



Culture de la chicouté

État des connaissances

Mireille Bellemare
Guillaume Théroux Rancourt

Sous la direction de
Line Lapointe
Line Rochefort

Décembre 2005



UNIVERSITÉ
LAVAL



Groupe de recherche
 en écologie des tourbières

Peatland Ecology
 Research Group

Culture de la chicouté

État des connaissances

Mireille Bellemare
Guillaume Thérroux Rancourt

Sous la direction de
Line Lapointe
Line Rochefort

1^{ère} édition révisée
Décembre 2005

Rapport interne du Groupe de recherche en écologie des tourbières
Université Laval
Québec

Pour citer :

Bellemare, M. et G Thérroux Rancourt. 2005. Culture de la chicouté. État des connaissances.
Groupe de recherche en écologie des tourbières, Université Laval, Québec. 24 p.

Résumé

Au Québec, la chicouté (*Rubus Chamaemorus* L.), plante circumpolaire et circumboréale, pousse principalement dans les tourbières ombrotrophes de la grande région de la Côte-Nord. Elle fait partie de la famille des Rosacées mais certaines de ses caractéristiques en font une espèce unique. Elle est dioïque, les fleurs mâles et femelles sont portées par des individus séparés, mais certains spécimens hermaphrodites ont déjà été observés. De plus, elle se reproduit principalement par voie végétative au moyen de rhizomes. Une grande proportion de sa biomasse, soit environ 95%, est souterraine. Le fruit est une polydrupe comestible de couleur orange à maturité.

Le rendement en fruits de la chicouté est faible comparativement à d'autres fruits sauvages. Seulement 26% des fleurs femelles produisent un fruit. Dans une tourbière relativement productive le rendement moyen est de 300 kg de fruits par hectare. Cependant, selon l'habitat et l'année, le rendement peut varier entre 10 et 1500 kg/ha. Les principaux facteurs qui ont une influence sur le rendement de la chicouté sont : la limitation des ressources, le gel et d'autres variables de moindre importance telles la qualité de la population, les ravageurs et les maladies.

Dans une région au contexte socio-économique précaire, la culture de la chicouté s'avère une avenue intéressante. Un survol des pratiques culturelles adaptées à la chicouté sera effectué dans ce rapport. Du choix des cultivars aux méthodes de production, en passant par les régies de cultures spécifiques à la chicouté aux étapes de la récolte et de la conservation des fruits, plusieurs informations pertinentes pour la mise en place d'une culture de chicouté seront expliquées dans ce rapport.

Préface

La culture de la chicouté en tourbière naturelle et résiduelle fait partie du volet production de petits fruits en tourbières de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en aménagement des tourbières. Ce projet est aussi subventionné par une action concertée du Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) dans le cadre du soutien stratégique à la promotion et à la consolidation de la recherche sur l'environnement rural.

Cette culture étant de longue durée, les résultats les plus probants ne seront obtenus qu'après les trois années consacrées au projet. Ce guide permet donc de présenter l'état des connaissances sur la chicouté. Ceci regroupe les informations acquises lors de la mission d'étude en Fennoscandie financée par le fonds d'initiative internationale du CRSNG, mission menée par les professeures Line Lapointe et Line Rochefort. Elle contient aussi les informations recueillies par M. Guillaume Thérault Rancourt lors de son stage en Finlande auprès de Mme Heli Pirinen, responsable du projet de culture de la chicouté dans la région du Kainuu. À cela s'ajoute une revue de littérature et les résultats de recherches récentes.

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Distribution	1
3. Biologie de la chicouté.....	2
3.1 Caractéristiques de la plante	2
3.1.1 Rhizomes	2
3.1.2 Feuilles	2
3.1.3 Fleurs.....	3
3.1.4 Fruits	4
3.2 Stades phénologiques	6
3.3 Hybridation	6
3.4 Mycorhizes.....	6
3.5 Facteurs affectant le rendement	6
3.5.1 Limitation des ressources.....	6
3.5.2 Le gel.....	7
3.5.3 Autres variables affectant le rendement de la chicouté	8
4. Pratiques culturales.....	9
4.1 Choix des cultivars	9
4.2 Production et choix des plants	10
4.2.1 Production des plants et rhizomes.....	10
4.2.2 Entreposage et conservation des rhizomes	11
4.3 Le site, le sol et la plantation	11
4.3.1 Le sol.....	11
4.3.2 Hauteur de la nappe d'eau	12
4.3.3 Drainage de l'eau	12
4.3.4 Irrigation	12
4.3.5 Brise-vent.....	13
4.3.6 Préparation du sol.....	13
4.3.7 Fertilisation.....	14
4.3.8 Plantation et types de plants	14
4.3.9 Paillis.....	15
4.4 Systèmes culturaux	16
4.4.1 Culture dans des population sauvages	16
4.4.2 Culture par plantation de matériel sélectionné	16
4.5 Pollinisation	17
4.6 Récolte et conservation des fruits.....	17
4.6.1 Récolte des fruits.....	17
4.6.2 Classification des fruits.....	18
4.6.3 Conservation des fruits	18
4.7 Rajeunissements des champs	18
4.8 Protection contre le froid.....	18
4.9 Maladies et ravageurs	19
4.10 Plantes compétitrices	19
5. Conclusion	20
6. Bibliographie.....	21

Liste des figures

Figure 1. Rhizome de chicouté enraciné.	2
Figure 2. Fleurs de chicouté mâle et femelles.....	3
Figure 3. Feuille de chicouté.....	4
Figure 4. Fleur hermaphrodite.	4
Figure 5. Différents niveaux de mûrissement de fruits de chicouté.	5
Figure 6. Multiplication de rhizomes de chicouté et plants de chicouté en multicellules.	9
Figure 7. Chicouté poussant sur sable.	11
Figure 8. Barrage utilisé pour les essais sur la hauteur de la nappe d'eau à Pointe-Lebel.	12
Figure 9. Essais sur l'utilisation de brise-vent en Norvège.	13
Figure 10. Planteur de chicouté développé par la compagnie Andøytorg en Norvège.	15
Figure 11. Plantation de chicouté de deux ans en tourbière résiduelle, sur l'île d'Andøy en Norvège.	17
Figure 12. Une belle récolte de fruits.	18
Figure 13. Larve d'insecte sur une feuille de chicouté.	19

Crédits

Figure 1, 2	Jin Zhou
Figure 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.	Guillaume Thérout Rancourt
Figure 5 (haut).....	Mireille Bellemare
Figure 5 (bas), 13 et page couverture.	Heli Pirinen

1. Introduction

La chicouté (*Rubus chamaemorus* L.) est une plante présente dans certains pays de l'hémisphère Nord. Le nom chicouté signifie « feu » en montagnais, probablement en raison de la couleur de son fruit avant la maturité [1].

Le fruit, très peu connu au Canada, est cueilli depuis des siècles en Fennoscandie. Un sondage effectué en Finlande a permis d'évaluer la quantité totale de la récolte de fruits de chicouté à 6100 tonnes en 1997 dont seulement 900 étaient destinées à la commercialisation [2]. Il est maintenant difficile d'obtenir des fruits auprès des cueilleurs individuels puisque ceux-ci sont de plus en plus âgés et que les jeunes ne sont pas intéressés par cette activité rémunératrice plutôt exigeante [3]. Pour contrer ce problème, plusieurs tentent de se tourner vers la culture de la chicouté.

Les premiers essais de culture ont eu lieu en Norvège dans les années 1930 [4], mais il a fallu attendre une vingtaine d'années pour que des essais de plus grande envergure débutent dans ce pays [5]. C'est cependant à partir des années 1980 que la recherche s'est intensifiée, tant en Finlande [6, 7] qu'en Norvège [8]. Les essais norvégiens ont mené récemment à la publication d'un guide de production de la chicouté [9]. L'équipe norvégienne de Kåre Rapp a aussi homologué deux cultivars femelles et deux cultivars mâles à la fin des années 1990. Des essais de cultures sont présentement en cours dans une tourbière résiduelle de Norvège (K. Rapp, Planteforsk Holt, Norvège, comm. pers.), au champ et en serre dans la région du Kainuu, en Finlande (H. Pirinen, Pro Agria Kainuu, Finlande, comm. pers.), ainsi que dans le sud de la Suède, en serre [10]. Au Canada, peu d'essais de culture ont été tentés, cependant, les connaissances sur la biologie de l'espèce ont progressé au cours des 20 dernières années.

