,3	4,3	18,8	4,6	0,1	0,4
15	50	J	7,9	2,1	4,8	2,4	7,0	1,8	0,0	0,0
15	50	M	17,8	7,3	5,9	2,7	13,7	4,3	0,0	0,0
15	50	S	4,0	0,0	3,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
15	80	J	6,4	1,3	3,4	1,1	5,4	1,0	0,0	0,0
15	80	M	12,8	2,4	3,5	1,1	9,3	2,1	0,0	0,0
15	80	S	3,5	1,6	3,4	1,5	4,0	1,6	0,0	0,0
16	T	J	8,0	1,4	2,5	0,7	6,5	0,0	0,0	0,0
16	T	M	20,9	4,0	8,4	3,2	14,6	3,6	0,4	0,5
16	20	J	7,7	0,6	2,0	1,0	4,7	0,6	0,0	0,0
16	20	M	19,7	6,7	5,5	3,1	14,5	4,0	0,1	0,3
16	20	S	6,0	0,0	4,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
16	50	J	6,3	0,5	3,0	1,4	4,5	1,3	0,0	0,0
16	50	M	13,5	3,4	3,6	1,2	9,4	2,2	0,0	0,0
16	50	S	3,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
16	80	J	7,5	1,6	4,0	1,2	6,3	1,4	0,0	0,0
16	80	M	15,1	5,3	5,1	2,2	10,1	2,0	0,1	0,4
17	T	M	18,4	4,2	5,6	2,1	13,9	4,0	0,1	0,4

17	T	S	6,0	0,0	5,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
17	20	M	20,2	4,3	6,5	2,9	14,8	4,4	0,2	0,4
17	50	J	8,9	7,1	3,8	2,2	6,3	3,9	0,0	0,0
17	50	M	21,7	6,6	7,0	2,2	17,4	4,1	0,1	0,3
17	80	M	19,1	5,1	5,4	3,0	14,7	4,4	0,3	0,5
18	T	J	6,0	1,4	3,5	3,5	4,0	1,4	0,0	0,0
18	T	M	20,7	3,6	11,6	5,1	16,5	4,2	0,4	0,5
18	T	S	6,0	0,0	2,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
18	20	M	20,3	6,5	7,5	5,7	15,2	5,0	0,2	0,4
18	50	J	8,0	0,0	3,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
18	50	M	17,8	5,8	5,1	2,4	13,0	2,6	0,1	0,4
18	80	J	8,3	0,8	2,8	1,2	6,2	1,6	0,0	0,0
18	80	M	14,7	4,1	4,8	1,9	11,5	3,9	0,0	0,0
19	T	J	6,7	1,2	6,7	0,6	9,2	2,6	0,0	0,0
19	T	M	20,7	6,2	5,2	2,3	15,8	3,8	0,1	0,3
19	T	S	4,0	0,0	5,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
19	20	M	23,0	5,4	8,3	4,1	16,8	1,0	0,0	0,0
19	50	J	9,0	0,0	2,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
19	50	M	22,6	6,1	7,4	4,1	15,5	3,8	0,0	0,0
19	80	J	7,2	3,1	3,8	2,4	7,3	1,8	0,0	0,0
19	80	M	21,5	4,9	4,0	0,8	15,8	1,5	0,0	0,0
19	80	S	1,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
20	T	J	7,3	1,6	3,3	1,5	8,0	2,6	0,0	0,0
20	T	M	18,4	5,0	4,3	1,9	13,5	3,0	0,0	0,0
20	T	S	3,5	0,0	3,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
20	20	J	7,2	2,3	2,7	1,5	6,3	2,1	0,0	0,0
20	20	M	20,9	6,1	6,0	2,8	16,3	5,3	0,2	0,4
20	20	S	3,0	0,0	7,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
20	50	J	6,6	1,4	4,0	2,6	6,3	1,3	0,0	0,0

