

MODULE 4 – CHAPITRE 6

Production des transplants

SOMMAIRE

1.	Infrastructure pour la production des transplants	1
1.1	Local de production	2
1.2	Tables de support pour les contenants ou les multicellules	4
1.3	Chambre de germination	5
2.	Plateaux multicellules	6
2.1	Taille des multicellules et durées de croissance des légumes	6
2.2	Désinfection du matériel	9
2.3	Remplissage des multicellules	10
3.	Terreau	11
3.1	Avantages et désavantages des terreaux avec compost	11
3.2	Évaluation de la salinité	12
3.3	La réalité sur le terrain	13
3.4	Quel mélange utiliser ?	15
3.5	Utilisation de mycorhizes	17
4.	Semis et germination des transplants	18
4.1	Semis des transplants	18
4.2	Recouvrement de la semence	20
4.3	Régie du semis à la levée	20
5.	Régie après la germination	21
5.1	Conduite du climat	21
5.2	Fertilisation des transplants	23
5.3	Arrosage	24
5.4	Endurcissement des plants	26
5.5	Principaux problèmes rencontrés	27
6.	Références	29

La production des transplants sur une ferme maraîchère diversifiée nécessite une infrastructure adéquate, l'utilisation d'un mélange de terreau de qualité et la maîtrise de la régie de production. Les principaux aspects de la production de transplants sont couverts dans ce module. Pour plus de détails, on peut consulter le livre intitulé *Les techniques de production de transplants en multicellules* de Vallée et Bilodeau (1999).

1. INFRASTRUCTURE POUR LA PRODUCTION DES TRANSPLANTS

Au Québec, la production de transplants à l'extérieur n'est envisageable que pour des transplantations très tardives. Selon la taille de la ferme, les transplants sont produits soit :

- dans une serre ou une partie de serre chauffée ;
- dans un local chauffé aménagé ;
- dans la maison (sous-sol ou ailleurs).

L'utilisation d'éclairage artificiel est essentielle dans les deux derniers cas.

Si le terreau est fabriqué à la ferme, il est utile de prévoir une aire de fabrication de terreau chauffée. Il faut entrer à l'intérieur une quantité de matériaux (compost, terreau, terre, etc.) suffisante pour les besoins avant l'hiver. On peut aussi fabriquer les terreaux l'année précédente et les entreposer dans un local qui peut être chauffé, ou encore, les mettre dans des sacs qui peuvent être apportés à la serre pour les faire dégeler avant utilisation.

1.1 Local de production

Production dans le sous-sol ou dans la maison

Pour les petites productions, il est courant de démarrer les transplants à l'intérieur du domicile. Un bon éclairage artificiel est essentiel. Les options sont l'utilisation de lampes au sodium, de néons à spectre lumineux naturel (ex. : Gro-lite) ou une combinaison de néons blancs et d'ampoules incandescentes. Il faut compter un espace de 15 à 20 m², généralement sur table, pour produire les transplants de 25 paniers. De façon générale, l'espace requis est variable selon le type de multicellules utilisé, les rendements de la ferme et le mode de production.

Maude-Hélène Desroches, Les jardins de la Grelinette

« Les transplants sont démarrés dans la maison. Nous avons une grande fenêtre sur 40 pi de longueur orientée au sud qui avait été planifiée pour la production de transplants. Les transplants sont placés sur une grande table le long de la fenêtre et il y a des néons sous la table pour pouvoir aussi faire croître des transplants dans cet espace. Nous économisons le chauffage de la serre et voyons croître les plants et les semis, ce qui nous sécurise. »

Johanne Leboeuf, La Terre Ferme

« Pour les semis de tomates et de poivrons de serre, nous utilisons maintenant, au sous-sol de la maison, des lampes au sodium avec une minuterie, et des panneaux blancs sont placés sur les côtés de la table de semis pour réfléchir la lumière. Les lampes sont moins énergivores et plus pratiques pour l'arrosage et la surveillance que les néons, car elles sont placées moins près des plants. Nous sommes très satisfaits d'avoir remplacé une armée de néons par 2 lampes au sodium. »

Les transplants produits entièrement à l'intérieur d'une maison sont souvent étiolés, comparés à ceux qui ont été démarrés en serre.

Production en serre ou en tunnel

Tout comme pour la production de transplants dans le sous-sol d'une maison, il faut compter un espace d'environ 15 à 20 m² en serre chauffée pour 25 paniers de légumes.

Monique Laroche, Le Vallon des Sources

« Un demi-tunnel chauffé, soit 135 m² (environ 0,5 m²/panier), est utilisé pour la production de transplants. C'est serré à la fin et certains transplants sont sortis dehors et protégés avec une toile géotextile. »

Frédéric Duhamel, Les Jardins de Tessa

« Dans notre cas, l'espace requis est important, car nous travaillons beaucoup avec les transplants et nous faisons peu de semis directement au champ. Une demi-serre est utilisée, soit 210 m² (environ 0,7 m²/panier)

Nous avons aussi 70 m² de tables d'acclimatation. Les tables sont à l'extérieur de la serre, et nous avons un dispositif qui permet de les couvrir et découvrir très facilement (figure 6.1) ».



Figure 1 – Tables d'acclimatation aux Jardins de Tessa

Au départ, les plants peuvent être démarrés dans un petit espace chauffé, par exemple une section de la serre fermée par des toiles plastiques, ce qui évite d'avoir à chauffer toute la serre au début. Lorsqu'on se rapproche du temps de la transplantation en champ, l'espace en serre devient limité en raison du grand nombre de transplants et de leur taille.

1.2 Tables de support pour les contenants ou les multicellules

Les tables en bois faites de lattes espacées sont peu coûteuses, mais elles peuvent abriter des insectes ou des maladies et sont difficiles à nettoyer. Les tables en métal grillagées sont plus coûteuses ; elles offrent toutefois une excellente aération et elles sont plus durables.

Dans la production de transplants, on vise les conditions les plus uniformes et les moins stressantes possibles. Il y a plusieurs erreurs à éviter. D'abord, les tables doivent être suffisamment ajourées pour que les racines ne cherchent pas à sortir des contenants. En effet, si les contenants sont posés sur des surfaces pleines qui gardent l'humidité, les racines auront tendance à se développer à l'extérieur du contenant. Si les plants prennent racine en dehors des contenants, il y aura un stress supplémentaire lors de leur mise en champ. Il faut aussi s'assurer que les plateaux et les tables soient de niveau, sinon, lors de l'arrosage, l'eau peut s'accumuler davantage à un endroit plutôt qu'à un autre, créant ainsi des inégalités de croissance, l'apparition de la fonte de semis, etc. D'autre part, la distance variable des transplants par rapport au tuyau d'alimentation en air chaud peut aussi causer des problèmes, du fait de l'assèchement plus rapide de certaines parties ou de certains plateaux de transplants.