2. Distribution

La chicouté est une plante boréale circumpolaire retrouvée dans l'hémisphère Nord en Sibérie, en Fennoscandie, au Canada et en Alaska. La limite sud de sa répartition atteindrait le 44°N [4] tandis qu'en Europe on la trouve jusqu'au 50°N. Elle est présente principalement dans les tourbières, plus spécifiquement dans les tourbières ombrotrophes (bogs). On peut aussi la trouver en sol minéral avec un bon couvert d'humus [9] bien que des essais réalisés en Finlande sur sol minéral ont montré qu'après quelques années la chicouté se fait envahir par des plantes adventices, en raison de sa faible compétitivité (G. Thérout Rancourt, observation personnelle). En règle générale, elle pousse dans des sols à pH acide, entre 3,5 et 4,5 probablement parce que la compétition avec les autres espèces y est réduite [11].

3. Biologie de la chicouté

3.1 Caractéristiques de la plante

La chicouté est une plante herbacée de la famille des Rosacées. Elle est pérenne et dioïque et se reproduit principalement de façon végétative. C'est une plante octoploïde ($2n=8x=56$) [12] et elle est la seule représentante du groupe 3 du genre *Rubus*, le groupe *Chamaemorus* [9].

3.1.1 Rhizomes

Les rhizomes de la chicouté sont des organes de multiplication végétative importants pour cette plante. Ils sont ramifiés et poussent à environ 30 cm de profondeur parallèlement à la surface du sol [4]. Les rhizomes des clones femelles ont en moyenne 9,7 m de longueur [13].

Les rhizomes contiennent des réserves de sucres qui représentent environ 23 % de leur biomasse sèche [13]. De plus, le rhizome permet de « suppléer à la production photosynthétique des feuilles; ces dernières ne représentant pas une source assez importante pour supporter le développement du fruit à elles seules » [14]. L'accumulation de sucre dans les rhizomes est élevée en début de saison et chute lorsque le fruit commence à prendre rapidement de l'expansion. Par la suite, le rhizome peut accumuler à nouveau des sucres.

Les rhizomes femelles ont un taux de débourrement des bourgeons (89,3 %) plus élevé que les mâles (67,7 %; [15]). L'utilisation d'acide gibbérellique GA_3 n'a aucun effet positif sur le débourrement des bourgeons du rhizome.

Les résultats non publiés d'essais menés en Norvège et au Québec ont montré peu d'effet des auxines sur la croissance racinaire.

3.1.2 Feuilles

On retrouve chez la chicouté de une à trois feuilles simples, réniformes, portant chacune de trois à sept lobes arrondis [1]. La taille des feuilles varie entre 2 et 5 cm de longueur et 3 et 7 cm de largeur [16].



Figure 2. Rhizome de chicouté enraciné en pot avec bonne croissance racinaire et présence de nouveaux rhizomes (blancs, au centre).



Figure 3. Fleurs de chicouté mâle (à droite) et femelles.

3.1.3 Fleurs

Les fleurs, blanches et solitaires, sont situées au bout des tiges. Elles ont généralement cinq sépales [16] et cinq pétales d'une longueur moyenne de 8,1 mm, les fleurs mâles étant généralement un peu plus grandes [17]. Le nombre d'étamines varie de 25 à 120, tandis que le nombre de pistils varie de 3 à 40. La chicouté est dioïque, mais les fleurs de chaque sexe comportent des organes rudimentaires de l'autre sexe.

3.1.3.1 Pollinisation

La pollinisation chez la chicouté est entomophile, c'est-à-dire effectuée par des insectes. Au Québec, sur la Côte-Nord, les fleurs femelles produiraient significativement plus de nectar que les fleurs mâles [18]. Il a été suggéré que les fleurs femelles attirent les pollinisateurs par défaut en essayant de tromper les insectes en se faisant passer pour des fleurs mâles [19]. Cependant, une grande variabilité dans la production de nectar a été observée, soit entre les différentes fleurs et les différentes années. Si ce phénomène est courant, alors au cours des années où la production de nectar est faible, des fleurs femelles qui ressemblent plus aux fleurs mâles pourraient avoir un plus grand succès reproducteur en attirant des pollinisateurs secondaires, comme des abeilles et des bourdons [18]. Dans les populations où le nombre de femelles est élevé, le pourcentage de pollinisation est faible [20]. Toutefois, dans les populations où le rapport entre mâles et femelles est égal, cela ne se produit pas. Ceci est dû au fait que les fleurs femelles ont plus de chances d'être pollinisées s'il y a autant d'individus mâles que de femelles [21].

Les échantillonnages et les expériences d'introduction contrôlée réalisés par Brown [18] ont montré que quatre familles d'insectes (Hymenoptera : Apidae, Halictidae, Diptera : Muscidae, Syrphidae) représentaient les visiteurs les plus fréquents et les pollinisateurs les plus efficaces de la chicouté. Cette dernière semble être la candidate idéale pour répondre aux besoins des petites mouches, avec des fleurs simples et ouvertes et des quantités du pollen et de nectar idéales pour les besoins alimentaires de ces insectes [18].



Figure 4. Feuille de chicouté.



Figure 5. Fleur hermaphrodite.

3.1.3.2 Hermaphrodisme

Des spécimens hermaphrodites ont été observés dans les années 1970 en Finlande. Les hermaphrodites seraient cependant plutôt rares et sporadiques [17]. Il existe plusieurs niveaux d'hermaphrodisme selon le degré de développement des étaminoïdes [17]. Toutefois, la majorité des essais sur la propagation des clones hermaphrodites ont échoué, les clones étant devenus des plants mâles après quelques saisons de croissance. En Finlande, deux personnes affirment indépendamment posséder des clones hermaphrodites qui ont conservé leurs caractères depuis plusieurs années (O. Iivanainen, MTT Research station, Sotkamo, Finlande, comm. pers.). L'une d'entre elles, Marjatta Uosukainen, de la station de recherche de Laukaa, a développé le cultivar Nyby, qui sera commercialisé dès 2006 en Finlande.

3.1.4 Fruits

Le fruit de la chicouté est une polydrupe. Chaque carpelle fécondé sur le réceptacle formera une drupéole. Chaque fruit peut posséder en nature entre une et 16 drupéoles [14]. Les fruits de la chicouté produisent des graines volumineuses.

Junttila *et al.* [22] ont remarqué que l'utilisation de gibbéréline (GA_3) à des doses de 2,5 à 10 μg induisait le développement de fruits parthénocarpiques. Les fruits obtenus en serre possédaient en moyenne $19,6 \pm 3,4$ drupes. Les graines provenant des fruits parthénocarpiques ne contenaient pas d'embryon : la masse des graines était donc faible. En général, les gibbérélines 3 β -hydroxylées, en particulier le dimethyl GA_4 , les GA_4 , GA_3 et GA_1 sont actives dans le développement de fruits parthénocarpiques.

L'emploi d'auxines n'a pas permis le développement de fruits parthénocarpiques.

3.1.4.1 Masse et couleur des fruits

Le fruit de la chicouté est sphérique et change d'aspect tout au long de sa maturation : il est d'abord blanc verdâtre, puis rouge et opaque et il devient de couleur ambrée et translucide lorsque mature.

En Finlande, à la suite d'un concours visant à trouver des clones produisant de gros fruits, il a été établi que la masse moyenne d'un fruit est de 2 à 3 g. Le plus gros fruit échantillonné lors ce concours pesait 6,5 g [23]. La masse des graines était corrélée de façon positive avec la masse des fruits. Toutefois, certains gros fruits avaient une plus

faible quantité de graines, et donc un contenu en pulpe plus élevé. À l'aide des plants à gros fruits qui provenaient du concours, des fruits de 5,5 g ont été obtenus en serre.

De plus, on a recueilli en nature trois génotypes aux fruits de couleur rouge ainsi qu'un génotype aux fruits blancs. En Norvège, on aurait aussi trouvé un génotype bleu (K. Rapp, Planteforsk Holt, Norvège, comm. pers.).