20	50	M	16,3	5,1	4,1	2,5	11,2	3,8	0,0	0,0
20	80	J	7,0	0,0	2,0	1,4	8,0	1,4	0,0	0,0
20	80	M	22,8	2,2	6,8	2,6	18,8	2,1	0,2	0,4
21	T	J	6,0	0,0	2,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
21	T	M	20,3	7,6	4,3	3,7	14,1	4,2	0,2	0,4
21	20	J	9,0	0,0	3,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
21	20	M	18,3	4,0	6,8	3,3	13,3	3,4	0,0	0,0
21	20	S	5,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
21	50	J	7,0	1,4	2,5	0,7	6,0	0,0	0,0	0,0
21	50	M	13,2	2,3	5,6	3,4	9,8	2,0	0,0	0,0
21	50	S	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
21	80	J	8,3	1,1	3,5	0,7	7,8	0,4	0,0	0,0
21	80	M	17,7	5,2	4,2	1,1	13,7	2,2	0,0	0,0
22	T	M	22,2	4,8	5,3	2,2	17,1	3,7	0,2	0,4
22	20	J	5,0	0,7	5,0	2,8	5,5	0,7	0,0	0,0
22	20	M	19,6	4,3	5,5	1,7	15,8	3,3	0,2	0,4
22	20	S	2,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
22	50	J	8,0	0,0	7,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
22	50	M	20,5	5,6	5,8	1,3	16,8	4,4	0,2	0,4
22	80	J	9,0	0,0	3,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
22	80	M	19,6	4,7	6,8	2,2	14,0	2,2	0,0	0,0
23	T	J	7,5	0,0	3,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
23	T	M	19,8	5,3	4,9	1,8	15,8	2,9	0,0	0,0
23	20	J	6,0	0,0	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
23	20	M	19,0	3,7	6,1	2,9	15,2	1,3	0,0	0,0
23	50	J	6,3	1,0	4,5	2,5	6,3	2,1	0,0	0,0
23	50	M	21,4	5,2	6,3	2,4	17,4	2,8	0,3	0,5
23	80	J	9,0	0,0	8,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
23	80	M	18,8	1,9	6,8	1,3	14,2	1,1	0,4	0,5

24	T	J	5,5	3,5	2,0	0,0	4,5	0,7	0,0	0,0
24	T	M	13,3	2,3	3,6	1,0	11,1	1,7	0,0	0,0
24	20	J	6,8	1,4	3,3	1,0	7,0	2,2	0,0	0,0
24	20	M	10,9	0,7	4,4	1,7	8,1	1,6	0,0	0,0
24	20	S	7,0	0,0	5,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
24	50	J	7,5	2,1	2,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
24	50	M	13,2	4,3	3,0	1,6	12,4	2,7	0,0	0,0
24	50	S	6,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
24	80	J	6,3	1,5	3,6	2,1	5,3	1,9	0,0	0,0
24	80	M	16,8	6,1	5,6	2,7	13,3	4,3	0,0	0,0
24	80	S	4,3	2,1	4,0	0,8	3,0	1,4	0,0	0,0
25	T	J	7,0	0,0	5,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
25	T	M	17,3	6,4	5,2	2,2	10,9	2,7	0,2	0,4
25	T	S	4,0	0,0	5,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
25	20	M	12,2	2,3	6,3	2,1	10,0	1,0	0,0	0,0
25	50	J	7,5	0,0	6,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
25	50	M	19,0	2,6	5,7	0,6	15,0	1,0	0,0	0,0
25	80	J	5,3	1,7	3,4	0,9	4,1	1,4	0,0	0,0
25	80	M	15,3	1,7	4,6	1,1	13,8	3,0	0,0	0,0
25	80	S	2,5	0,7	2,5	0,7	2,5	0,7	0,0	0,0
26	T	J	9,0	0,0	3,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
26	T	M	16,3	5,3	6,1	1,9	11,7	2,7	0,1	0,3
26	20	J	8,0	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
26	20	M	16,4	3,5	6,5	1,4	12,6	2,0	0,0	0,0
26	50	J	6,5	2,3	3,4	0,9	6,3	1,4	0,0	0,0
26	50	M	14,7	4,5	4,6	2,0	11,8	3,2	0,0	0,0
26	80	J	5,7	0,6	4,3	2,1	4,8	0,3	0,0	0,0
26	80	M	15,8	4,3	4,8	1,9	11,2	2,9	0,4	0,5
27	T	J	4,8	1,4	2,7	0,6	4,3	0,6	0,0	0,0