Frédéric Duhamel, Les Jardins de Tessa

« Nous avons fabriqué des tables en bois. Pour éviter les maladies, elles doivent bien sécher au soleil d'une saison à l'autre. Il faut faire attention à mettre les tables de niveau pour éviter la déshydratation dans les multicellules due à l'inclinaison. Les tables ont 1 m de largeur et peuvent être collées deux par deux pour maximiser l'espace. Sur les tables, il est important de regrouper les plateaux par grosseur de cellules, les multicellules à 200 alvéoles ensemble, celles à 128 alvéoles ensemble, et ainsi de suite, pour favoriser l'arrosage approprié à chaque type de plateaux. »

Jean-François Robert, Les Jardins de St-Félicien

« Nous n'utilisons pas de table de support. Le sol de nos serres est chauffé à l'aide d'un réseau de tuyaux enfouis à 45 cm dans lesquels de l'eau tiède circule. Les planches de culture sont nivelées et les plateaux sont déposés directement sur le sol. Pour éviter l'enracinement excessif dans le sol de la serre, il suffit de déplacer les plateaux de quelques centimètres tous les 3-4 jours. Cela se fait assez rapidement et force les racines à remplir les cavités. »

1.3 Chambre de germination

Une chambre de germination permet de maintenir les semis à des températures plus élevées tout en minimisant les dépenses de chauffage. Elle permet une germination plus rapide et uniforme, et un taux de germination plus élevé. Idéalement, le terreau est bien humecté avant de mettre les plateaux dans la chambre de germination, car il n'est pas recommandé de faire des arrosages dans la chambre. L'air doit être maintenu très humide (un humidificateur peut être utilisé à cette fin) afin d'empêcher l'assèchement du terreau. Il faut faire attention à ne pas laisser les plants trop longtemps à cause du risque d'étiollement.

Ferme coopérative Tourne-Sol

« Nous avons une chambre de germination de 1,2 m par 2,4 m. Le sol est chauffé avec des fils normalement utilisés pour déglacer les toits. Les bacs sont remplis de sable, les fils chauffant y sont déposés et une autre couche de sable recouvre les fils. Nous planifions de mettre de l'isolant dans le fond afin de réduire la perte de chaleur vers le bas.

Les plateaux sont déposés sur le sable et recouverts d'un polythène. Quand les graines sont germées, les plantes sont transférées dans la serre. Cela économise ainsi des frais de chauffage de la serre. »

Michel Massuard, Le Vallon des Sources

« Nous n'avons pas de chambre de germination. Nous utilisons une table chauffante munie d'un fil de déglçage de toit recouvert de sable. Un thermostat et une sonde permettent de contrôler la température.

Nous faisons pré-germer les cucurbitacées. Ces dernières sont mises dans des essuie-tout mouillés placés sur des plats d'aluminium. Les plats avec les graines sont mis dans des sacs en plastique pour éviter le dessèchement. Le tout est gardé à une température de 20 à 25 °C. Les graines germent en 2 à 3 jours et sont semées par la suite. »

Jean-François Robert, Les Jardins de St-Félicien

« Tous nos semis hâtifs sont faits d'abord dans une chambre à semis, puis transférés en serre après la germination. L'éclairage de la chambre à semis est composé de lampes fluorescentes de type *cool white* (66 % des lampes) et de type *day light* (33 % des lampes). Une minuterie peut commander l'ouverture et la fermeture des lampes. »

2. PLATEAUX MULTICELLULES

2.1 Taille des multicellules et durées de croissance des légumes

Le choix de la taille de plateaux multicellules doit se faire en fonction de l'espèce de légume, de la précocité voulue et du type de fertilisation planifiée (à base de compost ou à base de fertilisant ajouté dans l'eau d'irrigation). Ce choix peut aussi être influencé par le mode de transplantation ou le type de transplanteur. Les plants produits dans des grosses multicellules sont plus précoces, mais ne donnent pas forcément plus de rendement. Par contre, ils peuvent, en général, mieux tolérer un retard de plantation.

La forme des cellules est variable. Les plus utilisées sont coniques. Les cellules carrées contiennent un plus gros volume de substrat (environ 30 %), permettent un meilleur développement du système racinaire (moins d'enroulement des racines) et une meilleure répartition de l'eau d'arrosage à la surface du plateau (moins d'espace entre les cellules). Les formes octogonales ou hexagonales sont des versions améliorées des cellules carrées. Il existe aussi des cellules avec des côtes, des canaux ou des orifices longitudinaux sur la paroi interne des alvéoles qui limitent l'enroulement des racines.

Voici des exemples de tailles de multicellules utilisées par quelques fermes biologiques ainsi que les tailles de multicellules utilisées en agriculture conventionnelle (tableau 1). La durée nécessaire pour la production des transplants est aussi indiquée. Les chiffres décrivent le nombre de cellules dans un plateau standard de 28 cm par 54,6 cm.

Tableau 1
Taille des multicellules utilisées et temps nécessaire jusqu'à la transplantation

Culture	Taille des multicellules utilisées par des producteurs biologiques d'expérience	Recommandations en régie conventionnelle (Bodnard, 1996)	
		Taille des multicellules (alvéoles/plateau)	Âge au repiquage et détails de production
Tomate hâtive	36, 50 ou encore 128 avec repiquage dans des pots de 10 cm, On peut aussi semer dans un plateau et repiquer directement dans des pots de 10 cm.	24, 38, 50	En général, semis dans des multicellules à 288 ou à 406 alvéoles, puis repiquage dans des multicellules à alvéoles plus grosses, dès l'apparition de la première vraie feuille. Les plants devraient avoir environ 8 semaines au moment de la plantation définitive.
Tomate de moyenne saison ou de fin de saison		128 à 288	Semis direct dans les multicellules. Pour les repiquages de la deuxième quinzaine de mai, utiliser des plants âgés de 6 à 7 semaines ; pour les repiquages de juin, utiliser des plants de 5 semaines.

Tableau 1 (suite)
Taille des multicellules utilisées et temps nécessaire jusqu'à la transplantation

Culture	Taille des multicellules utilisées par des producteurs biologiques d'expérience	Recommandations en régie conventionnelle (Bodnard, 1996)	
		Taille des multicellules (alvéoles/plateau)	Âge au repiquage et détails de production
Poivron hâtif	36, 50, 128 ou semis dans des plateaux sans alvéoles avec repiquage dans des pots de 10 cm	50 ou 72	Repiquage de plantules ou semis direct dans les multi cellules. Compter de 8 à 9 semaines avant le repiquage au champ.
Poivron de moyenne saison ou de fin de saison		128 à 200	Semis direct dans les multicellules. Compter de 7 à 8 semaines avant le repiquage au champ.
Chou hâtif	72, 128	72 ou 98	Semis direct dans les multicellules. Compter de 5 à 6 semaines avant le repiquage au champ.
Chou de moyenne saison ou de fin de saison		128 à 200	Semis direct dans les multicellules. Compter de 4 à 5 semaines avant le repiquage au champ.
Concombre, melon, courge	24, 50, 72	24 à 128	Semis direct dans les multicellules. Compter de 3 à 4 semaines si on utilise des multicellules à 24 ou à 38 alvéoles, et de 2 à 3 semaines si on utilise des multicellules à 128 alvéoles. Ne pas laisser les plants pousser trop en hauteur dans la serre.
Laitue	72, 128		
Céleri-rave	72		
Maïs	128, 200	Semis direct en champ	
Oignon	Plateaux ou multicellules ^a	Semis direct en champ	
Oignon espagnol		200 ou 288	Semis direct dans les multicellules. Rabattre plusieurs fois les plantules pour les renforcer (on coupe la pointe des oignons, ce qui encourage un développement en largeur plutôt qu'en hauteur). Compter de 8 à 10 semaines avant le repiquage au champ.

1. Les oignons et les poireaux sont semés à raison de 200 à 500 graines par plateau d'environ 25 par 50 cm. Certains producteurs augmentent l'épaisseur de terreau jusqu'à 12 ou 13 cm de profondeur pour permettre une nutrition prolongée des oignons. Les oignons peuvent aussi être semés à raison de deux à quatre par multicellule, mais cela demande une certaine expérience, car ils sont plus difficiles à réussir (arrosage et fertilisation plus difficiles). Note : Lorsqu'on repique un jeune plant à racines nues, il faut toujours le tenir par un cotylédon. Toucher la tige entraîne des blessures propices à la fonte des semis.