3.1.4.2 Mûrissement des fruits

Il a été observé que les fruits qui mûrissent plus tôt possèdent plus de graines et une masse totale de graines plus élevée que les fruits qui mûrissent plus tardivement [24]. Aussi, pour chaque augmentation de 1 °C, il y a une diminution du temps de mûrissement des fruits de 1,7 jour [20]. Toutefois, cet effet n'est plus observable lorsque le fruit a de 8 à 10 drupéoles ou plus. Cette différence correspond à environ 80 à 100 degrés-jours de moins pour atteindre le mûrissement.

3.1.4.3 Composition et propriétés des fruits

Les petits fruits sont riches en composés phénoliques et en antioxydants (vitamine C et E). Ils en contiennent de plus grandes proportions que la majorité des autres fruits. Leur contenu en calories est faible. Ils sont une bonne source de fibres : les fibres insolubles (cellulose) permettent de prévenir la constipation tandis que les fibres solubles (pectine) permettent de diminuer le cholestérol sanguin et la glycémie (taux de sucre sanguin). La quantité de glucides est faible, plus faible que dans la majorité des autres fruits. On trouve chez certains petits fruits, dont le cassis et l'argousier, des acides gras bénéfiques. De plus, les petits fruits nordiques ont un contenu faible en sodium et élevé en potassium, qui agissent sur la pression sanguine (R. Törrönen, Université de Kuopio, Finlande, comm. pers.).

Les composés phénoliques sont principalement :

- les flavonoïdes (flavones, anthocyanines),
- les acides phénoliques,
- les tannins et
- les lignanes.

La quantité moyenne de matière sèche des fruits de chicouté est d'environ 13,6 %, alors que le contenu en sucre est de 5,7 % [25]. Le contenu en sucre est plus élevé chez les fruits qui proviennent du continent que chez ceux provenant des régions côtières. On trouve environ 86 mg de vitamine C et 53 mg d'acide benzoïque par 100 g de fruit. L'acide benzoïque permet à la chicouté d'être conservée pendant plusieurs jours sans modification de sa composition. Dans le jus de chicouté, la quantité d'acide benzoïque est diminuée de moitié comparativement à celle des fruits congelés ou de la confiture. De plus, le contenu en matière sèche (pulpe, etc.) est plus faible pour le jus que pour les fruits congelés et la confiture (7,2% vs 14,7 et 14,6 %).



Figure 6. Différents niveaux de mûrissement de fruits de chicouté, des sépales fermés autour du fruit (haut) au fruit mûr (bas).

3.2 *Stades phénologiques*

Yudina [26] a délimité les stades phénologiques de la chicouté en Karélie (Russie). La croissance débute vers la mi-mai. Les bourgeons apicaux, qui passent l'hiver à une profondeur de 1,5 à 3,0 cm sous la surface de la tourbière, sortent de la tourbe. Graduellement, les bourgeons grossissent et éclatent. Les bourgeons floraux apparaissent normalement lorsque la pousse a atteint 1 cm de hauteur, aux alentours du 25 au 29 mai. La première fleur, dans les sites ouverts, apparaît vers les 24-26 mai, tandis que la floraison est complète vers le 31 mai. Le stade fruit vert apparaît vers la mi-juin (14 juin). Le premier fruit mûr apparaît au début de juillet (11 juillet). Vers la mi-juillet, la majorité des fruits sont mûrs (18 juillet). Il s'écoule en tout de 47 à 51 jours entre la période où toutes les fleurs sont ouvertes et la période où les fruits sont mûrs. La durée totale de la saison de croissance de la végétation est de 88 à 104 jours.

En comparaison, en Moyenne-Côte-Nord, la période de floraison s'étend du début juin au début juillet, chaque fleur n'étant ouverte que quelques jours [14]. Pour la Haute-Côte-Nord, c'est un peu plus tôt, tout dépendant de la fonte des neiges. La floraison commence aux environs de la mi-mai lorsque la température est clémente et la maturation du fruit prend un peu plus de 35 jours (R. Gauci, Université Laval, comm. pers.).

3.3 *Hybridation*

Une hybridation en laboratoire a été faite entre un plant femelle de chicouté et le framboisier, *Rubus idaeus* [27]. Toutefois, l'hybride obtenu ne comportait que des femelles et était stérile parce que son nombre chromosomique était de 5n.

3.4 *Mycorhizes*

Les recherches de mycorhizes chez la chicouté par Taylor [28] ont mené à peu d'identifications positives. Les analyses foliaires de *R. chamaemorus* faites dans l'étude présentent des concentrations en nutriments plus élevées que plusieurs autres espèces de tourbières. Ces résultats indiquent que la demande nutritive peut être comblée adéquatement même en l'absence de mycorhize et avec une faible quantité de poils capillaires. L'absorption minérale serait donc effectuée par les racines adventives et par les rhizomes. Une étude canadienne rapporte cependant la présence de mycorhizes vésiculaires-arbusculaires chez des spécimens de chicouté [29]. Une autre étude, plus récente, réalisée sur des spécimens de chicouté provenant de sept tourbières de la Côte-Nord, infirme ces résultats (Y. Dalpé, Agriculture Canada, comm. pers.). En effet, aucune mycorhize n'a été détectée chez les spécimens récoltés.

3.5 *Facteurs affectant le rendement*

3.5.1 *Limitation des ressources*

La chicouté se reproduit principalement par voie végétative. Dans les conditions froides des régions subarctiques, environ 95 % de la biomasse est allouée aux organes souterrains et seulement 0,05 % à la reproduction [30]. Les clones femelles ont en moyenne 9,7 m de longueur et produisent 6,2 ramets dont seulement 1,7 porte une

fleur [13]. L'une des raisons pouvant expliquer l'avortement des fruits chez la chicouté concerne sa faible capacité d'entreposage des sucres qui représentent environ 23 % de la biomasse sèche du rhizome [13]. La capacité d'entreposage en sucres des rhizomes étant faible par rapport à la demande en sucres des fruits, un rhizome plus long permettrait de diminuer le taux d'avortement des fruits produits puisqu'il y aurait plus de réserves disponibles.

En tourbière, la disponibilité des nutriments est faible. Chez la chicouté, qui est une plante pérenne et clonale, si le carbone et les nutriments sont limitants, le conflit de l'allocation des ressources peut être amplifié en raison de la nécessité d'investir davantage dans la croissance clonale. La reproduction sexuée chez les plantes est un événement qui est coûteux en énergie en termes de production de fruits et de graines [31]. La limitation des ressources, en particulier les nutriments et surtout le carbone, est donc un facteur qui affecterait le rendement de la chicouté. D'ailleurs, elle a la capacité de produire des graines ayant une plus faible biomasse lorsque les ressources sont limitatives [14]. De plus, des études ont montré que la quantité de potassium est moins grande chez les fruits qui avortent que chez les fruits matures (R. Gauci, Université Laval, comm. pers.). De même, le contenu en phosphore des ramets portant des fruits avortés est plus faible que celui des ramets où il n'y a pas eu d'avortement. Une expérience sur le marquage de ramets floraux et non floraux à l'aide de carbone 14 (^{14}C) a montré que ce dernier restait à proximité du ramet floral durant le développement du fruit, suggérant que le fruit représente un coût important pour le ramet floral. De plus, les ramets non floraux ne contribueraient pas directement au développement du fruit, car ils dirigent le carbone essentiellement vers le rhizome. Enfin, la production du carbone par la feuille pourrait être limitée pour subvenir aux besoins du fruit puisque pendant environ 63 % de la durée de la maturation du fruit, la feuille est en phase de croissance.

3.5.2 Le gel

Le gel serait le facteur limitant le plus le rendement de la chicouté [33]. Ceci est dû au fait que le développement des fleurs se produit à une période où le risque de gel est fréquent [21, 32]. Par exemple, au Lac à l'Eau Claire, dans le Nord du Québec, les ramets reproducteurs apparaissent presque tous avant le 11 juillet [30] et sur la Côte-Nord vers la mi-juin (M. Bellemare, obs. pers.). À $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, les jeunes pousses peuvent mourir alors que les plus vieilles peuvent supporter des températures inférieures à $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ [33]. Les individus femelles en fleurs sont très sensibles aux basses températures, un gel de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ leur est léthal, alors que les mâles meurent à une température de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ [26, 32]. Cependant, deux nuits consécutives sous $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ seront fatales aux deux sexes. La résistance au gel augmente lors de la maturation des fruits, puisque les plants peuvent alors supporter des températures de -3 ou $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ [34]. Il y aurait des différences régionales dans la résistance au gel chez la chicouté, l'épaisseur de neige étant un facteur à considérer. Selon Kortesharju [34], des conditions instables de la couverture de neige favorisent une meilleure tolérance au gel.