27	T	M	14,3	3,0	4,4	2,2	11,9	2,6	0,1	0,4
27	T	S	2,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
27	20	J	4,8	0,4	3,0	0,0	4,5	0,7	0,0	0,0
27	20	M	13,6	4,0	4,1	1,1	12,0	3,5	0,0	0,0
27	50	J	6,6	1,5	3,8	1,0	5,4	1,3	0,0	0,0
27	50	M	12,6	3,0	4,6	1,1	10,0	2,6	0,0	0,0
27	50	S	3,0	1,4	5,0	1,4	3,0	1,4	0,0	0,0
27	80	J	7,0	0,0	4,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
27	80	M	13,4	0,9	4,0	1,4	10,0	1,4	0,0	0,0
27	80	S	3,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
28	T	J	5,0	0,0	3,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
28	T	M	19,6	2,4	6,7	2,2	14,0	1,8	0,1	0,3
28	20	J	8,0	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
28	20	M	21,0	4,6	6,0	5,5	16,3	4,8	0,0	0,0
28	50	M	23,3	1,8	6,5	0,7	15,5	2,1	1,0	0,0
28	50	S	1,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
28	80	J	6,8	2,5	2,8	0,8	5,1	1,1	0,0	0,0
28	80	M	15,1	4,6	5,4	2,2	11,3	3,8	0,3	0,5
28	80	S	6,0	0,0	3,5	2,1	3,5	0,7	0,0	0,0
29	T	J	7,3	1,2	2,7	1,5	6,3	0,6	0,0	0,0
29	T	M	17,6	3,4	4,6	0,9	14,6	2,4	0,4	0,5
29	T	S	4,5	0,0	5,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
29	20	M	20,0	3,4	5,3	3,0	14,3	2,3	0,7	0,5
29	50	M	19,8	3,8	4,6	1,7	14,6	2,2	0,5	0,5
29	50	S	1,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
29	80	J	6,0	0,0	3,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
29	80	M	19,0	5,7	5,5	2,1	12,5	4,9	0,5	0,7
30	T	J	6,0	0,0	1,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
30	T	M	16,0	3,6	4,6	1,8	13,1	1,9	0,0	0,0

30	T	S	2,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
30	20	J	6,4	3,2	3,0	1,0	6,6	1,8	0,0	0,0
30	20	M	20,2	6,5	4,2	2,1	14,5	4,4	0,0	0,0
30	50	J	5,5	0,7	4,0	0,0	5,5	0,7	0,0	0,0
30	50	M	18,3	4,2	4,8	1,7	14,4	3,0	0,0	0,0
30	80	J	6,3	0,6	3,0	1,0	5,3	1,2	0,0	0,0
30	80	M	15,2	4,3	3,4	1,4	11,8	3,5	0,0	0,0
31	T	M	17,8	4,5	5,7	2,9	13,1	3,3	0,0	0,0
31	20	J	7,0	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
31	20	M	19,1	4,5	5,5	1,5	15,2	3,5	0,1	0,2
31	50	M	24,8	5,8	6,8	2,6	17,0	2,9	0,0	0,0
31	80	J	5,8	2,2	4,0	0,8	4,6	0,9	0,0	0,0
31	80	M	19,3	6,8	5,3	2,3	14,2	3,2	0,0	0,0
31	80	S	3,5	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
32	T	J	5,2	2,2	4,1	0,7	4,5	1,3	0,0	0,0
32	T	M	11,0	0,0	5,5	3,5	7,8	1,8	0,0	0,0
32	20	J	6,0	1,7	2,7	0,6	4,0	0,0	0,0	0,0
32	20	M	11,3	1,4	4,8	0,5	9,5	0,6	0,0	0,0
32	50	J	3,0	0,0	1,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
32	50	M	12,7	1,2	6,7	1,5	10,7	2,3	0,3	0,6
32	50	S	3,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
32	80	J	7,0	0,0	4,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
32	80	M	10,8	1,1	4,5	0,7	6,0	0,0	1,0	0,0
33	T	J	6,0	1,4	4,0	1,4	6,0	1,4	0,0	0,0
33	T	M	12,3	2,4	3,4	1,6	9,1	1,1	0,3	0,5
33	20	J	7,2	1,8	2,6	1,1	4,9	1,7	0,0	0,0
33	20	M	12,7	1,2	4,3	1,5	9,0	1,7	0,3	0,6
33	20	S	2,5	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
33	50	J	5,3	0,9	4,0	1,4	3,9	0,8	0,0	0,0