Frédéric Duhamel, Les Jardins de Tessa

« Nos oignons sont semés dans des plateaux dont nous remontons les rebords à 15 cm (avec du plastique rigide comme celui utilisé pour les pancartes électorales). Nous mettons cinq rangs et semons 500 graines au total (versées avec un petit verseur manuel). La quantité de terreau

nourrit les oignons jusqu'à leur plantation au champ (la croissance des oignons avant leur plantation est assez exigeante). »

Michel Massuard, Le Vallon des Sources

« La plupart de nos graines sont soit pré-germées soit semées en plateaux puis transplantées au stade approprié (tableau 2). Le temps nécessaire au repiquage est compensé par des économies de temps générées par l'élimination des binages et du désherbage des transplants. »

Tableau 2
Détails de production des transplants à la ferme Le Vallon des Sources

Légumes	Technique/multicellules	Raisons
Cucurbitacées	Semences pré-germées dans du papier essuie-tout mouillé ; Semées dans multicellules 36.	Permet de mettre juste une graine par pot, ce qui est économique. La germination est rapide grâce à la pré-germination.
Tomates, aubergines, piments	Semées en plateaux puis transplantées en multicellules 36	Bonne uniformité des transplants ; nous ne repiquons que du beau transplant.
Crucifères	Semées en plateaux, puis transplantées en multicellules 72	Régularité dans les transplants ; nous ne repiquons que du beau transplant ; les crucifères aiment être transplantées ; cette méthode évite de mettre 2 graines par cellule.
Laitues	Semées directement en multicellules 128. Les graines sont déposées sur le terreau et recouvertes de vermiculite.	
Oignons et poireaux	Les oignons et les poireaux sont semés à la volée dans des plateaux de 28 cm x 54,6 cm par 5 cm d'épaisseur ; 500 graines y sont semées.	

Johanne Lebœuf, La Terre Ferme

« À mon avis, il faut éviter les multicellules 200 pour les oignons et les choux en culture biologique, car c'est trop petit. Nous les avons utilisés sans succès pendant quelques années. Nous réussissons bien le maïs en 128 et les cucurbitacées en multicellules 50. Les tomates et les poivrons sont semés en 128 et repiqués en pots de 10 cm (4 pouces) ; cela donne une latitude intéressante pour la date de plantation.

Pour les oignons et les poireaux, nous avons obtenu de très bons résultats en semant dans des plateaux (28 cm x 54,6 cm) avec 5 cm de terre (200-300 semences) et en augmentant graduellement la fertigation à base de poisson (selon les recommandations de Jean Duval). La

croissance des plantules était comparable à celle de plateaux avec côtés surélevés contenant deux fois plus de terreau. Question travail, la méthode avec fertigation est moins exigeante (moins de terreau à manipuler). Le mélange fertilisant est fait dans un bidon plastique de 45 gallons et une pompe à piscine sert pour faire l'arrosage avec la solution.

Selon notre expérience, dans le cas des semis de cucurbitacées, il est très important que le terreau soit chaud et qu'il le reste pendant toute la première semaine de levée. Lorsqu'on annonce une semaine froide et nuageuse, il est préférable de retarder le semis en serre ou de faire pré-germer les graines dans un endroit chaud, sinon le pourcentage de levée peut être faible. Les cucurbitacées me semblent le semis le plus difficile à réussir dans une serre avec une grande diversité de végétaux. »

Attention : La manipulation de graines prégermées demande de la délicatesse et de la minutie. En effet, si le germe est brisé la plante ne poussera pas.

2.2 Désinfection du matériel

Les plateaux de multicellules doivent être lavés et stérilisés entre chaque cycle de production. Les substances permises pour la désinfection en agriculture biologique sont l'hypochlorite de sodium (eau de Javel), l'alcool, le vinaigre et le peroxyde d'hydrogène (attention, certains peroxydes contiennent des stabilisateurs interdits en bio). L'eau de Javel est d'une efficacité variable. On peut utiliser une concentration de 1 partie d'eau de Javel pour 10 parties d'eau. La solution est toutefois instable et doit être renouvelée aux 2 heures et le produit est irritant. Il faut bien laisser sécher les multicellules pour éviter les risques de résidus toxiques. Les objets à désinfecter doivent être propres, parce que la saleté et la matière organique empêchent l'action du désinfectant. Ils doivent être en contact avec la solution désinfectante pendant au moins 10 minutes. Des bulletins sur la désinfection du matériel peuvent être consultés sur le site d'Agri-réseau (Villeneuve, 2004 ; Carrier et Sénécal, 2008). Des trois produits désinfectants recommandés pour la désinfection des serres en agriculture conventionnelle, seul l'Hyperox® est autorisé en agriculture biologique.

Les fermes qui ont des problèmes importants de maladies (par exemple dans la tomate) ont certainement intérêt à désinfecter leur matériel. Toutefois, plusieurs fermes ne désinfectent pas leur matériel et n'ont pas de problèmes.

Jean-François Robert, Les Jardins de St-Félicien

« Nous désinfectons le matériel au début, mais nous avons cessé parce que nous doutions de l'efficacité de cette mesure, à moins de renouveler très souvent la solution. Nous n'avons jamais eu de problèmes de contamination, ou du moins n'avons rien remarqué de suffisamment important au point d'identifier la propreté du matériel de semis comme étant un problème. À notre avis, il faut faire davantage attention au compost et à la gestion de l'irrigation. »

Johanne Lebeuf, La Terre Ferme

« Auparavant, pour la désinfection, nous passions tout à l'eau de Javel, comme décrit dans ce module. Maintenant, on se contente d'étaler les cellules au soleil et de bien les faire sécher quelques jours avant les semis et d'utiliser du Rootshield (voir plus loin). Avec cette méthode, on ne voit pas de différence et c'est moins compliqué. Il y a peu de maladies, sauf lorsque la température est nuageuse sur une longue période de temps. »

2.3 Remplissage des multicellules

Le terreau doit être humidifié avant le remplissage des cellules. Cela permet à la tourbe de gonfler et de rester plus poreuse et aussi de limiter l'affaissement du terreau lors du premier arrosage. Il ne faut pas que le terreau soit trop mouillé. Lorsque l'on comprime une poignée de terreau dans la main, il ne doit pas y avoir un écoulement d'eau. À l'ouverture de la main, la motte doit se défaire facilement avec une légère pression du doigt.

Le terreau peut être distribué manuellement de la façon la plus uniforme possible. Le surplus de terreau est alors brossé délicatement vers l'extérieur ou vers les zones qui en ont moins. On compacte le substrat en soulevant les plateaux à une hauteur de 6 cm et en les laissant retomber. Cette opération peut être répétée une ou deux fois. Certains producteurs font tomber les plateaux de plus haut. Les cavités sont ensuite remplies à leur niveau final en rajoutant du terreau et en brossant à nouveau. On peut aussi déplacer une petite planche en un mouvement de va-et-vient sur le dessus des plateaux, pour enlever le surplus et uniformiser la surface.

Le terreau ne doit pas être trop compacté. Un terreau compacté contient peu d'air, sèche lentement et favorise les maladies racinaires. Il faut croiser les plateaux lorsqu'on les empile afin de ne pas compacter le terreau.