Par ailleurs, la température optimale pour l'élongation des ramets est plus basse que celle favorisant la photosynthèse [6]. Deux à trois semaines après le début de l'élongation, il y a déjà ouverture de la fleur ou de la feuille terminale. La plante se retrouve donc dans une période où l'incidence du gel est encore importante.

À lui seul, le gel durant la floraison explique 38 % de la variation de l'indice d'abondance de la chicouté en milieu naturel [35].

Ågren [21] a analysé différentes populations de chicouté par rapport au gel. Dans les populations fréquemment exposées au gel, la variation dans la proportion des fleurs peut être expliquée par la présence de gel lors de la période de développement des fleurs. Toutefois, dans les populations protégées, les fleurs femelles avortent sans signe de dommage physique. La chicouté ferait donc une sur-initiation florale, ce qui permettrait à la plante de profiter des années avec peu de gel en produisant plus de fleurs. Dans les populations sensibles, la production de fruits est généralement faible, et la production est élevée pendant certaines années. Cependant, pour les populations protégées, les fleurs surnuméraires permettent de contrôler les effets de l'herbivorisme et d'éliminer certains génotypes inférieurs.

3.5.3 Autres variables affectant le rendement de la chicouté

Un été très chaud stimule l'apparition de *Galerucella nymphaea* et *G. sagittariae*, des insectes qui se nourrissent des feuilles de chicouté [35, 36]. Toutefois, un été chaud n'a pas d'incidence sur le rendement de l'année suivante.

Les autres variables météorologiques évaluées par Wallenius [35] (ex. : nombre de jours de forte pluie, somme des précipitations, etc.) n'auraient aucun effet sur le rendement et ce, tant pour les variables météorologiques pendant la période de floraison que pour la période de maturation du fruit.

D'autres facteurs affectent aussi la productivité de la chicouté, tels une mauvaise pollinisation, due à des vents forts ou des pluies fortes, ou à une variation dans la disponibilité du pollen [37]. Une mauvaise pollinisation mène à une masse plus faible des fruits. Lorsque la pollinisation est bien effectuée, la masse des fruits peut être de 3 à 4 fois plus élevée [33]. De plus, l'activité des pollinisateurs est ralentie par temps froid, ce qui est fréquent lors de la floraison de la chicouté [26]. Le rendement peut donc être affecté par l'absence de pollinisateurs. Les meilleures conditions pour la pollinisation sont des températures au-dessus de 10 °C et une absence de précipitations [9]. L'herbivorisme et le parasitisme fongique affectent aussi le rendement, mais dans une moindre mesure [19, 21].

En bref, les indices du rendement sont affectés par le stress dans l'ordre suivant : le nombre de fruits, le nombre de graines par fruit et la masse des fruits [24]. De plus, la masse moyenne des semences est corrélée de façon positive avec la masse moyenne des 5 cm proximaux du rhizome. Il y a aussi une corrélation positive entre la masse des graines et la masse des feuilles, mais celle-ci est non significative. L'augmentation du nombre de graines n'est pas associée avec une diminution significative de la masse moyenne des graines.

4. Pratiques culturales

4.1 *Choix des cultivars*

Pour obtenir des plants d'intérêt agronomique, Rapp [38] a utilisé le nombre de pistils comme facteur de sélection. On trouve une distribution normale du nombre de pistils, tandis que la masse des fruits ne présente pas cette distribution. De plus, l'héritabilité du nombre de pistils est plus élevée que celle de la masse des fruits. En tant que tel, la masse des fruits est beaucoup plus influencée par des facteurs environnementaux. Rapp [39] a donc fait la sélection à partir de trois facteurs, soit le nombre de pistils (ou d'étamines) par plant (35 %), le nombre de fleurs (35 %) et le nombre de tiges (30 %) par m².

Les caractères importants pour les plants de chicouté sont [40] :

- la taille des fruits (nombre de pistils par fleur) chez les femelles et la taille des fleurs (nombre d'étamines par fleur) pour les mâles,
- le nombre de fleurs par m² et
- la vitesse de croissance (nombre de pousses par m², la 1^{ère} et la 2^e année).

Grâce à cette démarche, Kåre Rapp et son équipe ont développé deux cultivars mâles, Apollen et Apolto, et deux cultivars femelles, Fjordgull et Fjellgull. Le cultivar Fjordgull est utilisé dans les régions côtières et dans les fjords, tandis que le cultivar Fjellgull est utilisé sur le continent et dans les régions montagneuses. Ce dernier possède un fruit symétrique qui se conserve bien parce qu'il est dense. De plus, il ne s'égraine pas, c'est-à-dire qu'il reste dans sa forme initiale sans que ses drupéoles ne se détachent. Toutefois, après quelques années d'essais, on s'est aperçu que le cultivar Fjellgull était beaucoup moins performant que le cultivar Fjordgull, ce dernier ayant une meilleure croissance et produisant de plus gros fruits. C'est ce qui incite M. Rapp à poursuivre la sélection de la chicouté pour développer plus de cultivars femelles régionaux, permettant ainsi d'obtenir un cultivar adapté aux conditions locales. Il inclut maintenant dans ses critères l'aptitude à la pollinisation, c'est-à-dire la capacité des fleurs à recevoir le pollen et à être fécondées.

Pour chaque rhizome de cultivar



Figure 7. Multiplication de rhizomes de chicouté (haut) et plants de chicouté en multicellules (bas).

norvégien vendu, des royautés de 0,10 NOK (environ 0,02 \$ canadiens) doivent être perçues.

4.2 Production et choix des plants

4.2.1 Production des plants et rhizomes

Deux types de transplants sont offerts présentement en Norvège et en Finlande : les plants en motte (multicellules) et les fragments de rhizomes. Les plants en motte coûtent plus cher à produire, mais permettraient une meilleure implantation au champ, tout en sauvant une année, réduisant ainsi l'intervalle avant la première récolte de fruits.

Chez M. Dagfinn Eggen, pépiniériste à Fauske en Norvège, la moitié des plants sont vendus en multicellules. M. Eggen est le multiplicateur officiel des rhizomes de chicouté pour la Norvège. Cette multiplication est faite dans des bacs de 50 cm de profondeur. Un système de chauffage sous les bacs permet de les dégeler plus rapidement au printemps. La production de rhizomes est maximale le long des murs des bacs, là où l'aération est la meilleure. Pour essayer d'améliorer l'aération de son substrat au milieu des bacs, M. Eggen a ajouté des bouts de drains agricoles ainsi que des parois de bois.

La production de rhizomes se fait en tunnel fermé avec trois planches, chacune représentant une année de production. À l'implantation de la production, la première année, on plante au printemps, soit dès que le sol est dégelé (fin mai, début juin). En hiver, les bacs de production sont couverts par un géotextile, après que le plastique recouvrant le tunnel soit enlevé. La neige permet de protéger assez efficacement contre le gel. Durant le mois d'octobre de la troisième année, on coupe des blocs dans les bacs de production à l'aide d'un long couteau. Les rhizomes sont enlevés de la tourbe et sont placés en chambre froide, entre deux couches de tourbe. Ce n'est qu'entre février et le début de mars que les rhizomes sont coupés. Les rhizomes coupés doivent être d'au moins 15 cm puisque dans 99 % des cas, il y a au moins un bourgeon dormant présent sur le rhizome. La longueur optimale est de 22,5 cm pour que les jeunes rhizomes soient de meilleure qualité et repoussent mieux [15]. Certains rhizomes sont plantés dans des pots et retournent en chambre froide. Les rhizomes restants sont remis dans des sacs et recouverts de tourbe avant d'être entreposés en chambre froide. On peut obtenir jusqu'à 2000 segments de rhizomes par m² après trois ans.

