

**Feuillet technique sur l'aménagement
de cannebergières biologiques sur sable**

Dans le cadre du projet

*Adaptation de l'aménagement et de l'implantation
de cannebergières biologiques sur sable
sous les conditions du Saguenay-Lac-Saint-Jean*

Réalisé par
Agrinova

Le 20 janvier 2012



Réalisé par Agrinova

Réalisation, recherche et rédaction

François Tremblay, B. Sc. Biologie, chargé de projet

En collaboration avec :

Samuel Morissette, agr., M.Sc.

Caroline Lemay, agr.

Révision linguistique

Édith Paradis, adjointe à la direction générale

Ce projet a été réalisé grâce à la participation financière de :





TABLE DES MATIÈRES

1. Mise en contexte	5
2. Sélection d'un site.....	6
2.1. Nature du milieu.....	6
2.2. Texture.....	6
2.3. Épaisseur du sol.....	7
2.4. Contrôle de la nappe phréatique.....	7
2.5. Disponibilité en eau.....	7
2.6. Topographie.....	7
2.7. Superficie.....	8
3. Autorisations ou lois et règlements en vigueur	8
3.1. MDDEP et MRNF.....	8
3.2. Localisation de l'entreprise.....	9
3.3. Certificat de conformité auprès des instances concernées.....	9
3.4. Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ).....	10
3.5. Envoi de la demande de CA.....	10
3.6. Analyse de la demande selon le MDDEP.....	10
4. Aménagement.....	11
4.1. Conception et planification.....	11
4.2. Préparation du terrain.....	13
4.3. Bassin de culture.....	15
4.4. Réservoir d'eau.....	15
4.5. Système de drainage.....	18
4.6. Système d'irrigation.....	19
4.7. Canalisation et contrôle de la nappe phréatique.....	22
5. Aménagement et coûts.....	24
6. Remerciement.....	26
7. Références.....	27



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Répartition des superficies aménagées.....	8
Tableau 2.	Besoins annuels en eau dans une production de canneberges	15
Tableau 3.	Caractéristiques moyennes et nombre d'aménagements nécessaires à une cannebergière	24
Tableau 4.	Coût moyen des aménagements possibles dans une cannebergière pour les trois premières années de production.....	25

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Aménagement de cinq bassins de culture.....	11
Figure 2.	Aménagement d'une cannebergière biologique en structure fermée	12
Figure 3.	Digue principale avec voie de circulation.....	13
Figure 4.	Bassin avec amoncellement de sable disposé le long de celui-ci	14
Figure 5.	Bassin de récupération (surface).....	16
Figure 6.	Coupe type d'une digue du réservoir.....	18
Figure 7.	Installation des drains	19
Figure 8.	Système d'irrigation	20
Figure 9.	Pompe sur chariot mobile	21
Figure 10.	Structure de contrôle de nappe phréatique	22
Figure 11.	Structure de contrôle de nappe phréatique	23



1. MISE EN CONTEXTE

Le développement de la production de canneberges au Québec a été très important durant les 15 dernières années. La demande pour la canneberge est en expansion. En 2008, les superficies en production au Québec étaient de 1 672 hectares et ont permis de récolter 36,1 millions de kilogrammes de canneberges¹. En 2011, il y a environ 2 380 hectares en production qui ont donné une récolte d'environ 54 millions de kilogrammes de canneberges. De 2005 à 2011, le nombre de producteurs de canneberges est passé de 40 à 75 au Québec. Quatre-vingts pour cent de ces producteurs sont situés dans la région du Centre-du-Québec. Globalement, les entreprises québécoises fournissent près de 10 % du volume mondial de canneberges. La croissance des superficies se poursuit. La région du Centre-du-Québec est celle qui compte le plus d'entreprises, mais d'autres régions offrent aussi un potentiel intéressant pour cette culture.

Bien que la production en sol organique ou tourbeux soit importante au Québec et qu'elle soit mieux connue hors Québec, les nouveaux aménagements s'orientent désormais vers la production en sol minéral sableux. Ainsi, le développement de la production de canneberges est encadré par divers organismes, dont le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). L'aménagement d'une cannebergière dans un milieu humide exige un certificat d'autorisation (CA) du MDDEP en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. La production sur sable présente moins de restrictions lors de ces démarches et procure de meilleurs rendements, c'est ce qui explique en partie la réorientation de la production vers les sols sableux.

Les pratiques d'aménagement évoluent avec un souci de protection de l'environnement touchant plus particulièrement à la gestion de l'eau. Maintenant, les entreprises qui se développent doivent utiliser des structures permettant la recirculation de l'eau (système de production en circuit fermé). Les plans d'aménagement sont conçus de façon à limiter la consommation d'eau et à obtenir un meilleur contrôle des réserves en eau. En circuit fermé, l'eau de drainage est récupérée et dirigée vers les réservoirs permettant d'accumuler et d'entreposer l'eau. Ce dispositif permet une réutilisation de l'eau ayant servi à la production. De plus, il n'y a pas de rejet important (pesticide ou élément fertilisant) vers l'environnement. Lors de l'inondation des bassins pour la récolte, la conception de l'aménagement permet d'utiliser l'eau d'un premier bassin pour ensuite combler les besoins d'un second bassin. Une meilleure gestion des ressources en eau est également possible grâce à l'utilisation de systèmes de pompage efficaces et qui peuvent être automatisés. La disponibilité de l'eau est essentielle dans cette production pour l'irrigation, la protection contre le gel, la récolte et la glaciation en hiver. Toutefois, les données récentes révèlent que les besoins d'entreposage de l'eau pour cette production sont passés de 1 à 0,5 m³/m².

¹ APCQ, 2011. *Statistique sur la culture de la canneberge au Québec*,
<http://www.producteurscanneberge.com/Statistiques%201996-2009.pdf>



Les sites favorables à la production de canneberges sont identifiés en fonction de divers paramètres qui ont un impact sur la productivité de la cannebergière, mais aussi sur les coûts rattachés à son aménagement. Par exemple, la texture du sol et la présence d'une nappe phréatique en surface sont des paramètres essentiels, alors que d'autres sont également importants. L'aménagement du site exige de faire appel à une firme d'ingénierie spécialisée pour l'élaboration des devis qui conduiront à l'obtention d'un CA (MDDEP). Les prochaines sections de ce document présentent les grandes lignes de l'ensemble des étapes liées à l'aménagement d'une cannebergière en milieux sableux. Cependant, il faut préciser que toutes divergences par rapport aux paramètres énoncés risquent d'avoir une incidence sur les coûts de l'aménagement.