Frédéric Duhamel, Les Jardins de Tessa

« Il faut remplir SANS PRESSION les cellules et secouer le plateau en un mouvement de rotation pour remplir toutes les cellules. On enlève le surplus de terreau avec un bâton. On soulève ensuite (max. de 2 pi de hauteur) les plateaux et on les laisse retomber en faisant attention qu'ils tombent bien à plat pour que le terreau s'enfonce. En général, la graine devait être semée à une profondeur égale à 1,5 fois sa grosseur. »

Johanne Lebeuf, La Terre Ferme

« Un truc facile et simple pour préparer les multicellules consiste à passer un petit balai à main (type balai à porte-poussière) sur chaque plateau après remplissage. Quand on sème par la suite, la semence va se loger dans la dépression faite par le passage du balai. Nous utilisons cette méthode depuis toujours avec un semoir aspirateur. »

3. TERREAU

Certains producteurs choisissent d'acheter leur terreau. Dans ce cas, il est important d'utiliser un terreau professionnel, conforme aux normes biologiques et dont la salinité est mesurée. D'autres producteurs font leur propre mélange.

La quantité de terreau nécessaire varie avec la taille des multicellules utilisées. Pour les systèmes ASC, les besoins de terreau sont d'environ 0,5 m³ pour la production des transplants nécessaires à 25 paniers.

3.1 Avantages et désavantages des terreaux avec compost

Il existe de nombreuses recettes de terreau. Beaucoup de personnes sont aussi prêtes à donner des conseils basés sur leur propre expérience. Il faut être très prudent. Une recette peut fonctionner pendant 9 ans et surprise... la dixième année, c'est la catastrophe. Les semis ne lèvent pas ou les transplants poussent très mal. Cette imprévisibilité est liée à l'utilisation de compost dans le mélange. Les mélanges utilisés en agriculture conventionnelle ne contiennent pas de compost, ce qui réduit de beaucoup le risque. Quelques notions doivent être bien comprises avant de s'aventurer dans ce domaine, à plusieurs égards encore mal connu en agriculture biologique.

- Lorsqu'il y a du compost dans le terreau, ce dernier est la source de fertilité pour les transplants. Le compost se minéralise graduellement et libère les éléments fertilisants pour les plantes.

- Plus il y a de compost, plus le terreau est fertile.
- Plus le compost se minéralise, plus la fertilité augmente.
- Plus le terreau est riche, plus il est salin. Ce sont les éléments nutritifs qui sont la source de salinité, en particulier les nitrates et, dans une moindre mesure, les sulfates.

Si la salinité est excessive (tableau 3), soit parce qu'il y a trop de compost, soit parce que ce dernier est trop riche ou qu'il se minéralise trop vite, les transplants ne pousseront pas et vont même mourir.

En agriculture conventionnelle, la salinité est bien contrôlée, car les engrais chimiques ne se minéralisent pas (ils sont déjà sous forme de minéraux) et aussi parce que la salinité de chaque engrais est connue. Il suffit de mettre la bonne dose d'engrais.

La salinité n'est pas du tout contrôlée en agriculture biologique. Non seulement la salinité d'un terreau avec compost varie-t-elle au gré de sa minéralisation, elle-même variable selon la température et l'humidité, mais encore la salinité de chaque compost est différente. Si le compost est toujours fait à la ferme de la même façon et avec les mêmes ingrédients, la salinité de ce dernier et sa vitesse de minéralisation varieront peu. Si le compost est acheté, même si l'on achète toujours la même marque, la salinité de ce dernier peut varier.

Lorsqu'un terreau est salin, on peut observer deux phénomènes apparemment contradictoires lorsqu'on compare les transplants issus d'un tel terreau avec ceux produits sur un terreau peu salin.

- Certains types de légumes peuvent être beaucoup plus beaux avec un terreau salin qu'avec un terreau peu salin ; dans ce cas, les transplants en question sont peu sensibles à la salinité et profitent de la fertilité élevée.
- Certains types de légumes ne poussent pas du tout ou de façon très inégale dans un terreau salin ; ces transplants sont sensibles à la salinité et sont affectés par cette dernière.

L'utilisation d'un compost de qualité permet de limiter les problèmes de salinité et permet aussi de protéger les plantules contre certaines maladies grâce à la présence de microorganismes bénéfiques dans le mélange de terreau. Toutefois, même avec un compost de qualité, il faut faire une bonne gestion afin d'éviter les problèmes de salinité.

3.2 Évaluation de la salinité

La salinité et le pH devraient être mesurés régulièrement. Les analyses sont faites sur place à partir d'un mélange fait de 2 volumes d'eau pour un volume de terreau en utilisant un pH-mètre

et un conductivimètre (qui mesure la salinité). Il faut attendre 30 minutes avant de faire la lecture.

Voici tout d'abord les valeurs recommandées en serriculture conventionnelle pour des terreaux à base de tourbe, donc sans compost dans le mélange (tableau 3).

Tableau 3
Valeurs de salinité (Lambert, 2006)

Salinité en millisiemens (mS)	Indications pour milieux tourbeux
0 à 0,25	Très basse : carences possibles si la croissance est rapide
0,26 à 0,75	Basse : acceptable pour les jeunes plantules et les plantes sensibles à la salinité
0,76 à 1,25	NORMALE : sauf pour les plantes sensibles aux excès de sel
1,25 à 1,76	Élevée : réduction possible de la croissance et de la vigueur, en période chaude surtout
1,76 à 2,25	Très élevée : dommages dus à la réduction d'absorption de l'eau par les racines en milieu salin ; apparition de brûlures marginales et de flétrissement
Plus de 2,25	Excessive : la plupart des plants sont affectés ; lessivage requis

Pour faire correspondre cette analyse avec une analyse de salinité faite en laboratoire : diviser le résultat du laboratoire par environ 2,5.

Les laitues, le céleri et les concombres ainsi que d'autres cucurbitacées sont particulièrement sensibles à la salinité.

Le pH des terreaux doit se situer entre 6 et 6,5.

3.3 La réalité sur le terrain

Depuis 2004, la salinité et le pH des terreaux de plusieurs agriculteurs biologiques ont été mesurés. L'état des transplants a aussi été vérifié. Les résultats sont très variables. En voici les principales observations :

- la salinité des terreaux variait de 2 à 8 mS ;
- la salinité des composts variait de 1,6 à 6,6 mS ;
- une mauvaise germination et une croissance inégale étaient observées avec des salinités de terreau supérieures à 3 mS. Certaines plantes sensibles à la salinité avaient des problèmes de croissance lorsque la salinité était supérieure à 2 mS.

D'après ces résultats et l'observation des transplants, il semble toutefois que les plantes tolèrent une salinité plus élevée quand il y a du compost dans le terreau.

Pour ce qui est de l'eau d'arrosage, le pH était la plupart du temps entre 7 et 8.

Les principales conclusions que l'on peut tirer de ces suivis sont les suivantes.

- Les producteurs expérimentés, qui connaissent bien leur compost et qui maîtrisent bien l'arrosage et l'aération de la serre, obtiennent de bons résultats avec des doses de compost allant jusqu'à 60 % du mélange.
- Les producteurs qui ne maîtrisent pas bien l'arrosage et l'aération de leur serre, ou qui ne connaissent pas bien leur compost, peuvent avoir des problèmes de salinité avec aussi peu que 20 % de compost dans le mélange de terreau.
- Certains producteurs obtiennent de bons résultats certaines années et de mauvais résultats dans d'autres. La salinité du compost n'est pas constante d'une année à l'autre, ce qui pourrait expliquer ces résultats.

Michel Massuard, Le Vallon des Sources

« Nous utilisons deux mélanges : un mélange plus pauvre pour les semis et un autre plus riche pour le repiquage. Ces mélanges sont utilisés avec succès depuis plusieurs années.

- Terreau de semis : 35 % compost, 50 % tourbe, 15 % vermiculite. Nous rajoutons à ce mélange 4 kg d'os moulu et 5 kg de chaux pour 3 m³.
- Terreau de repiquage : 45 % compost, 45 % tourbe, 10 % vermiculite. Nous rajoutons à ce mélange 5 kg de chaux pour 3,5 m³.