En nature, les meilleurs moments pour récolter les rhizomes sont au printemps, en mai ou juin, ou après la sénescence des feuilles, en août [15]. La croissance est ralentie au printemps et on peut manipuler aisément ces rhizomes qui n'ont pas débuté leur croissance active et qui ne possèdent pas de jeunes racines, plus fragiles. Toutefois, il est mieux de les planter dans des délais raisonnables (à l'intérieur d'un mois) pour ne pas qu'ils poussent.

Un des problèmes pouvant survenir lors de la production des rhizomes est le développement d'un couvert de mousses dense. Ce couvert peut réduire la pénétration de l'air dans le sol, ce qui affecte la production. Ceci peut être diminué en faisant la fertilisation dans le substrat par fertigation et non par irrigation aérienne. Cela n'a malheureusement pas encore été étudié.

4.2.2 Entreposage et conservation des rhizomes

Les rhizomes doivent être entreposés entre -1 et -2 °C. Une température entre 0 et 1 °C est trop chaude et l'on ne sait pas l'impact de températures sous -5 °C. Les rhizomes de chicouté peuvent débourrer à des températures inférieures à 4 °C, même à l'obscurité.

En Norvège, on entrepose les rhizomes sur du papier humide et ceux-ci sont insérés dans des sacs de plastique non hermétiques. Ils les mettent ensuite entre des couches de tourbe. Les rhizomes peuvent rester dans cet état quelques mois. On peut aussi entreposer les rhizomes dans de la tourbe humide dans des bacs de plastique.

4.3 Le site, le sol et la plantation

4.3.1 Le sol

En ce qui a trait au sol, les conditions recommandées pour la culture sont :

- un pH de 3,5 à 4,5 [11], ce qui réduit la compétition entre les espèces,
- une tourbe de sphaigne légère, entre H2 et H4 à l'échelle von Post, ce qui permet un meilleur envahissement par les rhizomes à cause d'une plus grande porosité en air du sol.

Il est donc important qu'il y ait assez d'aération pour les rhizomes. Par contre, aucun essai de culture n'a été fait avec d'autres types de tourbe. Par exemple, des tourbes plus décomposées (H5, H6) possèdent une porosité en air plus faible que des tourbes moins décomposées (H2 à H4) [41].

Il est à noter que, d'après des essais finlandais, la plantation de chicouté en sol minéral est possible. Toutefois, après quelques années, elle peut se faire envahir par des plantes adventices, en raison de sa faible compétitivité. En milieu acide, elle semble être moins envahie par les adventices.



Figure 8. Chicouté poussant sur sable. En milieu minéral acide, la chicouté semble moins envahie par les adventices.

De plus, il faut qu'il y ait un apport d'eau stable [9]. Le sol doit aussi bien se drainer pour qu'il soit assez aéré, tout en ayant une bonne rétention en eau. L'utilisation de tourbières ombrotrophes et résiduelles pour des plantations de chicouté est donc un bon choix.

4.3.2 Hauteur de la nappe d'eau

Le niveau de la nappe d'eau recommandé en Norvège se situe entre 30 et 50 cm sous la surface [9]. Toutefois, ces recommandations ne tiennent pas compte du niveau de décomposition de la tourbe (échelle von Post). Tel que mentionné précédemment, une tourbe plus décomposée possède une porosité en air plus faible, ce qui a une influence sur la disponibilité de l'eau et sur la croissance des plantes. Ces recommandations devraient donc être ajustées en fonction du niveau de décomposition de la tourbe. Des essais sont présentement en cours à l'Université Laval et en Norvège à ce sujet.

4.3.3 Drainage de l'eau

Il est probable que le drainage d'une tourbière à l'aide d'un fossé de 70 à 80 cm, une profondeur normalement utilisée pour la production forestière en Suède, mène à une diminution de la production de la chicouté, bien qu'il puisse y avoir augmentation temporaire du rendement à la suite du drainage [42]. Cette augmentation « temporaire » peut durer plusieurs années, bien que le rendement puisse chuter à long terme.

Østgård [5] a observé que la production de fruits est plus élevée près des fossés. On a donc tenté de produire de la chicouté sur des monticules de tourbe où les fossés sont rapprochés. Toutefois, cette expérience n'a pas porté fruit puisque l'implantation des plants de chicouté fut très longue.

Au champ, on contrôle le drainage à l'aide d'un barrage installé dans les canaux de drainage. Le barrage permet un bon contrôle du niveau d'eau.

4.3.4 Irrigation

L'eau nécessaire à la culture provient des pluies et de la nappe d'eau dans le site de plantation. Aucun essai n'a été effectué quant à l'ajout d'eau par irrigation. Puisque la chicouté pousse dans des milieux humides, le problème ne se pose pas encore. Toutefois, la chicouté nécessite une bonne quantité d'eau pour sa croissance. Un manque d'eau peut retarder sa croissance et peut être fatal dans le cas d'une sécheresse, la plante étant très sensible.

L'inondation du site au printemps peut augmenter le rendement en protégeant contre le froid, en retardant la floraison et en apportant l'eau nécessaire aux endroits



Figure 9. Barrage utilisé pour les essais sur la hauteur de la nappe d'eau à Pointe-Lebel (Québec).

drainés [4]. Il faut toutefois être prudent pour ne pas que cette inondation se prolonge, ce qui pourrait causer des problèmes de croissance. Ceci est d'autant plus vrai lors de l'implantation, pendant laquelle il ne devrait pas y avoir d'excès en eau dans le sol.

4.3.5 Brise-vent

En ce qui a trait aux brise-vent, on s'entend pour dire que ceux-ci ont un effet bénéfique sur la production en permettant d'augmenter la croissance végétative et la floraison près du brise-vent, et ce deux ans après son implantation [4]. De plus, ils permettent d'améliorer les conditions de pollinisation [9]. Les brise-vent sont grandement profitables dans les grandes tourbières ouvertes. Les brise-vent peuvent être des végétaux (arbres, arbustes) ou des structures artificielles (clôtures à neige).

Toutefois, il faut faire en sorte qu'il y ait une bonne circulation de l'air afin que l'air froid ne stagne pas au dessus des plants, ce qui permet de diminuer les risques de gel printanier. Donc, un brise-vent permettant une circulation de l'air, ayant une porosité d'environ 40 à 50 %, est préférable pour les cultures [43].

En tourbière, il peut être plus profitable d'utiliser des arbres ou des arbustes déjà présents. En Finlande, plusieurs producteurs de chicouté plantent en bordure de forêt, ce qui semble très intéressant. Toutefois, l'impact des brises-vents n'a pas été quantifié chez ces derniers. Peu d'études ont traité de cet aspect en culture de la chicouté. Østgård [5] signale que les brises-vents ont eu parfois des effets bénéfiques, en augmentant le nombre de fleurs et le rendement en fruits. Des essais sont présentement en cours sur la Côte-Nord et en Norvège.



Figure 10. Essais sur l'utilisation de brise-vent en Norvège.

4.3.6 Préparation du sol

En tourbière naturelle, le travail du sol n'est pas vraiment nécessaire. Toutefois, on peut procéder tel que décrit dans la présente section, mais il est à noter que des essais ont présentement lieu sur le sectionnement des rhizomes en tourbière naturelle pour augmenter le rendement.

Tel que mentionné précédemment, un travail du sol peut être fait avant l'implantation des champs. Si le sol permet le passage de la machinerie, on laboure à une profondeur d'environ 15 cm à l'aide d'une charrue possédant des socs de 14 à 16 pouces (35 à 40 cm) [9]. On travaille ensuite grossièrement la couche de surface, sur une profondeur d'environ 10-15 cm à l'aide d'un rotoculteur ou de tout autre appareil aratoire permettant un travail de surface.

Parmi les avantages du travail du sol, notons la diminution du niveau de la nappe d'eau et l'augmentation de la température minimale du sol [4].

Enlever ou tondre la végétation de surface avant l'implantation, ou avant que la chicouté pointe hors du sol, permet de bien contrôler les mauvaises herbes, principalement les arbustes si ceux-ci sont abondants et nuisent à la chicouté [4]. Les arbustes peuvent aussi être contrôlés par le labour.

4.3.7 Fertilisation

Plusieurs essais de fertilisation de la chicouté ont été réalisés en Fennoscandie, tant en milieu naturel qu'en culture. Notons les travaux de Østgård [5], de Rapp et Steenberg [44] et de Kortesharju [7]. Mäkinen et Oikarinen [4] ont aussi décrit plusieurs travaux de fertilisation.