2. SÉLECTION D'UN SITE

La sélection d'un site adapté à la production de canneberges a un impact direct sur le coût des aménagements et la productivité du site. Cette section décrit par priorité les différents paramètres essentiels à la sélection d'un site de production. De plus, l'aménagement de la cannebergière ne pourrait se faire sans considérer les règlements en vigueur au Québec. Ces contraintes législatives ont été insérées dans le texte.

2.1. Nature du milieu

Les sites propices à la culture sur sable côtoient fréquemment les milieux humides. L'aménagement d'un site où l'épaisseur de matière organique est supérieure à 30 cm, ou qui peut être considéré comme un milieu humide autre qu'une tourbière, nécessite d'y effectuer au préalable une caractérisation de la valeur écologique par un professionnel spécialisé dans le domaine de la biologie ou de l'écologie. Le dépôt de ce document devra être fait auprès du MDDEP.

2.2. Texture

Dans le meilleur des cas, le sol idéalement recherché pour une culture de canneberges doit être composé de 90 à 100 % de sable. De plus, le site doit disposer d'une réserve de sable importante pour les opérations de sablage des bassins de production. Un sol parfait présenterait un rapport de sable de 20 % de sable très fin, 20 % de sable fin, 20 % de sable moyen, 20 % de sable grossier et 20 % de sable très grossier². La proportion de limon et d'argile ne devrait pas dépasser les 10 %. Puisque les productions de canneberges sont moins bonnes dans un sol humide et donnent de meilleurs rendements dans les sols secs, il va de soi qu'un bon drainage est essentiel à cette production.

² LAPIERRE, H., 2011. *Compte rendu de l'activité de transfert de connaissances sur l'aménagement d'une cannebergière sur sable du 18 mai 2010*, Juin 2011, 18 p.



2.3. Épaisseur du sol

La présence de matériel perméable d'au moins 60 cm d'épaisseur est à privilégier. Les plants de canneberges ont un enracinement superficiel, mais il reste que l'idéal est d'avoir 1,2 m de sable avec une granulométrie intéressante permettant une percolation rapide de l'eau. À l'inverse, si l'épaisseur de sable est trop importante par rapport à la profondeur où se trouve la nappe phréatique, le drainage risque d'être trop rapide pour permettre à l'eau dans les bassins inondés de former une bonne couche protectrice lors de la glaciation. Pour avoir un bon drainage, plus le sable est fin, plus l'épaisseur de sable doit être grande. À l'inverse, plus le sable est grossier, l'épaisseur de sable peut être moins importante. Cette affirmation est particulièrement importante lorsqu'un site est aménagé en ajoutant une épaisseur de sable dans les bassins.

2.4. Contrôle de la nappe phréatique

Le profil du sol doit présenter une restriction verticale à l'écoulement de l'eau. La présence d'une couche imperméable ou de la nappe phréatique à moins de 1,5 m s'avère nécessaire à l'inondation des champs lors de la récolte et pour la protection hivernale. Un sol profond sans restriction à l'écoulement de l'eau est à proscrire.

2.5. Disponibilité en eau

L'eau est essentielle à la production de canneberges. Les quantités les plus importantes sont requises lors de la glaciation. En plus, elle est nécessaire pour l'irrigation de la culture et la protection contre le gel. L'évolution des pratiques d'irrigation et le recyclage de l'eau par circuit fermé ont permis de réduire les volumes nécessaires. Le captage de l'eau sur une superficie de 4 à 5 fois la superficie en culture et l'emmagasinage de l'eau de drainage s'avèrent suffisants pour subvenir aux besoins de la plante. Bien que non essentielle, la proximité d'une rivière peut toutefois sécuriser l'approvisionnement. Le prélèvement d'eau est soumis à des règlements et nécessite des demandes d'autorisation auprès du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF).

2.6. Topographie

La pente idéale du site à aménager est de 0,5 % ou moins (très plat), mais on peut considérer qu'une pente inférieure à 2 % est acceptable. Une pente supérieure à 2 % exigerait des correctifs représentant un impact financier plus important. Il est important de mentionner que chaque site présente des caractéristiques différentes et doit être évalué au cas par cas.



2.7. Superficie

La dimension globale d'un site de production doit être considérée. En moyenne, la culture de la canneberge est effectuée sur le tiers de la superficie totale. Une superficie productive minimale de 16 à 20 ha est nécessaire afin de rentabiliser un site de production au fil des ans. Une part des superficies sert à l'aménagement des voies de circulation, des fossés de drainage, des réserves en eau ou des bâtiments. Une zone compensatoire doit aussi être prévue en fonction de la nature du milieu lors du dépôt d'une demande d'autorisation auprès du MDDEP. Le tableau 1 présente, à titre indicatif, la répartition générale des sites aménagés.

Tableau 1. Répartition des superficies aménagées

Aménagement	Superficie (ha)
En culture	16
Essentiel à la production (réservoirs, canaux et digues, etc.)	12
Tampon et compensatoire	20
Total	48

3. AUTORISATIONS OU LOIS ET RÈGLEMENTS EN VIGUEUR

3.1. MDDEP et MRNF

Tout d'abord, l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* prescrit que l'on doit obtenir un CA préalablement à la réalisation de certains travaux ou activités. Ainsi, cela s'avère nécessaire avant « *d'ériger ou de modifier une construction, d'entreprendre l'exploitation d'une industrie, l'exercice d'une activité ou l'utilisation d'un procédé industriel ou d'augmenter la production d'un bien ou d'un service, s'il est susceptible d'en résulter une émission, un dépôt, un dégagement ou un rejet de contaminants dans l'environnement ou une modification de la qualité de l'environnement.* » Également, avant d'intervenir dans les milieux aquatiques, humides ou riverains aux abords ou dans un lac, un cours d'eau, un marais, un marécage ou une tourbière, plusieurs autorisations en vertu de différentes lois peuvent être nécessaires, notamment :

- Une autorisation en vertu de l'article 128.7 de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (L.R.Q., c.C-61.1)*;
- Un CA en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c.Q-2)*.

L'article 22 précise également que le ministre peut exiger des renseignements supplémentaires afin de connaître les conséquences du projet sur l'environnement. C'est donc dire que des renseignements autres que ceux demandés dans le formulaire de demande de CA peuvent être exigés pour connaître ces conséquences. Ainsi, dans certains cas, des plans et devis signés et scellés par un professionnel dûment habilité peuvent être requis. Étant donné le grand nombre de projets de cannebergières ayant vu le jour ces dernières années, il existe un formulaire



listant la majeure partie des documents devant essentiellement être fournis au MDDEP lors du dépôt de la demande de CA. Vous pourrez trouver des renseignements sur les documents nécessaires ainsi que les formulaires exigés par le Ministère sur le site Internet du MDDEP à l'adresse suivante : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/Industriel/demande/index.html>.