Nous utilisons un compost bien mûr, de deux ans, afin d'éviter les problèmes de germination ou de croissance.

Une année, nous avons acheté du terreau, car il nous semblait que notre compost n'était pas assez mûr. Les résultats ont été bizarres. Les poireaux ont été beaucoup plus beaux qu'avec le mélange fait avec notre compost maison, mais les laitues n'ont pas germé et n'ont pas poussé.

Une autre année, nous avons semé les poireaux en partie dans notre terreau de semis et en partie dans notre terreau de repiquage, plus riche. Les poireaux dans le terreau de semis ont beaucoup mieux poussé que ceux dans le terreau de repiquage. »

Frédéric Duhamel, Les Jardins de Tessa

« Pour les oignons et les poireaux, on ajoute du compost à notre terreau (mélange Fafard). Ils sont aussi fertigués après la première et la deuxième taille et avant la transplantation avec de l'émulsion de poisson (5 ml/L) et des algues séchées (1 g/L). »

La régie de l'arrosage des transplants est aussi un facteur critique. Ainsi, un producteur en Montérégie a toujours eu d'excellents résultats avec son terreau, jusqu'au jour où une nouvelle

personne s'est occupé de l'arrosage. Cette année-là, les problèmes de croissance dus à la salinité ont été importants.

3.4 Quel mélange utiliser ?

En production conventionnelle, la plupart des terreaux sont uniquement composés de mousse de tourbe, de vermiculite ou de perlite. De la chaux y est ajoutée, afin d'ajuster le pH, ainsi qu'une petite dose d'engrais. Il est primordial d'utiliser un bon agent mouillant dans de tels mélanges ayant une proportion importante de tourbe. Lorsque de l'engrais est ajouté au mélange, on recherche les proportions suivantes entre les éléments majeurs : 1 N : 0,15 P : 1 Ca : 0,5 mg (Vallée et Bilodeau, 1999). Le potassium n'est ajouté que plus tard, avec la fertilisation régulière, qui commence au stade cotylédon. Afin de donner une base pour estimer la quantité d'engrais qu'on peut ajouter, toujours en fertilisation conventionnelle, on fertilise avec 0,3 à 0,6 kg de triple superphosphate (46 % de P_2O_5), 0,6 kg de gypse, 0,3 à 0,6 kg de nitrate de calcium (15 % de N) par mètre cube de terreau, ainsi qu'avec des oligo-éléments. En agriculture biologique, ces engrais sont à remplacer par des engrais acceptés en agriculture biologique.

Voici un mélange qui fonctionne bien en général (Senécal M., MAPAQ., communication personnelle) : 8 à 10 % de compost, 30 % de mousse de tourbe blonde (elle est plus chère que la régulière), 30 % de perlite, 30 % de terre noire (ou d'un mélange à jardin) et 3 kg de chaux dolomitique poudreuse par mètre cube de mélange. Plusieurs producteurs utilisent un terreau de semis qui contient peu de compost et un terreau de repiquage plus riche en compost (voir plus loin).

Dans un tel mélange, la terre noire ou un mélange à jardin (sol, terre noire et chaux) permet de garder le terreau humide un peu plus longtemps, ce qui réduit la fréquence des arrosages. Le niveau de compost est très bas, ce qui élimine les risques de salinité. Il faut par la suite apporter des fertilisants lors des arrosages.

Attention :

- L'acidité de la tourbe varie ; les quantités de chaux à rajouter par mètre cube de tourbe peuvent varier de 2,4 à 6 kg. La chaux ne doit pas être en granules, sinon le pH prend des semaines à augmenter.
- La qualité de la tourbe varie : certaines tourbes (en particulier celles vendues à rabais) sont très fines et poussiéreuses. Dans ce cas, les pores sont bloqués, le terreau ne sèche

plus et les résultats peuvent être très mauvais. Il faut une tourbe fibreuse de bonne qualité.

- La vermiculite a tendance à garder le terreau humide plus longtemps que la perlite.
- Si du sable est utilisé à la place de la perlite ou la vermiculite, il faut que ce soit du sable grossier, à angles aigus. Le sable fin utilisé en construction a l'effet contraire à celui recherché : il bouche les pores et garde le sol humide trop longtemps.

LORSQUE PLUS DE 15 à 20 % DE COMPOST EST UTILISÉ DANS LE MÉLANGE, IL EST IMPORTANT DE SURVEILLER LA SALINITÉ ET LE PH AVEC UN CONDUCTIVIMÈTRE ET UN PH-MÈTRE. Ces outils coûtent entre 100 et 150 \$, et leur utilisation pourrait éviter des problèmes. De façon générale, il est recommandé de faire ces suivis quelle que soit la composition du terreau.

Jean-François Robert, Les Jardins de St-Félicien

« Nous n'utilisons pas de compost dans le terreau à semis, seulement dans le terreau à repiquage (25 % environ, mais cette quantité peut varier en fonction de l'exigence des cultures). Nous faisons systématiquement analyser notre compost.

Nous faisons faire des analyses standards dans le seul but de vérifier s'il n'y a pas d'excès et si le pH est adéquat. Nous avons aussi un pH-mètre et un conductivimètre pour le sol de serre. »

Andrée Deschênes, Le Jardin des Pèlerins

« Nos mélanges de terreaux sont les suivants :

	Terreau de semis	Terreau de repiquage	Bacs de culture
Tourbe blonde	70 %	30-35 %	25 %
Tourbe brune		20 %	25-30 %
Perlite	15 %	10 % (ou vermiculite)	13 %
Sable lavé		10 %	7 % (ou vermiculite)
Compost	15 %	25-30 %	25-30 %
Chaux dolomitique	5-6 g/L de tourbe		
Cendre de bois franc	1 g/L de tourbe		
Mycorhizes Myke Pro AG !	2 g/L de mélange		2 g/L de mélange

On achèterait volontiers du terreau prémélangé, mais pour le moment, aucun ne nous satisfait (en 2007). Le terreau Myke serait intéressant, mais il n'est pas disponible dans des sacs de bon volume (seuls des sacs de 35 litres sont actuellement produits, ce qui fait trop de plastique à

jeter). La plupart des autres terreaux sur le marché sont souvent trop lourds, la tourbe trop décomposée, et le pH difficile à prédire.

Donc, nous sommes revenues à la production de nos propres terreaux. Nous utilisons de la cendre ; elle est facilement disponible puisque c'est la nôtre. Cela renforce quelque peu le contenu minéral du terreau. On assure ainsi un apport de potassium à nos tomates, dont le besoin en potassium est important. »

Denis La France, Cégep de Victoriaville

« Lorsqu'on a développé des recettes de terreau qui donnent de bons résultats, il faut répéter les mêmes procédures exactement chaque année, composter les mêmes matériaux dans les mêmes conditions et mesurer très exactement les ingrédients lors du mélange. Il faut s'assurer, entre autres, que les composts pour les terreaux sont toujours couverts et faire des petits tas bien aérés. »

3.5 Utilisation de mycorhizes

Les mycorhizes améliorent l'absorption des éléments nutritifs, en particulier le phosphore, et augmentent la résistance des plantes à la sécheresse. Il peut être très intéressant de mélanger des mycorhizes au terreau. Il se peut alors que certaines plantes poussent plus vite, ce qui permet de retarder les dates de semis des transplants. Les alliacées répondent particulièrement bien à la mycorhization, alors que les crucifères n'y répondent pas du tout. L'utilisation de mycorhizes dans le terreau permet aussi d'en inoculer le sol des champs, ce qui est très intéressant.