Présentement, la recommandation est de 500 kg de fertilisant NPK (14-6-16) par hectare et ce tant en milieu naturel qu'en tourbière résiduelle [9]. L'engrais est déposé à une dose de 40 à 50 g dans des trous de 10 à 20 cm de profondeur, et ce à chaque m². Le fertilisant ne doit pas entrer en contact avec la nappe d'eau. On peut aussi faire plusieurs trous par m² et mettre la même dose. Il est important de fertiliser en profondeur et non en surface, ce qui permet de réduire l'apport en fertilisant pour les plantes adventices. La quantité d'engrais apportée au champ serait suffisante pour dix années de culture. La fertilisation doit être effectuée de six mois à un an après la plantation, avant la floraison, lorsque le sol est dégelé, ou après la récolte en août ou septembre.

La fertilisation peut être faite à tous les dix ans [9]. Toutefois, d'autres études doivent être menées à ce sujet.

4.3.8 Plantation et types de plants

On peut planter des rhizomes ou des plants en mottes provenant de rhizomes qui ont été mis dans des pots en multicellules généralement l'année précédant leur plantation.

Les plants en mottes devraient préférablement provenir de pots de type multicellules de 5 à 7 cm de profondeur, pots qui doivent être enlevés à la plantation. Ces plants sont mis dans des trous de 10 cm de profondeur pour faire en sorte que la base des plants se trouve à 10 cm de la surface. Ceci permet d'augmenter la survie des plants, bien que leur croissance soit ralentie la première année.

En ce qui a trait aux rhizomes, on plante généralement des rhizomes de 15 cm. Toutefois, si on utilise des rhizomes récoltés en nature, il peut être préférable de choisir des rhizomes de plus grande taille (20 à 25 cm) pour obtenir un meilleur taux de survie puisque ces derniers possèdent plus de réserves [13]. Leur plantation se fait à 5 cm de profondeur (K. Rapp, Planteforsk Holt, Norvège, comm. pers.).

Les plants ou rhizomes sont plantés avec un espacement de 25 à 33 cm, mais certains recommandent jusqu'à 50 cm entre les plants. Si le coût et la quantité du matériel à planter, rhizomes ou plants, ne sont pas des facteurs limitants, il peut être intéressant de planter plus densément, ce qui permet d'atteindre un couvert végétal plus rapidement et de diminuer les risques d'envahissement par les mauvaises herbes. On plante normalement 9 femelles pour 1 mâle (9 rangs femelles pour 1 rang mâle) [9]. Toutefois, K. Rapp est en train de réviser cette recommandation à la baisse, soit 8 femelles pour 2 mâles [45].

Les rhizomes devraient être plantés de préférence au printemps, tandis que les plants peuvent être plantés à l'automne ou au printemps. Selon K. Rapp, la plantation à l'automne serait préférable à une plantation printanière, bien qu'il n'y ait aucune différence entre la croissance des plants plantés à ces deux saisons [15]. Des essais quant au moment de plantation de rhizomes sont présentement en cours au Québec. Il est important, lors de la plantation, que les rhizomes ou plants soient dormants ou que leurs bourgeons aient à peine débourré. Ceci permet d'améliorer la survie des plants.

Il est à noter que l'on peut planter les rhizomes et les plants de chicouté mécaniquement. Une compagnie de tourbe norvégienne, Andøytorv, a modifié un planteur de plants de fraisiers pour planter quatre rangs de chicouté.



Figure 11. Planteur de chicouté développé par la compagnie Andøytorv en Norvège.

4.3.9 Paillis

Quelques essais ont été réalisés sur l'utilisation de paillis dans la production de chicouté. On a, entre autres, testé de la tourbe et de la paille comme couvert végétal [4]. L'utilisation de ces paillis a permis d'augmenter la croissance végétative et le rendement de la chicouté. Du même coup, si on étend le couvert pendant l'hiver, on peut contrôler les plantes arbustives et la compétition en général.

Østgård [5], quant à lui, a fait des essais avec du sable, de la gravelle et des algues. Une couche de sable ou de gravelle de 10 à 20 cm d'épaisseur a permis d'augmenter les rendements dans une population à majorité femelle. De plus, il n'y avait pratiquement pas de compétition durant les cinq années suivantes. Il faut toutefois être prudent avec

l'emploi de sable ou de gravelle puisque le niveau de la nappe phréatique peut augmenter à cause du poids de la gravelle sur la tourbière. Une diminution de l'évaporation peut aussi se produire.

L'utilisation de gravelle peut augmenter la température à la surface du sol d'environ 2 °C [4]. D'un autre côté, l'utilisation d'un paillis d'écorce diminue la température à la surface du sol. La chicouté pousse rapidement à travers un paillis d'écorce. En deux années, la chicouté ayant poussé à travers un paillis d'écorce peut avoir une densité semblable à celle d'une parcelle témoin [4]. De plus, les plantes adventices importantes, *Empetrum hermaphroditum* et *Eriophorum vaginatum*, sont moins abondantes en présence de paillis d'écorce. Toutefois, l'abondance des *Sphagnum* peut diminuer.

Présentement, aucune recommandation n'existe quant à la nécessité du paillis. K. Rapp suggère qu'il est préférable d'utiliser une tourbière résiduelle sans végétation pour l'établissement de la chicouté puisque aucune plante n'entre alors en compétition avec la chicouté. Des essais sont présentement en cours au Québec en ce qui a trait à la restauration de tourbières résiduelle en combinaison avec une plantation de chicouté.

4.4 Systèmes culturaux

En Norvège, deux approches de culture de la chicouté sont utilisées, soit la culture dans des populations sauvages et la culture à partir de plants sélectionnés, donc avec plantation [9].

4.4.1 Culture dans des population sauvages

Il existe deux méthodes de culture dans les populations sauvages. La première consiste à seulement fertiliser en profondeur le milieu naturel. Dans la seconde, il y a également le travail du sol, tel que mentionné précédemment.

Au Québec, des essais ont présentement lieu pour augmenter le rendement en milieu naturel par le sectionnement des rhizomes combiné à une fertilisation. Le sectionnement se fait à tous les mètres au printemps à l'aide d'une scie mécanique lorsque le sol est encore gelé.

4.4.2 Culture par plantation de matériel sélectionné

On utilise la méthode de plantation là où il n'y a pas assez de femelles dans les populations sauvages de chicouté. On recommande par contre de choisir un endroit où la chicouté est abondante, ce qui indique que le milieu est propice à la culture intensive de la chicouté [9]. Tel que décrit précédemment, les tourbières ombrotrophes naturelles ou exploitées pour la tourbe sont des milieux propices à la culture de la chicouté.



Figure 12. Plantation de chicouté de deux ans en tourbière résiduelle, sur l'île d'Andøy en Norvège.

4.5 Pollinisation

Les insectes pollinisateurs sont très importants puisque le rendement est influencé par leur abondance lors de la floraison [38]. S'il manque des insectes pollinisateurs dans la zone de culture, la location de ruches de bourdons ou, à défaut, d'abeilles, devrait être envisagée. Rapp [45] a fait des essais en serre pour améliorer la pollinisation à l'aide de bourdons. Ses essais ont montré que l'utilisation de bourdons permettait une amélioration de la pollinisation en serre lorsque les fleurs mâles et femelles étaient synchronisées. Toutefois, le nombre de bourdons n'affectait pas l'efficacité de la pollinisation. Des essais ont été réalisés au champ à l'été 2005.

4.6 Récolte et conservation des fruits

4.6.1 Récolte des fruits

Le fruit est mûr et prêt à être récolté lorsqu'il est jaune-orange et qu'il se détache facilement du réceptacle. Pour assurer une bonne qualité des fruits, les petits fruits (moins de cinq drupéoles) et les fruits avec des « points noirs » ne devraient pas être cueillis [25].

Le mûrissement est étalé dans le temps du fait que la floraison et la pollinisation s'étendent sur plusieurs jours [9]. Il est donc préférable d'aller cueillir au moins trois fois au champ. La première et la troisième cueillette donnent environ le quart du rendement chacune, tandis que la deuxième récolte fournit environ la moitié du rendement total du champ.