Le Ministère distingue les territoires visés par la loi en deux grands ensembles, soit les basses terres du Saint-Laurent et la plaine du lac Saint-Jean d'une part, et le reste du Québec d'autre part. Le demandeur doit joindre à sa demande d'autorisation une déclaration signée par un professionnel spécialisé dans le domaine de l'écologie ou de la biologie, et qui atteste que les conditions énoncées sont remplies. Le délai requis pour l'analyse d'une demande de CA ou d'autorisation est directement lié à la complexité du projet. L'engagement du Ministère, conformément à la déclaration des services aux citoyennes et aux citoyens, est de délivrer une réponse officielle dans les 75 jours suivant la réception de votre demande de CA.

Le Ministère utilise une approche de protection du milieu aquatique basée sur l'utilisation d'objectifs environnementaux de rejet (OER). Les OER, combinés à l'examen des technologies caractérisant le projet, permettent de fixer les exigences environnementales spécifiques à un projet. Si le projet comporte un rejet dans le milieu aquatique, on doit remplir le formulaire ***Demande d'objectifs environnementaux de rejet (OER) pour les industries*** et l'acheminer à la direction régionale avec la demande d'autorisation. Dans le cas des projets de cannebergières réalisés jusqu'à présent, cela n'a jamais été exigé.

3.2. Localisation de l'entreprise

Avec la demande de CA, le requérant doit fournir des photographies du site actuel et un plan à l'échelle des lieux où le projet ou l'activité doit être exécuté ainsi que des environs, dans un rayon de 300 m minimum. Ce plan doit inclure des renseignements précis sur l'emplacement, entre autres, des bâtiments et des équipements extérieurs relatifs au projet ou à l'activité, des habitations et des constructions voisines de tout genre, des voies d'accès, des marais, des marécages, des tourbières et des cours d'eau ou nappes d'eau de surface avoisinants. Il doit également indiquer le zonage municipal des lieux et les limites de terrain où le projet ou l'activité sera réalisé.

Dans le cas où le requérant est propriétaire du terrain où se situera l'activité et dans le cas d'une activité projetée dans un cours d'eau ou un lac, il doit fournir la preuve de la propriété du lit du cours d'eau ou du lac, là où est prévue l'activité faisant l'objet de la demande d'autorisation.

3.3. Certificat de conformité auprès des instances concernées

Le requérant doit fournir un certificat signé par le greffier ou le secrétaire-trésorier de la municipalité locale ou s'il s'agit d'un territoire non organisé, de la municipalité régionale de comté (MRC), attestant que la réalisation du projet ne contrevient à aucun règlement municipal. Il doit également fournir un certificat du secrétaire-trésorier de la MRC concernée sur la conformité de la réalisation du projet avec la réglementation municipale régionale applicable.



Dans le cas où des activités de déboisement sont prévues, une demande de permis de coupe doit être faite à l'organisation responsable qui est parfois la municipalité ou parfois la MRC. Le dépôt de ce type de demande doit généralement être accompagné d'un plan agronomique statuant du potentiel agricole des superficies visées par le déboisement.

Certaines activités réalisées à des fins privées qui exigent un permis municipal en vertu de la **Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables** peuvent aussi nécessiter une autorisation du MRNF en vertu de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune*. Un permis délivré conformément à la réglementation municipale ne dégage pas le demandeur des autres obligations légales.

Le MDDEP peut également demander l'aide du Centre d'expertise hydrique du Québec pour les cas où le réservoir est en contact avec la nappe phréatique ou exiger un rapport hydrologique important.

3.4. Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ)

Également, si le projet est prévu dans une zone agricole au sens de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*, le requérant doit fournir la décision de la CPTAQ autorisant la réalisation du projet.

3.5. Envoi de la demande de CA

Le requérant peut acheminer, à son choix, au MDDEP ou au MRNF, sa demande d'autorisation. L'organisme récepteur acheminera à l'autre organisme la demande pour traitement et décision dans les meilleurs délais. Aucune activité requérant une autorisation en vertu de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (L.R.Q., c. C-61.1)* et un CA en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2, a.22)* ne peut être réalisée sans avoir préalablement obtenu les deux autorisations requises.

3.6. Analyse de la demande selon le MDDEP

La demande d'autorisation déposée auprès du MDDEP est analysée en fonction des principes de la séquence d'atténuation « éviter et minimiser ». « Éviter ... Cette étape comprend la prévention des impacts sur le milieu humide. Il s'agit de choisir un projet de remplacement ou un site de remplacement pour réaliser le projet. Si cela s'avère impossible, il faut alors : ... minimiser »

Cette étape est acceptable seulement si le demandeur démontre qu'il n'existe aucune solution de rechange raisonnable pour réaliser le projet ou pour le choix du site. Les pertes jugées inévitables devront être compensées en respectant un ratio de compensation proportionnel à la valeur écologique du milieu humide ou perturbé. Le site qui sera choisi pour compenser ces pertes se trouvera, par ordre de préférence, sur le site même du projet, sur un site adjacent au projet ou bien ailleurs dans le même bassin versant ou dans la même municipalité.



Il est important de mentionner que si le projet est réalisé en dehors d'un milieu humide, le CA n'est nécessaire que pour la réalisation des réserves en eau et pour le permis de puisage de l'eau dans un cours d'eau.

4. AMÉNAGEMENT

Cette section présente les principales étapes d'aménagement. Comme il existe plusieurs méthodes d'aménagement, différents scénarios devraient être étudiés.

4.1. Conception et planification

L'étude détaillée du site permet de tenir compte des contraintes techniques comme la profondeur du sol, la pente du terrain ou le sens du vent dominant. Ces informations sont essentielles afin de définir l'emplacement des pompes, la capacité des réservoirs ou l'orientation des bassins de culture. Une attention particulière sera portée afin de minimiser le déplacement de matériel et faciliter les opérations culturales.

Un plan détaillé doit être réalisé avant le début des travaux afin d'en assurer le bon déroulement et la réussite de l'aménagement. Les figures 1 et 2 présentent un exemple d'aménagement avec les différents éléments de production pour la recirculation de l'eau.



Figure 1. Aménagement de cinq bassins de culture

(Source : Cap Excavation inc.)