Andrée Deschênes, Le Jardin des Pèlerins

« Nous mettons des mycorhizes dans notre terreau surtout pour inoculer le sol de nos champs. En effet, dans notre type de sol, il est bon d'avoir des mycorhizes pour les raisons suivantes :

- notre sol est très sableux et sa structure doit être renforcée. Les mycorhizes produisent de la glomaline (glycoprotéine) qui sert de colle pour les microagrégats ;
- les échanges d'éléments nutritifs sol-plante-sol sont facilités par les hyphes et la pénétration intracellulaire remarquable des mycorhizes ;
- l'eau est une préoccupation constante ; nous avons des allées enherbées en permanence (trèfle Huia) pour éviter les pertes d'eau, mais sur le rang, on doit aussi tout faire pour la conserver. Les cultures de couverture et engrais verts ont pour fonction de couvrir la surface, éviter l'érosion éolienne et encourager la microflore, spécialement les mycorhizes.

Il est à noter que j'ai été à même de constater que l'agriculture biologique n'est pas garante de bons sols et de bonne mycorhization. Les fermes qui ont atteint une bonne dynamique microbienne ne sont pas très nombreuses. Mais quand cela arrive, les résultats sont au-delà de ce qu'on peut imaginer (rendement même en temps de sécheresse, résilience même en saison très humide, constance des rendements, indices de sucre, etc.). J'espère qu'un jour nous y arriverons. »

4. SEMIS ET GERMINATION DES TRANSPLANTS

4.1 Semis des transplants

Le semis direct dans les multi cellules doit se faire avec des semences ayant un haut taux de germination. Les semences peuvent être enrobées pour faciliter le semis. Il est recommandé de ne pas conserver les semences plus d'un an pour la plupart des espèces.

Le semis de surface est adéquat pour la majorité des espèces. L'utilisation d'un poinçon qui permet de faire une légère dépression au milieu de la cellule est toutefois recommandée, car cela assure de bien positionner la semence. Cette opération est très importante pour les crucifères pour faciliter leur enracinement initial, Les trous de semis peuvent être faits à l'aide d'un objet pointu afin de ne pas compacter le terreau. Il est aussi possible d'utiliser un gabarit avec des goujons qui est pressé délicatement contre le terreau. Une brosse souple peut aussi être utilisée pour enlever un peu de terreau de la surface des cellules (Vallée et Bilodeau, 1999).

Voici les principaux types de semoirs disponibles :

- le petit semoir verseur de base pour les opérations de petite envergure, au coût de 5 \$ environ (figure 2) ;
- le semoir à vibreur (figure 3) ; ce semoir possède un petit vibreur qui fait descendre la semence sur une spatule. Il permet de semer 5 à 10 plateaux à l'heure, et son prix est d'environ 50 \$;
- le semoir à plaques (figure 4), composé de deux plaques trouées en plexiglas. Les semences se logent dans les trous de la plaque du dessus, alors que la plaque du dessous est positionnée de façon à bloquer les trous. En déplaçant une plaque par rapport à l'autre, il est possible d'enligner les trous des deux plaques et de faire tomber les semences dans les plateaux. Il faut un ensemble de plaques par type de plateau. Le prix est d'environ 120 \$;

- le semoir à barre, caractérisé par une pompe qui crée un vide d'air dans un cylindre équipé de buses. Les graines sont aspirées et maintenues sur les buses du cylindre. La succion est ensuite relâchée, et les graines tombent. La précision est meilleure qu'avec le semoir précédent. Ce semoir permet de remplir 15 à 30 plateaux à l'heure. Le coût est d'environ 700 \$;
- le semoir pneumatique à plaques. Ce semoir permet de semer un plateau à la fois. Comme pour le semoir précédent, un vide d'air est créé pour aspirer les semences sur une plaque perforée. Cette plaque est placée manuellement sur les plateaux et la succion d'air est arrêtée. Les semences tombent alors dans chacune des cellules. Il faut une plaque par type de semence. Ce semoir permet de remplir 60 à 200 plateaux à l'heure. Le coût d'un tel semoir varie de 800 à 1 000 \$. Il est toutefois possible de le fabriquer soi-même.



Figure 2 – Petits semoirs manuels



Figure 3 – Plaque de semis

Frédéric Duhamel, Les Jardins de Tessa

« Nous utilisons un semoir à air. Le vide est fait avec un aspirateur grâce à la succion. Les graines collent sur les trous faits dans un plexiglass. Quand on est prêt à les laisser tomber dans les multicellules, on débranche la balayeuse et elles tombent. Cela fonctionne très bien, sauf pour la bette à carde et les betteraves. »

4.2 Recouvrement de la semence

Le recouvrement de la semence peut se faire avec de la vermiculite grossière, du sable, du terreau, de la silice, etc. La vermiculite, qui est souvent utilisée, ne doit pas être fine, sinon elle étouffe les semences (Vallée et Bilodeau : 1999). Les semences doivent être recouvertes par une épaisseur de substrat égale à deux à trois fois leur diamètre (Tremblay et Sénécal : 1991).

Michel Massuard, Le Vallon des Sources

« Le terreau des multicellules est légèrement compacté avec un plateau de multicellules vides de la même taille. Le bas du plateau est appuyé sur le terreau des multi cellules à semer. Le bas de chaque multicellule du plateau vide fait alors un petit trou dans lequel les graines sont ensuite placées. Les graines sont ensuite recouvertes de vermiculite ou de terreau selon le cas. Nous utilisons de la vermiculite pour les petites graines semées en multicellules (laitues, fines herbes). Ce produit s'étale plus facilement que le terreau, et il est possible d'en mettre une très faible épaisseur. Nous semons la plupart des autres légumes en plateau. En ce qui concerne les oignons et poireaux, nous recouvrons les graines de terreau. Pour les autres légumes à repiquer (tomates, aubergines, etc.), nous avons un petit outil qui trace des sillons. Les semences sont déposées dans les sillons que nous fermons à la main. »

4.3 Régie du semis à la levée

Pour la germination sur table, il faut maintenir le taux d'humidité relative à 100 % près de la semence. Pour commencer, un arrosage abondant doit permettre de mouiller le terreau jusqu'à saturation juste après le semis. Par la suite, de fréquentes petites irrigations de surface sont faites jusqu'à l'émergence. L'humidité relative de l'air devrait être élevée à ce stade. Une couche de vermiculite permet de conserver une bonne humidité, mais empêche de repérer les zones qui s'assèchent.

Les températures optimales sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Une température trop basse ralentit la germination et augmente le risque de fonte des semis. Une température trop haute peut inhiber la germination du céleri ou de la laitue. Malheureusement, à cause du grand nombre de légumes produits en production maraîchère diversifiée, il est difficile d'assurer la température optimale de chacun.

Tableau 4
Température optimale pour la germination de différentes graines de légumes (Parr, 2007)

Culture	Température de germination (°C)	Nombre de jours approximatif jusqu'à la levée	Particularité de plusieurs légumes
Brocoli, chou, chou-fleur, chou chinois	21-27	4-5	Bien recouvrir de vermiculite ou de substrat. Éviter de saturer le substrat lors du semis.
Céleri	21-23	6-10	Recouvrir d'eau plus 3 mm de vermiculite.
Concombre, melon d'eau, cantaloup	24-32	2-4	
Laitue	20-22	2-4	Recouvrir d'eau plus 3 mm de vermiculite.
Melon d'eau sans pépin	27-32	5-6	
Oignon	20-25	4-5	
Poivron, aubergine	24-27	6-8	
Tomate	24-27	5-6	

5. RÉGIE APRÈS LA GERMINATION

5.1 Conduite du climat

Les températures optimales sont indiquées dans le tableau 5. Lorsque 50 % des plantules ont émergés, il faut réduire progressivement la température de l'air pour atteindre la température la plus élevée indiquée. Par la suite, on continue de diminuer la température jusqu'à atteindre la température minimale indiquée pour le dernier quart de la durée du cycle de production.