Pour l'instant, la cueillette se fait à la main, bien qu'il manque de plus en plus de cueilleurs, en Norvège, en Finlande et au Québec. Le meilleur contenant pour la cueillette des fruits est un récipient rigide de 3 à 5 l, ce qui permet aux fruits du fond de n'être pas trop abîmés [9]. Il faut transporter délicatement les fruits. Dans les régions plus éloignées

(comme les îles), le transport en avion ou par bateau est idéal. Le transport par tracteur, avec ses vibrations importantes, peut diminuer la qualité des fruits en les compactant, donnant ainsi une consistance de compote [25].

4.6.2 Classification des fruits

En Norvège, la majorité des fruits vendus ne sont pas lavés ou classifiés [25]. On a donc tenté de développer quatre classes de qualité dans le but de développer de nouveaux produits.

- Classe 1 : Fruits congelés individuellement. La plus haute qualité.
- Classe 2 : « à confiture », pour confitures et gelées.
- Classe 3 : « à jus », pour la production de concentrés de jus.
- Classe 4 : « déchets », fruits avec des points noirs, des feuilles, etc.

Lorsque la classification des fruits est faite après la cueillette dans des bacs de 10 kg, environ 9 % des fruits sont de classe 1, tandis que la majorité des fruits sont de classe 2. Si le tri est fait au champ à la cueillette, la quantité de fruits à congeler est environ de 32 à 44 %. Les fruits de classe 1 devrait avoir un diamètre d'au moins 15 mm.

4.6.3 Conservation des fruits

À court terme, les fruits devraient être conservés au réfrigérateur ou en chambre froide. Il peut s'écouler plusieurs semaines avant que les fruits ne subissent des dommages de moisissures en entrepôt et ce à cause du contenu élevé en acide benzoïque dans les fruits [9]. Quant à la congélation, elle ne modifie pas le goût, et le contenu en vitamine C demeure stable au moins pendant six mois de congélation à -20 °C. On peut aussi ajouter du sucre lors de la conservation des fruits, soit environ 250 g de sucre pour 750 g de fruits.

4.7 Rajeunissements des champs

Présentement, aucune recommandation ne traite du rajeunissement des champs, outre l'application de fertilisants à tous les dix ans.

4.8 Protection contre le froid

Mäkinen et Oikarinen [4] ont proposé que l'inondation de la tourbière au printemps puisse protéger contre le froid et le gel en retardant la floraison. De plus, l'utilisation de couvertures plastiques (tunnel, etc.) permettrait l'augmentation de 1,5 à 5 °C la



Figure 13. Une belle récolte de fruits.

température au sol, diminuant ainsi les dommages dus au gel [33]. D'autres méthodes de protection incluent la proximité du site de culture à un point d'eau ouvert et l'utilisation d'un couvert de sable ou de tourbe foncée, ce qui permettrait d'augmenter la température minimale d'environ 1 à 2 °C.

4.9 *Maladies et ravageurs*

On retrouve quelques insectes ravageurs sur les plants de chicouté, bien que ceux-ci ne semblent pas affecter les rendements en milieu naturel [33]. Deux espèces de lépidoptères sont régulièrement observés en train de manger des feuilles de chicouté en Grande-Bretagne [16]. De plus, le coléoptère *Galerucella nymphaeae* est un défoliateur de la chicouté qui a été trouvé en Finlande. Il y a eu diminution du rendement liée à cet insecte dans certaines localités et les dommages les plus importants ont eu lieu durant la période de mûrissement [4].



Figure 14. Larve d'insecte sur une feuille de chicouté.

Du côté des pathogènes, quelques champignons ont été observés sur la chicouté, dont *Mycosphaerella joaerstadii*, qui serait peu important [4]. Au début de l'été, en Norvège, certains champignons stromatiques (*Cibora latioes*, *Rutstroernia chamaemori* et *Sclerotinia tetraspora*) sont observés sur la chicouté [12]. De plus, *Botrytis cinerea* peut attaquer le fruit en décomposition.

On trouve quelques maladies fongiques fréquentes, dont *Peronospora sparsa*, ou mildiou. Toutefois, on ne sait pas si ce champignon affecte le rendement. On trouve aussi une autre maladie fongique qui apparaît sous la forme de taches noires sur les fruits. En l'analysant, on a remarqué qu'une séquence génétique ribosomiale était similaire à *Sclerotinia* sp. (S. Kärenlampi, Université de Kuopio, Finlande, comm. pers.).

Aucune solution n'a été trouvée pour résoudre le problème des ravageurs ou des pathogènes.

4.10 *Plantes compétitrices*

En Europe, les principales plantes entrant en compétition avec la chicouté sont *Empetrum hermaphroditum* et *Eriophorum vaginatum*. On observe aussi abondamment en Finlande des plantules de bouleau (*Betula* sp.) et de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*). L'utilisation de paillis serait une avenue plus intéressante que le désherbage. Toutefois, si le paillis n'est pas efficace, on peut se tourner vers des moyens de contrôle des adventices. Une façon de les contrôler serait de tondre la végétation en surface au printemps avant que la chicouté ne se mette à croître [4]. Un contrôle des arbustes, s'ils nuisent à la chicouté, pourrait être atteint par un brûlage, généralisé ou localisé. Le brûlage permet aussi d'augmenter le rendement. Toutefois, cette augmentation ne provient pas d'une hausse des nutriments dans le sol. De plus, le labour pourrait diminuer

le nombre d'arbustes et créer de l'espace pour la chicouté. Il ne faut pas oublier le désherbage manuel [9].

L'utilisation d'herbicides pourrait être une option. Il faut cependant identifier une matière active qui est adéquate aux tourbières et à la chicouté [9].

Par contre, selon les essais finlandais, les mauvaises herbes deviendraient problématiques après une période de 10 ans. L'intensité du désherbage doit donc tenir compte de ce fait.

5. Conclusion

La culture de la chicouté semble être une avenue prometteuse dans le réaménagement des tourbières exploitées. Toutefois, plusieurs facteurs doivent être investigués pour améliorer le rendement de cette nouvelle culture et ainsi la rendre rentable et profitable. Il faut entre autres mieux connaître la biologie de cette plante et principalement sa physiologie pour pouvoir être capable de mieux adapter les pratiques culturales. La culture de la chicouté, bien que documentée depuis environ une cinquantaine d'années, en est encore à ses débuts. En Scandinavie, la superficie totale en production n'est que de 10 ha. Les champs ont en majorité moins de 4 ans d'âge et n'ont pas encore produit de fruits. Il est donc trop tôt pour savoir si les techniques préconisées actuellement sont efficaces ou non. Il faut donc poursuivre la recherche pour permettre de mieux cultiver ce fruit encore sauvage et ce des deux côtés de l'Atlantique.

6. Bibliographie

1. Marie-Victorin, F., 1995. *Flore laurentienne. 3^e édition* mise à jour par L. Brouillet, S.G. Hay et I. Goulet en collaboration avec M. Blondeau, J. Cayouette et J. Labrecque. Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal.
2. Saastamoinen, O., K. Kangas, et H. Aho, 2000. *The Picking of Wild Berries in Finland in 1997 and 1998*. Scandinavian Journal of Forest Research, **15**:645-650.
3. Saastamoinen, O., 1998. *Non-wood goods and benefits of Boreal forests: Concepts and issues*, dans *Sustainable Development of Non-Wood Goods and Benefits from Boreal and Cold Temperate Forests*, H.G. Lund, B. Pajari, et M. Korhonen, édés., European Forest Institute, Joensuu, Finland. 47-57.
4. Mäkinen, Y. et H. Oikarinen, 1974. *Cultivation of Cloudberry in Fennoscandia*. Rep. Kevo Subarctic Research Station, **11**:90-102.
5. Østgård, O., 1964. *Investigations on Cloudberry (Rubus chamaemorus L.) in North-Norway*, in *State Experiment Station Holt, Tromsø*. Holt Research Station, Tromsø. 442-444.
6. Kortesharju, J., 1982. *Effects of temperature on annual growth, development and cultivation possibilities of the cloudberry (Rubus chamaemorus)*. University of Oulu, Pohjois-Suomen Research Station. Oulu, Finland.
7. Kortesharju, J., 1986. *The yield and flowering of the cloudberry (Rubus chamaemorus) in fertilizer and straw mulch experiments at Rovaniemi, northern Finland*. Folia Forestalia, **648**:1-13.
8. Rapp, K., 1992. *Cultivation and plant breeding of wild berries, particularly cloudberry, for northern regions of Norway*. Proceedings of the 1th Circumpolar Agricultural Conference, Whitehorse, Yukon, Canada, September 1992, 171-172.
9. Rapp, K., 2004. *Cloudberry growers guide*. Tromsø, North Norwegian Centre for Research and Rural Development.
10. Wendell, M. et B. Alsanius, 2004. *Hjortron blommar i Alnarps växthus*, Viola. **24**:14.
11. Lohi, K., 1974. *Variation between cloudberry (Rubus chamaemorus L.) in different habitats*. Aquilo Ser. Botanica, **13**:1-9.