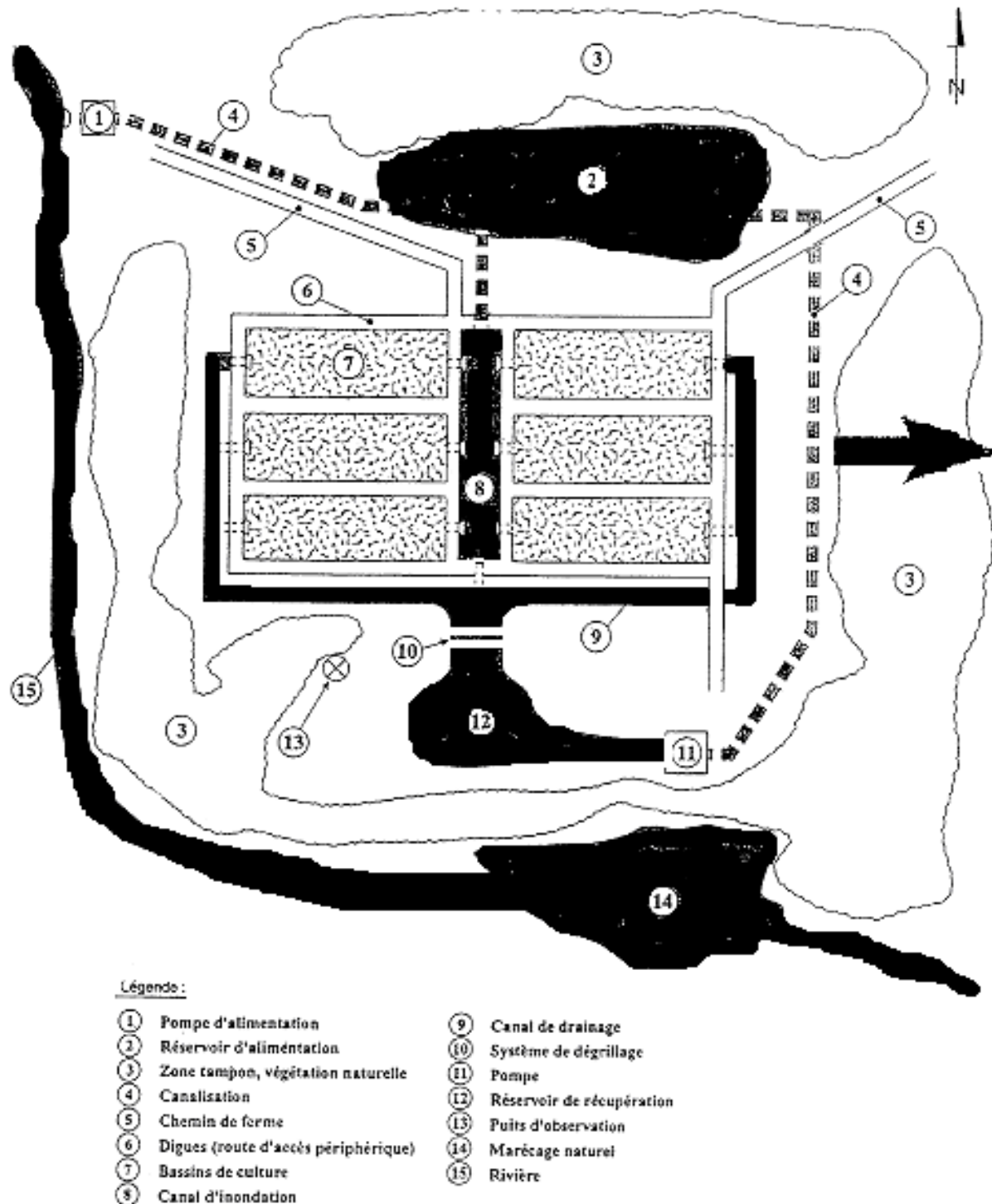


Figure 2. Aménagement d'une cannebergière biologique en structure fermée

(Source : Bulletin technique d'information sur la production écologique de la canneberge, Groupe HBA Experts-Conseils S.E.N.C)



4.2. Préparation du terrain

La préparation doit être planifiée afin d'optimiser l'efficacité des travaux, mais également pour préserver l'état du site et des travaux effectués auparavant. Les étapes sont le creusage des canaux de drainage, le défrichage, le décapage, la construction des digues (principales, mitoyennes), la confection des bassins, le creusage de canaux d'irrigation, l'installation des structures de contrôle de nappe phréatique de l'irrigation souterraine puis, finalement, la construction des réserves en eau.

Pour faciliter les opérations et la circulation de la machinerie, il faut, dans un premier temps, construire les canaux de drainage afin de faciliter l'égouttement du terrain. Ces canaux encerclent l'ensemble des bassins de culture et sont permanents. Une profondeur des fossés de 60 cm est recommandée pour assurer le drainage et ensuite le contrôle de l'inondation (voir la section 4.5 – Système de drainage). Une fois le site défriché (estimé à 1,5 à 2 fois la superficie des bassins), une couche de surface est excavée afin de retirer les débris végétaux. Selon sa constitution, cette couche de surface peut alors servir à la confection des digues ou des voies de circulation. Ce matériel peut contenir une quantité importante de graines ou de fragments de mauvaises herbes. Pour éviter leur dispersion, il faudrait envisager plus tard de faucher le dessus des digues ou même de les engazonner, ce qui est plus coûteux. En périphérie de la zone des bassins sont aménagées les digues principales qui servent également à la circulation de la machinerie (voir figure 3). Celles-ci doivent être nivelées et bien compactées. Elles doivent avoir au moins 10 m à leur base afin d'obtenir une largeur de circulation au sommet de 8 m. La pente de talus respecte un ratio d'environ (1:1) pour réduire les risques d'érosion. Les digues mitoyennes situées entre les bassins doivent avoir une largeur minimale au sommet de 5 m et peuvent aller jusqu'à 8 m. La hauteur recommandée du talus varie de 75 cm à 1 m par rapport au fond du bassin.



Figure 3. Digue principale avec voie de circulation

(Source : Agrinova)



Un terrain plat dont la pente est inférieure à 1 % contribue à réduire les coûts d'aménagement puisque le déplacement de terre, nécessaire à la construction des bassins, est moindre. L'épaisseur de la couche de sol recherchée pour la production se situe entre 1 et 1,5 m. En dessous, on devrait retrouver une couche minérale horizontale plus imperméable. Ainsi, pour obtenir la bonne épaisseur de sable, il faudra parfois décaper les endroits où l'épaisseur excède 1,5 m ou importer du sable. Le déplacement du sol favorable à la production de canneberges devra être planifié afin de récupérer et d'entreposer le sable dans un lieu qui limite les déplacements et facilite son utilisation ultérieure. De cette façon, le déplacement de la machinerie sera minimisé et réduira les risques de compaction du sol. S'il y a amoncellement de sable pour entreposage, il est préférable que la localisation ne se retrouve pas près des canaux de drainage (figure 4) ni près des voies de circulation routière extérieures à l'entreprise.