Combiné à une restriction adéquate de l'irrigation, on peut ainsi contrôler l'élongation et préparer les plants pour la transplantation. Il est souvent préférable d'avoir au moins 2 serres ou 2 sections pour des régies climatiques différentes. Cela est toutefois difficile à réaliser sur les petites fermes.

La ventilation de la serre est très importante afin de garder faible l'humidité relative de l'air. Il y a plus de risques de maladies foliaires et de désordres physiologiques lorsqu'elle est élevée.

Idéalement, l'humidité relative devrait être de (Parr, 2007) :

- 60-70 % lorsque la température de l'air est de 16 °C ;
- 65-75 % lorsque la température de l'air est de 18 °C ;
- 70-80 % lorsque la température de l'air est > 20 °C.

Tableau 5
Température optimale (°C) pour le développement de différents plants de légumes
et durée du développement (Parr, 2007)

Cultures	Température de développement de l'émergence jusqu'à la transplantation¹	Nombre de semaines entre le semis et la transplantation (incluant l'endurcissement)	Particularités
Brocoli, chou, chou-fleur, chou chinois	21-15	4-5	Éviter les stress (température trop faible, arrosage inadéquat, excès d'endurcissement) pour le chou-fleur, sinon il risque de faire une inflorescence prématurée.
Céleri	21-16	7-6	Les nuits fraîches sont nuisibles.
Concombre, melon d'eau, cantaloup	24-16	2-3	Transplanter au stade deux feuilles.
Laitue	20-12	3-4	
Oignon	21-7	7-8	Le feuillage peut être coupé à 10 cm à une ou deux reprises. L'oignon préfère des cellules profondes.
Poivron, aubergine	22-16	6-7	Éviter tout stress hydrique en cours de production. Il est préférable d'utiliser des grosses multicellules. En régie conventionnelle, il est recommandé de rincer le feuillage après la fertilisation car il y a risque de brûlure par temps ensoleillé. Ces plantes ont besoin de chaleur pour la mise à fruit.
Tomate	21-15	5-6	La couleur mauve du dessous des feuilles peut être causée par une température trop basse. Le rythme de croissance au champ est très ralenti avec une irrigation, une fertilisation insuffisante ou des températures trop basses en serre.

1. La température la plus élevée est celle recommandée au début de la période de développement. Elle doit être graduellement abaissée pour diminuer la croissance en hauteur des plants sans toutefois aller plus bas que la température minimale indiquée (chiffre de droite).

Il faut s'assurer de garder la température au-dessus de 10 °C. Les légumes de saison chaude (tomates, poivrons, aubergines et cucurbitacées) peuvent attraper un coup de froid si la température est en dessous de 10 °C pendant une longue période. Cela entraîne un ralentissement des plants qui peut se prolonger longtemps après le repiquage au champ.

Des températures élevées au cours des 3 ou 4 premières heures après le lever du soleil entraînent un allongement excessif des plants. Il est bon d'abaisser la température de la serre de 4 à 5 °C pendant cette période (tout en restant au-dessus de 10 °C).

5.2 Fertilisation des transplants

En agriculture biologique, la tendance a souvent été d'utiliser beaucoup de compost dans le terreau, ce qui évitait la plupart du temps d'avoir recours à la fertigation. Comme cette technique est risquée au niveau de la salinité, certains producteurs travaillent avec un terreau pauvre pour les semis et un terreau plus riche pour le repiquage. Une autre alternative est de travailler avec des terreaux contenant seulement 15-20 % de compost et de fertiger par la suite. Comme il y a peu d'information sur ces questions en agriculture biologique, il faut regarder ce qui se fait en agriculture conventionnelle et l'adapter. En agriculture conventionnelle, comme le terreau est pauvre, les transplants sont fertilisés soit à chaque arrosage, soit tous les deux ou trois arrosages.

Toujours en production conventionnelle, il est recommandé de commencer à fertiliser lorsque la majorité des plantules ont leurs cotylédons déployés. On commence avec une concentration de 50 ppm d'azote et on augmente progressivement la fertilisation jusqu'à 150 à 200 ppm. Il est recommandé d'utiliser un fertilisant qui présente un ratio N/P₂O₅/K₂O de 3/1/2. Le phosphore favorise l'élongation des entre-nœuds, et comme il est préférable de produire des plants courts et trapus, on essaie d'en mettre aussi peu que possible. L'agent mouillant est essentiel pour une bonne pénétration des engrais dans la motte. Le choix des agents mouillants en agriculture biologique est malheureusement restreint.

Pour savoir quel est l'apport en N-P₂O₅-K₂O de 1 ml d'un produit donné, il faut multiplier son analyse par 10. Par exemple, 1 ml/l d'émulsion de poisson ayant une analyse de N-P₂O₅-K₂O en pourcentage de 5-1-1 apporte 50 ppm de N, 10 ppm de P₂O₅ et 10 ppm de K₂O.

En agriculture biologique, l'émulsion de poisson ou les algues ont été fréquemment utilisés pour la fertilisation des transplants. Actuellement, d'autres fertilisants liquides autorisés en agriculture biologique sont vendus sur le marché. Le tableau 6 présente quelques produits normalement utilisés et ce qu'ils apportent à une dose de 1 mL/L de chacun.

Tableau 6
Exemples de fertilisants liquides pour les transplants

Produits	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (%) ¹	Apport en ppm de 1 mL/L
Émulsions de poisson	5-1-1	50-10-10
Algues Bio-gro PUR	2-0,1-1,6	20-1-16
Algues acadiès	0,4-1,7-6,5	4-17-65
Bio-mer (algues et poisson)	3-2-2	30-20-20
Apport recommandé en conventionnel		Au départ 50 ppm de N et cela augmente jusqu'à 250 ppm de N ²

1. Il est à noter qu'avec ces fertilisants, on connaît l'apport total en N-P-K mais pas la fraction rapidement disponible à la plante.
2. Certains producteurs en mettent dans tous leurs arrosages, certains alternent arrosages nutritifs avec arrosage à l'eau claire. Il faut lessiver parfois pour éviter l'accumulation de sels dans le terreau.

Avec une bonne fertilisation liquide, il devrait donc être possible de produire des transplants en prenant moins de risques qu'avec l'utilisation importante de compost dans le terreau. La fertilisation à base de compost est intéressante à condition de bien maîtriser les conditions et de bien connaître le compost utilisé.

Certains producteurs biologiques remettent en question la sagesse de démarrer des plants en recourant à une méthode de culture qui s'apparente à l'hydroponique avant de les planter dans un sol où ils devront s'adapter à un mode de nutrition naturel.

5.3 Arrosage

L'arrosage des transplants est une opération délicate qui devrait être faite par une personne expérimentée. Il faut tenir compte des prévisions météorologiques et du stade de développement des transplants.

En pratique il est bon de faire un premier arrosage léger, puis de faire un ou quelques passages de plus afin d'obtenir une bonne pénétration de l'eau ; on essaie de diriger le jet le plus précisément possible afin de bien répartir l'eau.