33	50	M	12,8	1,8	4,7	1,2	9,3	2,5	0,7	0,6
33	50	S	3,3	0,4	4,0	1,4	1,8	0,4	0,0	0,0
33	80	J	5,0	0,0	3,0	0,0	4,5	0,7	0,0	0,0
33	80	M	11,0	1,4	5,0	1,4	9,5	0,7	0,5	0,7
33	80	S	3,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
34	T	J	6,0	1,8	2,3	0,6	4,8	1,0	0,0	0,0
34	T	M	13,0	3,1	4,0	1,4	9,2	1,7	0,2	0,4
34	20	J	4,3	1,5	3,3	0,6	4,0	1,0	0,0	0,0
34	20	M	12,3	3,2	4,3	0,6	10,7	1,5	0,7	0,6
34	20	S	3,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
34	50	J	5,5	3,5	3,0	1,4	5,5	2,1	0,0	0,0
34	50	M	10,0	0,0	3,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
34	80	J	6,0	2,6	3,3	1,5	4,3	1,5	0,0	0,0
34	80	M	14,5	2,1	5,5	2,1	9,8	3,2	0,5	0,7
34	80	S	3,0	0,0	7,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
35	T	J	5,3	1,6	3,2	1,9	3,8	2,0	0,0	0,0
35	T	M	13,3	2,8	6,5	2,1	9,1	1,9	0,3	0,5
35	T	S	3,0	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
35	20	J	7,0	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
35	20	M	11,3	1,5	3,7	0,8	9,7	1,4	0,7	0,5
35	20	S	2,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
35	50	J	5,6	1,9	4,0	1,8	3,8	1,3	0,0	0,0
35	50	M	14,5	3,5	6,0	1,4	11,5	3,5	0,5	0,7
35	50	S	2,0	0,0	2,3	0,6	1,3	0,6	0,0	0,0
35	80	J	5,4	1,1	3,3	0,5	4,3	1,3	0,0	0,0
35	80	M	10,0	0,0	6,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
36	T	J	5,5	1,4	3,1	0,8	4,4	1,2	0,0	0,0
36	T	M	10,1	0,3	4,0	0,8	7,3	1,0	0,3	0,5
36	T	S	4,0	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0

36	20	J	4,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
36	20	M	10,6	0,9	4,8	1,2	9,0	0,9	0,6	0,5
36	20	S	2,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
36	50	J	5,5	1,7	3,3	1,0	4,6	2,1	0,0	0,0
36	50	M	10,8	0,3	4,3	1,2	7,3	1,2	0,3	0,6
36	80	J	5,8	1,4	3,2	0,4	4,1	0,5	0,0	0,0
36	80	M	10,0	0,0	3,0	0,0	7,5	0,0	1,0	0,0
36	80	S	2,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
37	T	J	4,2	1,3	4,2	1,1	3,1	1,0	0,0	0,0
37	T	M	13,8	1,7	6,0	2,9	10,3	2,1	0,0	0,0
37	20	J	6,5	0,9	6,3	5,8	6,0	2,6	0,0	0,0
37	20	M	12,4	2,8	6,3	0,5	10,4	2,7	0,3	0,5
37	20	S	1,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
37	50	J	3,7	0,6	3,0	1,0	2,8	0,3	0,0	0,0
37	50	M	12,2	2,6	5,0	0,0	9,3	3,2	0,7	0,6
37	50	S	1,8	0,8	2,0	1,7	1,5	0,5	0,0	0,0
37	80	J	8,5	0,0	3,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0
37	80	M	11,5	2,1	6,0	1,4	7,0	2,8	0,0	0,0
37	80	S	3,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0

* Les étiquettes de 76 individus furent perdu entre 2009 et 2010 et n'ont pu être suivit en 2010.