Figure 4. Bassin avec amoncellement de sable disposé le long de celui-ci

(Source : Agrinova)

Il est possible d'aménager le site de culture en gradins afin de réduire les travaux de creusage et de remplissage nécessaires à l'aménagement d'un terrain présentant une pente.

Des bandes tampons sont exigées en agriculture biologique lorsque des champs biologiques avoisinent des champs conventionnels. Il est recommandé que ces zones présentent une barrière physique adéquate (boisée ou voie d'accès). Dans le cas de la canneberge, la conservation de zones tampons autour des sites de culture prévient l'infestation de mauvaises herbes et d'insectes nuisibles en plus de favoriser la présence d'insectes pollinisateurs indigènes.



4.3. Bassin de culture

Les bassins de cultures ont fréquemment une forme rectangulaire dont la largeur est conditionnée par la rampe d'épandage. Pour des raisons opérationnelles, les champs mesurent environ le double de la largeur de la rampe. L'orientation de l'axe longitudinal (dans le sens de la longueur) du bassin devrait limiter le transport de terre lors du nivellement et être située préférentiellement dans le sens des vents dominants pour limiter l'accumulation de neige et faciliter la récolte. Les dimensions peuvent varier de 1 à 2 hectares. La dimension des bassins sera influencée par les pentes longitudinales et latérales. Le choix de la longueur se fait en fonction de la topographie. Pour diminuer les coûts d'aménagement, il est préférable que le décapage soit réduit au minimum. Le nivellement de chacun des bassins doit être effectué avec un système laser dans les directions longitudinales et latérales afin d'optimiser la gestion de l'eau (irrigation et drainage). Les dénivellations longitudinales et latérales maximales du terrain initial recommandées sont respectivement de 60 et 50 cm pour chaque bassin. Il faut également considérer qu'une circulation excessive de la machinerie augmente les risques de compaction et de problèmes de drainage.

4.4. Réservoir d'eau

Comme cela a été mentionné plus tôt, la production en circuit fermé permet de limiter la consommation d'eau nécessaire à la culture de la canneberge. L'eau est utilisée pour l'irrigation (plantation, protection du gel printanier lorsque $T < 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), mais surtout pour l'inondation de la récolte (manipulation et protection contre le gel automnal) puis pour la glaciation des plantations (protection contre la dessiccation hivernale lorsqu'il y a des températures froides et présence de vent). La consommation annuelle d'eau d'une exploitation aménagée en circuit fermé est estimée de 13 000 à 16 000 m³/ha, sans compter l'apport d'eau annuel en précipitation. Ces chiffres représentent une efficacité d'utilisation de l'eau de 60 à 75 % (varie en fonction de la nature du sol et de l'aménagement) (Asselin et al, 1997). Sur une moyenne de 2,05 ha-m/ha annuel total d'eau nécessaire à une production de canneberges, l'eau qui est recyclée et retournée par pompage à la réserve est de 1,1 ha-m/ha. L'eau totale consommée annuellement est donc de 0,95 ha-m/ha.

Tableau 2. Besoins annuels en eau dans une production de canneberges

Consommation	Eau nécessaire (ha-m/ha)	Eau recyclée (ha-m/ha)	Eau consommée (ha-m/ha)
Glaciation	0,45	0,15	0,3
Inondation tardive	0,3	0,3	0
Gel (0,3 cm/h)	0,5	0,35	0,15
Irrigation (0,76 cm/j)	0,35	0	0,35
Récolte	0,45	0,3	0,15
Total	2,05	1,1	0,95



En tenant compte de la pluviométrie et du fait que l'eau est recirculée de façon efficace, une entreprise peut considérer de façon sécuritaire que la réserve en eau suffisante est de $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ou de $8\,000 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{année}$ (voir bassin de récupération à la figure 5). Il est important de valider les besoins en irrigation et en réservoir selon la capacité de recharge quotidienne des réservoirs et la pluviométrie locale du site d'aménagement de la cannebergière.



Figure 5. Bassin de récupération (surface)

(Source : Agrinova)

Un réservoir d'eau situé dans une position en hauteur et en amont des bassins de culture permet une alimentation en eau par gravité. Toutefois, l'eau doit être ramenée au réservoir par pompage. Le réservoir d'alimentation est plus grand que le ou les réservoirs de récupération. La réserve d'eau devrait au minimum représenter le volume d'eau nécessaire pour la glaciation qui se situe autour de $5\,000 \text{ m}^3/\text{ha}$. Une faible capacité de renouvellement de la réserve (débit) pourrait nécessiter la construction d'un réservoir de plus grande dimension. Si l'eau peut être pompée directement d'un cours d'eau ou d'une réserve souterraine, le volume du réservoir d'entreposage pourra être réduit. La superficie maximale d'un réservoir ne doit pas excéder 5 ha afin de répondre aux règlements du MDDEP, sinon des autorisations supplémentaires sont nécessaires. Ainsi, si la superficie de culture exige un plus grand volume d'eau entreposé, plusieurs réservoirs seront alors aménagés. La hauteur du niveau d'eau des réservoirs atteint en moyenne 2 m. Les réservoirs d'eau sont souvent de forme rectangulaire.