12. Thiem, B., 2003. *Rubus chamaemorus L. - a boreal plant rich in biological active metabolites: a review*. Biology Letters, **40**:3-13.
13. Jean, D. et L. Lapointe, 2001. *Limited carbohydrate availability as a potential cause of fruit abortion in Rubus chamaemorus*. Physiologia Plantarum, **112**:379-387.
14. Jean, D., 1998. *L'intégration physiologique chez la chicouté (Rubus chamaemorus) et sa contribution au succès reproductif*, Mémoire de maîtrise. Université Laval, Ste-Foy.
15. Rapp, K., H. Nilsen, G. Røthe, et I. Martinussen. 2000. *Vegetative propagation and planting of cloudberry*. dans *The 2nd Northberry project meeting in Norway*, 25. - 27. September 2000. Svanhovd Environmental Center, Svanvik, Norway, Planteforsk, The Norwegian Crop Research Institute. 4-5.
16. Taylor, K., 1971. *Biological flora of the British Isles: Rubus chamaemorus L.* Journal of Ecology, **59**:293-306.
17. Gustafsson, M. et J. Kortesharju, 1996. *Occurrence of hermaphroditism in a dioecious plant, Rubus chamaemorus, in northern Finland*. Aquilo Ser. Botanica, **36**:53-60.
18. Brown, A., 2005. *L'écologie de la pollinisation de la chicouté (Rubus chamaemorus L.) et de la canneberge (Vaccinium macrocarpon Ait.): des stratégies qui visent un compromis face à l'incertitude autour de la reproduction sexuée chez les espèces nordiques*. Thèse de doctorat, Département de biologie, Université Laval, Québec.
19. Ågren, J., 1987. *Sexual dimorphism and reproduction in the dioecious perennial herb Rubus chamaemorus*. Thèse de doctorat, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå.
20. Kortesharju, J., 1993. *Ecological factors affecting the ripening time of cloudberry (Rubus chamaemorus) fruit under cultivation conditions*. Annales Botanici Fennici, **30**:263-274.
21. Ågren, J., 1988. *Between-year variation in flowering and fruit set in frost-prone and frost-sheltered populations of dioecious Rubus chamaemorus*. Oecologia, **76**:175-183.
22. Junttila, O., I. Martinussen, A. Ernstsén, G. Nilsen, et T.V. Bhuvaneshwari. 2002. *Parthenocarpic fruit development in cloudberry (Rubus chamaemorus L.) in induced by 3b-hydroxylated gibberelins*. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, **77**:9-12.

23. Kokko, H., S. Khan, S. Markkinen, et S. Kärenlampi. 2000. *Elite cloudberry (R. chamaemorus) collection in Finland: The contest "Biggest cloudberry of Finland, one million FIM per kilogram"*. dans *The 2nd Northberry project meeting in Norway, 25. - 27. September 2000*. Svanhovd Environmental Center, Svanvik, Norway. Planteforsk, The Norwegian Crop Research Institute. 3.
24. Ågren, J., 1989. *Seed size and number in Rubus chamaemorus: Between-habitat variation, and effects of defoliation and supplemental pollination*. Journal of Ecology, **77**:1080-1092.
25. Røthe, G., K. Rapp, et H. Nilsen. 2000. *Cloudberry quality and product development*. dans *The 2nd Northberry project meeting in Norway, 25. - 27. September 2000*. Svanhovd Environmental Center, Svanvik, Norway, Planteforsk, The Norwegian Crop Research Institute. 11.
26. Yudina, V.F., 1993. *Phenological development and yields of cloudberry (Rubus chamaemorus) in Karelia, Russia*. Acta Botanica Fennica, **149**:7-10.
27. Ahokas, H., 1979. *Artificial hybrid: Rubus chamaemorus x R. idaeus cv. Preussen*. Annales Botanici Fennici, **16**:1-2.
28. Taylor, K., 1989. *The absence of mycorrhiza in Rubus chamaemorus*. Annales Botanici Fennici, **26**:421-425.
29. Thormann, M.N., R.S. Currah, et S.E. Bayley, 1999. *The mycorrhizal status of the dominant vegetation along a peatland gradient in southern boreal Alberta, Canada*. Wetlands, **19**:438-450.
30. Dumas, P. et L. Maillette, 1987. *Rapport des sexes, effort et succès de reproduction chez Rubus chamaemorus, une plante herbacée vivace dioïque de distribution subarctique*. Canadian Journal of Botany, **65**:2628-2639.
31. Sohn, J.J. et D. Policansky, 1977. *The costs of reproduction in the mayapple Podophyllum peltatum (Berberidaceae)*. Ecology, **58**:1366-1374.
32. van Bochove, É. 1987. *Écologie de la chicouté (Rubus chamaemorus L.) dans une tourbière ombrotrophe de Lourdes-de-Blanc-Sablon (Basse-Côte-Nord, Québec)*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec. 80 p.
33. Kortesharju, J., 1988. *Cloudberry yields and factors affecting the yield in northern Finland*. Acta Botanica Fennica, **136**:77-80.
34. Kortesharju, J., 1995. *Effects of frost of female flowers, unripe fruits and vegetative growth of the cloudberry (Rubus chamaemorus) in Finnish Lapland*. Aquilo Ser. Botanica, **35**:31-38.

35. Wallenius, T.H., 1999. *Yield variations of some common wild berries in Finland in 1956-1996*. *Annales Botanica Fennici*, **36**:299-314.
36. Nokkala, C. et S. Nokkala, 1998. *Species and habitat races in the chrysomelid *Galerucella nymphaeae* species complex in northern Europe*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **89**:1-13.
37. Ågren, J., T. Elmqvist, et A. Tunlid, 1986. *Pollination by deceit, floral sex ratios and seed set in dioecious *Rubus chamaemorus* L.* *Oecologia*, **70**:332-338.
38. Rapp, K., 1989. *Number of pistils, an alternative criterion when selecting for high productivity in *Rubus**. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, **3**:29-32.
39. Rapp, K., 1991. *Selection for high berry yield, and development of varieties of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.)*. *Norsk Landbruksforskning*, **5**:359-367.
40. Rapp, K. et I. Martinussen, 2002. *Breeding cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) for commercial use*. *Acta Horticulturae*, **585**:159-160.
41. Caron, J., 2001, *La tourbe et les milieux artificiels*, dans *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*, L. Rochefort et S. Payette, éd. Les Presses de l'Université Laval, Québec. 399-410.
42. Kardell, L., 1986. *Occurrence and berry production of *Rubus chamaemorus* L., *Vaccinium oxycoccus* L. & *Vaccinium microcarpum* Turcz. and *Vaccinium vitis-idaea* L. on Swedish peatlands*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **1**:125-140.
43. Perreault, Y., 2005. *Des brises-vents pour protéger les sols et les plantes*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Document en ligne. Consulté le 11 mai 2005. Adresse: <http://www.agrireseau.qc.ca/legumeschamp/documents/brisevent.PDF>
44. Rapp, K. et K. Steenberg, 1977. *Studies of phosphorus uptake from different depths in cloudberry mires using P^{32} -labelled fertilizer*. *Acta Agriculturae Scandinavia*, **27**:319-325.
45. Rapp, K. 2004. *Pollination and fruit set in cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.)*. dans *Abstracts of the 5th Circumpolar Agricultural Conference, 27-29 September 2004*. Umeå, Sweden. Dept. of Agricultural Research for Northern Sweden, Swedish University of Agricultural Science. 31-32.