Les principaux facteurs à considérer pour la conception des réservoirs sont l'étanchéité et la stabilité du matériel en place. Ils peuvent être construits hors sol ou creusés par excavation (réservoir de surface). La construction du type de réservoir dépend principalement de la topographie du site et des éléments qui s'y trouvent. En général, les producteurs préfèrent la construction de réservoirs hors sol, car ceux-ci permettent la réutilisation du matériel comme les souches et le surplus de sol disponible pour faire le remblai. De plus, ce type de réservoir nécessite moins de superficies, car il peut être plus profond que celui excavé. Toutefois, le coût d'aménagement d'un réservoir hors sol est supérieur (environ 350 000 \$ pour un réservoir de 5 ha par 3 m de profondeur) pour l'entreposage d'un même volume d'eau, mais peut facilement être rentabilisé par les avantages qu'il procure. En plus du coût, d'autres désavantages peuvent être reliés à un réservoir hors sol. L'eau du réservoir peut baisser jusqu'à 10 cm par évaporation durant les températures chaudes. Également, l'eau du réservoir peut revenir par capillarité dans les champs et avoir des conséquences négatives sur les rendements. Toutefois, un réservoir hors sol réalisé en aval des bassins et semi-excavé règle ce problème. D'un autre côté, la construction d'un réservoir excavé nécessite une étude hydrogéologique de la part de spécialistes qualifiés pour quantifier les effets du réservoir sur la nappe phréatique. Ce type d'étude coûte entre 10 000 \$ et 25 000 \$ en fonction des sites et des équipes, et est moins bien perçu par le MDDEP parce que la ferme qui l'utilise est en système ouvert. L'excavation d'un réservoir peut tout de même être envisagée si le site ne contient pas d'argile. Le principal avantage de ce type de réservoir est de maintenir l'eau plus froide que dans celui hors sol et permet donc moins de perte par évaporation.

La construction des réservoirs d'eau se fait en période de dégel, celle-ci se fait par étapes avec des délais pour favoriser la consolidation de l'ouvrage. Le matériel utilisé pour construire la digue qui ceinture le réservoir se doit d'être le moins perméable possible. Ce matériel est travaillé par couches successives de 400 mm puis compacté. La compaction est nécessaire pour chacune des couches qui permettent de construire la digue, mais aussi pour les remblais lorsque ceux-ci accueillent une structure qui traverse la digue de part en part. À ces endroits (jonctions), l'installation d'une toile géotextile est nécessaire pour protéger ces sections de l'infiltration et de l'entraînement de matériel granulaire. La pente de l'excavation du bassin et celle de la digue (côté intérieur) sera la même. Toutefois, une berne d'au moins 7,5 m doit être laissée au pied de la digue pour éviter l'éboulement de la paroi (voir figure 6). Un drain enrobé est installé en périphérie de la digue pour récupérer l'eau de drainage et l'acheminer vers la réserve. Le remplissage du réservoir devra être fait lentement et graduellement. Le premier hiver, il est recommandé que le niveau de l'eau accumulée ne dépasse pas 60 % de la capacité d'entreposage (environ 1 m). Une zone de protection enrochée doit être aménagée dans le canal d'irrigation qui quitte la réserve d'eau, cet enrochement doit se faire sur une longueur d'au moins 3 m afin d'améliorer la stabilité de la structure.

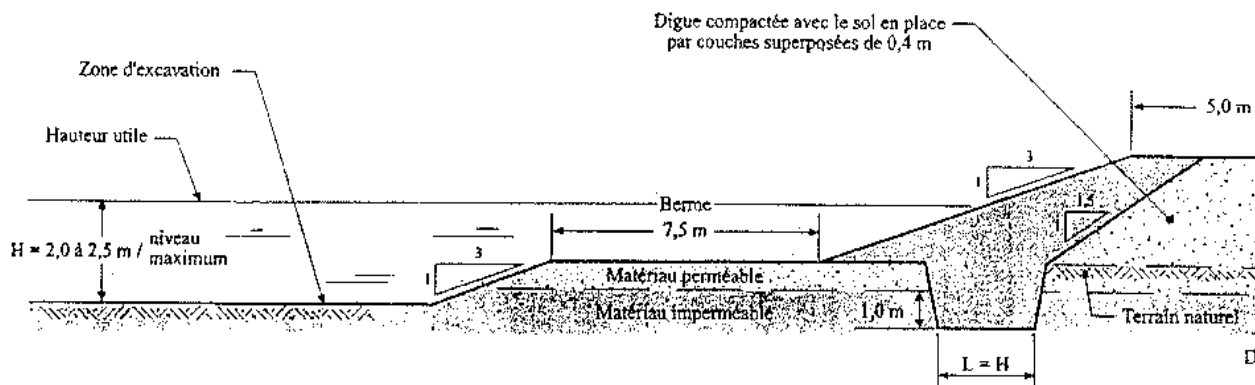


Figure 6. Coupe type d'une digue du réservoir

(Source : Bulletin technique d'information sur la production écologique de la canneberge, Groupe HBA Experts-Conseils S.E.N.C)

Actuellement, le pompage dans un cours d'eau n'est pas une généralité dans la production de canneberges. Toutefois, si le renouvellement de la réserve en eau se fait à partir d'un cours d'eau, une station de pompage devra être aménagée à proximité. Dans ces cas, l'eau sera pompée dans le cours d'eau lorsqu'elle est disponible en grande quantité puis elle sera entreposée, pour un usage ultérieur, dans les réserves des bassins de rétention.

Les qualités chimiques, bactériologiques et physiques de l'eau d'irrigation utilisée sont importantes. Par exemple, l'eau doit être exempte de contamination bactériologique, avec une faible teneur en sels dissous et de préférence avec un pH acide de 4,2 à 5,0.

4.5. Système de drainage

Suite à l'aménagement du terrain, des fossés de drainage de 60 cm de profondeur encerclant l'ensemble des bassins de culture doivent être creusés. Ces fossés forment un canal de drainage qui se déverse dans le réservoir de récupération. D'autres fossés sont également aménagés entre les digues mitoyennes et les bassins de culture. Un système de drainage souterrain complète le réseau et permet de contrôler la hauteur de la nappe phréatique dans les bassins.



Le sol et l'irrigation doivent combler adéquatement les besoins hydriques de la canneberge pendant la période d'implantation et de croissance. Toutefois, la qualité du drainage est essentielle au maintien de la vigueur du système racinaire. La conception du système de drainage devrait permettre de ramener le plus rapidement possible la nappe phréatique à 0,5 m sous le sol après une pluie ou l'irrigation³. La largeur d'écartement des drains est évaluée en fonction de la conductivité hydraulique du sol et de la profondeur de la couche de sol imperméable. Les drains doivent être enrobés d'une gaine filtrante afin d'éviter le colmatage et la sédimentation de particules de sable dans les drains (voir figure 7).



Figure 7. Installation des drains

(Source : Cap Excavation inc.)

4.6. Système d'irrigation

L'irrigation est nécessaire à toutes les étapes de la culture de la canneberge (plantation, croissance, récolte, protection contre les gels précoces et tardifs et protection hivernale). L'irrigation permet de combler les besoins hydriques de la plante et de protéger la production contre les gels tardifs et précoces. L'eau nécessaire à l'irrigation est puisée dans les réserves des bassins de rétention. On distingue deux types d'irrigations sur les entreprises, soit l'irrigation de surface (faisant remonter la nappe phréatique), qui est principalement utilisée pour l'inondation, et l'irrigation par aspersion, qui est surtout utilisée pour combler les besoins ponctuels en eau, refroidir les plants pendant les journées de grande chaleur et créer une protection contre les gels.

³ APCQ, 2009. *Évaluation de l'efficacité des systèmes de drainage dans la production de canneberges*, Rapport final d'un projet réalisé dans le cadre du PAECQ-CDAQ,

http://www.cdaq.gc.ca/content/Documents/5476%20PAECQ_%C3%89valuation%20de%20l'efficacit%C3%A9%20des%20syst%C3%A8mes%20de%20drainage%20dans%20la%20production%20de%20canneberges.pdf.



L'irrigation de surface utilise la gravité et les délais d'inondation exigent de planifier l'inondation au moins six heures à l'avance. Le système est utilisé pour permettre l'inondation de la récolte (protection contre le gel automnal et la manipulation) puis pour la glaciation des plants à l'hiver. Ce type de système d'irrigation exige de prévoir la construction d'un canal d'irrigation. Celui-ci est généralement situé entre les digues principales des bassins de culture. Il est composé également d'un canal qui est relié avec le réservoir d'alimentation et les systèmes de contrôle du niveau de l'eau qui sont généralement présents aux deux extrémités de chaque bassin (voir figure 8).



Figure 8. Système d'irrigation

(Source : Cap Excavation inc. et Agrinova)

Pendant la saison de croissance, le niveau de la nappe phréatique est contrôlé afin de le maintenir à une hauteur qui permet l'irrigation de la couche de sol près de la surface. Ce type d'irrigation par capillarité ne permet pas toujours d'obtenir une uniformité dans l'irrigation de l'ensemble du bassin. Pour obtenir une meilleure uniformité dans l'irrigation, il est recommandé d'utiliser en combinaison le contrôle du niveau de la nappe et l'irrigation par aspersion⁴.

⁴ University of Massachusetts 2004, *Cranberry Irrigation management*, <http://www.umass.edu/cranberry/downloads/Irrigation.pdf>.



Les systèmes d'irrigation par aspersion sont toujours installés sur les entreprises, puisqu'ils sont nécessaires pour la lutte aux gels et ils présentent de nombreux avantages qui font oublier leur coût d'installation. L'irrigation par aspersion n'utilise pas la gravité, mais des canalisations enterrées où l'eau circule sous forte pression. Ces canalisations distribuent l'eau à d'autres tuyaux qui alimentent des systèmes d'aspersion (asperseurs ou gicleurs). Ces systèmes peuvent être fixes ou démontables, à la surface du sol ou enfouis dans le sol. Ils facilitent la régie d'irrigation puisqu'ils permettent de combler rapidement et précisément les besoins de la culture. Ils peuvent être automatisés, munis d'alarmes et d'équipements de contrôles sophistiqués. Les systèmes d'automatisation des pompes permettent d'utiliser l'irrigation uniquement lorsque cela est nécessaire. Les besoins d'irrigation sont déterminés en fonction des besoins de la plante et du niveau d'humidité du sol, de la température et du vent. L'utilisation de tensiomètres est recommandée pour déterminer avec précision les besoins en irrigation. L'irrigation par aspersion est la meilleure méthode de protection contre les gels tardifs ou précoces en raison de sa facilité d'utilisation pour des besoins ponctuels (rapide).

Des pompes électriques ou diesel sont utilisées pour alimenter la canalisation qui doit pouvoir couvrir l'ensemble de la surface en culture. Celles-ci sont souvent installées sur un chariot mobile (voir figure 9). Pour réduire la contamination des bassins par les graines de mauvaises herbes, certaines installations sont munies d'un système de pompage de l'eau en profondeur à l'intérieur du réservoir d'alimentation. Cependant, la plupart des installations présentent des pompes qui puisent l'eau en surface, directement dans le canal d'irrigation.



Figure 9. Pompe sur chariot mobile

(Source : Agrinova)



4.7. Canalisation et contrôle de la nappe phréatique

Lorsqu'il y a pompage dans un cours d'eau, l'eau sera acheminée par un système de canalisation vers le réservoir d'alimentation et vers les bassins de culture. Il est possible d'installer sur le collecteur du réseau de drainage des bassins, une structure de contrôle de la nappe phréatique pour faire remonter celle-ci lorsque cela est nécessaire (voir section 4.6 – Système d'irrigation). Les structures de contrôle de la nappe phréatique sont généralement en acier ou en aluminium. Le plan d'aménagement indique la localisation et la dimension des unités de contrôle de nappe phréatique nécessaires. Ces unités servent à contrôler et à diriger l'eau qui est en circulation dans la canalisation. Le contrôle à l'intérieur de la structure est obtenu à l'aide d'un système de clapet. Ces unités permettent également de préserver la qualité de l'eau, puisque les débris et les sédiments sont généralement maintenus à l'extérieur de la structure. La dimension du tuyau est importante pour une évacuation efficace de l'eau au moment de la vidange du champ, et ce, sans débordement. Ces équipements sont disponibles chez certains fournisseurs (voir figures 10 et 11).

Un sol lourd est utilisé pour enterrer ces structures de contrôle. Il doit être compacté afin de stabiliser l'ouvrage et de réduire les risques d'érosion. L'engazonnement (semis de graminées et plaques) ou le maintien d'une végétation autour de la structure et des canaux représente des méthodes additionnelles efficaces pour la stabilisation du dispositif, lorsque cela est possible.



Figure 10. Structure de contrôle de nappe phréatique

(Source : Agrinova et MAPAQ)



Figure 11. Structure de contrôle de nappe phréatique

(Source : Cap Excavation inc.)

Dans le cas où les bassins seraient aménagés sur plusieurs paliers, une pompe de plus grande capacité sera nécessaire pour acheminer l'eau du bassin de récupération vers le bassin de réserve puisque l'élévation est plus importante.



5. AMÉNAGEMENT ET COÛTS

Les coûts d'aménagement sont très variables d'un projet à l'autre (30 000 \$/ha à 200 000 \$/ha). Cependant, les producteurs les plus expérimentés s'entendent pour dire qu'un coût de 100 000 \$/ha est une approximation plus réaliste pour des installations de qualité. Afin de conserver une marge de manœuvre, il serait même avisé de considérer des coûts d'environ 125 000 \$/ha. Les principaux éléments qui influenceront les coûts sont les caractéristiques du site (topographie, drainage et sol), l'expérience du promoteur et, finalement, les choix dans les types de structure de l'aménagement (réservoirs, nombre de pompes et irrigation). Les tableaux 3 et 4 présentent une liste de caractéristiques et de critères d'aménagement ainsi que les coûts relatifs à ces critères. Ces tableaux donnent donc un aperçu des coûts que peuvent engendrer de telles productions en prenant un exemple d'aménagement particulier. Il est important de mentionner que le tableau 3 ne présente pas les coûts reliés à la main-d'œuvre mais ils peuvent représenter plus de 5 000 heures en temps. Il est important de noter que la première récolte de canneberges n'est réalisée que pendant la quatrième année de production.

Tableau 3. Caractéristiques moyennes et nombre d'aménagements nécessaires à une cannebergère

Caractéristiques de l'aménagement	Valeur moyenne
Nombre de bassins	8
Superficie du terrain	48 ha
Superficie à aménager	16 ha
Superficie de chaque bassin	2 ha
Largeur des bassins	45 m
Longueur des bassins	445 m
Hauteur des digues	1 m
Pente longitudinale	0, 1 %
Pente latérale	0,5 %
Pente de talus	1:1
Approvisionnement en eau	Station de pompage
Taux de plantation	3 000 kg de boutures/ha
Volume de la réserve d'eau	75 000 m ³



Tableau 4. Coût moyen des aménagements possibles dans une cannebergière pour les trois premières années de production

Aménagement	Coût (\$)
Achat de terrain (2 855 \$/ha X 48 ha) et frais légaux	137 040
Abri pour les pompes	5 574
Remise à machinerie	75 600
Machinerie (tracteur, herse, pelle, camion benne, pompe à fruits, débroussailleuse, remorque, VTT, pulvérisateur, Rouleau Round Up, souffleur à neige, équipement de taille et de récolte, etc.)	343 500
Équipements divers (pompe d'irrigation, pompe lowlift, système d'alarme divers, base réception tensiomètre et web, estacades, etc.)	164 250
Aménagement des systèmes de drainage	41 216
Aménagement des bassins de cultures (16 ha)	496 000
Réservoir d'eau	155 000
Aménagement des canaux, système d'irrigation et contrôle du niveau de l'eau	159 200
Plantation des bassins (boutures, fertilisants, herbicides et opérations culturales)	226 083
Développement des plants (fertilisation, herbicide, épandage, irrigation, analyses, entretien, frais divers d'exploitation, etc.)	24 442
Amortissement année 1 à 3	51 825
Autres coûts (année 1 à 3) Taxes foncières, permis, cotisation, assurances, entretien, réparation, intérêts, fournitures diverses, analyses de sol, suivi fertilisation, etc.)	81 506
Total	1 961 236
Total investissement par hectare (16 ha)	122 577



6. REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier M. Jacques Painchaud, agr., MAPAQ, direction régionale du Centre-du-Québec, pour le partage de son expertise dans la révision de ce document ainsi que M. Hugues Lapierre, ing. f., M.Sc., BPH environnement, qui a été consulté lors de la rédaction de la section touchant la législation. Monsieur André Gagnon, agr., MAPAQ, et M^{me} Marie-Ève Moreau, agr., Club Conseil Bleuet, pour la rédaction des sections sur la législation et les éléments du potentiel dans le choix du site. Nous remercions également la compagnie Cap Excavation inc., le Groupe HBA experts-conseils S.E.N.C et la direction régionale du MAPAQ Saguenay-Lac-Saint-Jean pour certaines photos et figures qui sont présentées dans ce document.



7. RÉFÉRENCES

Association des producteurs de canneberges du Québec (APCQ), 2009. *Statistiques sur la culture de la canneberge au Québec 1992-2011*, Consultées le 13 janvier 2012, <http://www.producteurscanneberge.com>.

BONIN, S., 2009. *Régie agroenvironnementale de l'irrigation dans la production de canneberges (Vaccinium macrocarpon ait.)*, Mémoire, Université Laval.

BINET, M. et L. LAPERRIÈRE, 1997. *Bulletin technique d'information sur la production écologique de la canneberge*, Groupe HBA experts-conseils S.E.N.C., Saint-Hyacinthe, Québec, 66 p.

HILARY, A. Sandler, C. DEMORANVILLE and B. LAMPINEN, 2004. *Cranberry Irrigation management*, University of Massachusetts, Amherst, East Wareham, 6 p., <http://www.umass.edu/cranberry/downloads/Irrigation.pdf>.

JUNEAU, V. et al., Mars 2009. *Évaluation de l'efficacité des systèmes de drainage dans la production de canneberges*, Rapport final d'un projet réalisé dans le cadre du PAECQ-CDAQ, APCQ, 36 p., http://www.cdaq.qc.ca/content_Documents/5476%20PAECQ_%C3%89valuation%20de%20l'efficacit%C3%A9%20des%20syst%C3%A8mes%20de%20drainage%20dans%20la%20production%20de%20canneberges.pdf.

LAPIERRE, H., 2011. *Compte rendu de l'activité de transfert de connaissances sur l'aménagement d'une cannebergière sur sable du 18 mai 2010*, 18 p.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), *Loi sur la qualité de l'environnement*, Version à jour du 1^{er} novembre 2011, http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/Q_2/Q2.html.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2007. *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm>.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), 2003-2011. *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (L.R.Q., c.C-61.1)*, <http://www.mrn.gouv.qc.ca/faune/habitats-fauniques/autorisations/aquatiques.jsp>.



PAINCHAUD, J., I. Poirier et R. Asselin, 2010, *Références économiques, Canneberges, Budget*, CRAAQ, Québec, Québec, 14 p.

PAINCHAUD, J., 2010. *Le dimensionnement de la réserve en eau pour la production de canneberges*, Présentation Powerpoint, MAPAQ, Direction régionale du Centre-du-Québec.

POIRIER, I., 2009. *La canneberge au Québec et dans le Centre-du-Québec, Un modèle de développement durable, à la conquête de nouveaux marchés*, APCQ, Victoriaville, Québec, 36 p.,

http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/LaCannebergeauQuebecetCDQ_20111026.pdf.

HARNOIS, R., CRAAQ 2006. *Colloque sur l'irrigation : Coûts des différents systèmes d'irrigation*, http://www.agrireseau.qc.ca/legumeschamp/documents/Harnois_Rolland.pdf.

THOMAS, C., 2003. *Portrait environnemental de la production de canneberges au Québec*, Mémoire de stage réalisé au MAPAQ, Direction régionale du Centre-du-Québec, p. 40, <http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/Portrait%20canneberge.pdf>.