L'eau doit être de bonne qualité. Le pH, la salinité et le niveau de sodium doivent être vérifiés régulièrement, car la qualité de l'eau n'est pas constante. Le pH devrait être entre 5,5 et 6,5. Une eau ayant un pH élevé diminue la disponibilité des éléments mineurs. Le pH peut être diminué avec de l'acide citrique. Des niveaux élevés de sodium, de bicarbonates de calcium ou de magnésium de même qu'une salinité élevée favorisent la pourriture des racines (Lambert, 2006). Un niveau de bicarbonates élevé peut aussi provoquer des chloroses. Il faut que

l'alcalinité de l'eau, exprimée en équivalent CaCO_3 , soit inférieure à 100 ppm. Il est facile de diminuer le taux de bicarbonates en acidifiant l'eau avec de l'acide citrique. Pour plus d'information, on peut se référer au bulletin d'Agri-réseau sur ce sujet (Lambert, 2006).

Les transplants doivent être maintenus dans un substrat humide jusqu'au stade cotylédons. Lorsque les vraies feuilles apparaissent, il faut laisser sécher le sol partiellement entre deux arrosages. Une alternance entre les cycles secs et humides permet d'obtenir un meilleur développement racinaire que si le terreau est maintenu toujours humide. Certains producteurs expérimentés laissent même flétrir légèrement les plants entre chaque arrosage à partir du moment où la première vraie feuille est développée. Attention, il faut effectuer un suivi serré, sinon le plant peut mourir.

Voici quelques règles à suivre.

- Il faut arroser le matin pour que le feuillage et la surface du terreau s'assèchent le plus vite possible.
- L'arrosage doit être fait en profondeur afin d'obtenir un système racinaire développé jusqu'au fond des cellules.
- Il faut que 10 à 20 % de la quantité d'eau arrosée s'égoutte par le fond des cellules afin d'éliminer l'excès de salinité.
- Il faut planifier l'arrosage pour que les plants soient secs juste avant une période nuageuse. Cela permet d'éviter de garder le terreau humide trop longtemps, ce qui fait pousser les plants en longueur.

Lorsque la régie d'eau est trop généreuse, les conséquences peuvent être néfastes (IQDHO, 1998) :

- feuillage abondant, feuilles grandes mais fragiles ;
- croissance rapide, mais plants plus étioyés ;
- dommages radiculaires causés par l'asphyxie des racines ;
- résistance moindre au transport et au repiquage ;
- flétrissement rapide en conditions sèches ;
- risque accru de maladies racinaires.

Un terreau trop humide ou un milieu trop salin favorise les maladies racinaires. Un terreau humide est aussi favorable à l'établissement des sciarides, qui sont de petites mouches noires qui pondent leurs œufs à la surface du terreau. Les jeunes larves translucides s'attaquent au système racinaire.

Comme le terreau sèche moins vite par temps nuageux, on a tendance à arroser moins souvent et la salinité peut augmenter.

Frédéric Duhamel, Les Jardins de Tessa

« Il est bon, quand c'est possible, d'avoir un réservoir dans la serre pour que l'eau puisse se réchauffer avant d'arroser les plants. Une citerne à lait peut servir de réservoir. Une pompe dans la serre permet d'obtenir une bonne pression. »

Renée Primeau, Ferme coopérative Tourne-Sol

« Il est important de faire analyser son eau d'irrigation. Nous avons un problème de salinité élevée et de pH élevé. Nous devons nous ajuster, et ce n'est pas facile. Nous envisageons un filtre à osmose inversée. »

5.4 Endurcissement des plants

L'endurcissement se fait généralement par les moyens suivants (voir Leblanc) :

- réduction de la température de la serre par la ventilation, mais pas en dessous de 10 °C pour les plantes de saison chaude) ;
- exposition des plants aux conditions extérieures pendant quelques jours, au soleil et à l'abri du vent. En cas de gel, il faut les rentrer dans la serre.

Certaines plantes demandent des méthodes d'endurcissement différentes. Les ombellifères (céleri, fenouil, cerfeuil) sont idéalement endurcies en réduisant l'arrosage plutôt que la température ; on laisse sécher le sol entre les arrosages. Cette méthode convient aussi à plusieurs autres espèces.

Il faut prévoir une mesure de protection d'urgence en cas de gel si on ne peut les rentrer de nouveau dans la serre. On peut utiliser des bâches ou mettre les transplants sur une remorque qu'on peut entrer dans une grange ou un garage.

Un producteur profite des conditions plus fraîches de l'extrémité d'une serre percée d'une grande porte pour entreposer ses plants, ce qui permet de les endurcir et de les protéger facilement en cas de gel.

Le jour des transplantations, il est bon d'arroser les plants le matin jusqu'à saturation de la motte et d'appliquer des engrais foliaires (algue ou émulsion de poisson).

5.5 Principaux problèmes

La fonte du semis

Il y a deux types de fonte des semis (Tremblay et Senécal, 1991) :

- la fonte de semis de pré-émergence (*Pythium* et *Phytophthora*). Dans ce cas, la semence ou la très jeune plantule pourrit avant son émergence ;
- la fonte de semis de post-émergence (*Rhizoctonia* et *Sclerotinia*). Dans ce cas, la pourriture se développe à la base des tiges (collet) et fait tomber les plants. Il se peut aussi que l'étranglement soit seulement partiel et que le plant reste debout. On observe alors une couleur noirâtre de la tige au niveau de l'étranglement.

Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de la fonte des semis :

- l'utilisation d'une eau contaminée (venant d'un étang par exemple) ;
- un équipement contaminé (tables, multicellules, contenants qui servent pour les liquides) ;
- une infrastructure contaminée (serre, équipement d'irrigation, polythènes...) ;
- la présence des organismes contaminant le terreau (terre de mauvaise qualité, par exemple).

Les conditions de croissance ont toutefois un impact important. Un arrosage trop abondant qui garde le terreau humide pendant de longue période empire le problème. Les terreaux pré-humectés gardés plus d'un an ont plus de chances d'être contaminés. Il faut aussi désinfecter les objets contaminés.

Plusieurs biofongicides sont homologués contre les maladies racinaires dans les cultures en serre. Voir le module Produits phytosanitaires, lutte biologique et pulvérisation pour la liste des biofongicides disponibles. D'autres méthodes de lutte sont décrites par Duval (1991).

Les algues sur les semis

Les algues sont véhiculées par l'eau d'irrigation et par l'air. Ces dernières se développent là où il y a de l'eau et de la lumière. Leur développement signale donc une humidité élevée, qui peut être reliée à plusieurs facteurs :

- un terreau trop compact ;
- un arrosage trop fréquent qui ne laisse pas le terreau s'assécher ;
- un mauvais temps persistant qui rend difficile la gestion de l'irrigation.

Les algues peuvent former une croûte qui gêne l'humectation du terreau et étouffe les jeunes plantules. La croûte est surtout dommageable durant la période entre le semis et le développement de la première vraie feuille.

Il existe plusieurs méthodes préventives :

- recouvrir les cellules de vermiculite juste après le semis ;
- laisser le substrat sécher entre les arrosages ;
- choisir un substrat léger qui s'assèche bien ;
- s'assurer de ne pas compacter le substrat ;
- tenir la serre et son environnement propres afin de limiter la présence d'algues dans l'air ;
- contrôler l'humidité dans la serre (pas d'arrosages excessifs, pas de fuites d'eau, etc.) ;
- nettoyer les réservoirs d'eau ;
- couvrir les réservoirs d'eau avec une couverture opaque ;
- s'assurer de garder le pH de l'eau inférieur à 7,6.

En cas de problèmes, voici quelques mesures qui permettent d'améliorer la situation :

- il faut ventiler la serre pour évacuer l'humidité créée par les plants ;
- il faut changer l'air de la serre et chauffer. Cela peut sembler du gaspillage, mais c'est nécessaire, surtout quand il n'y a pas beaucoup de soleil. Il ne faut pas arroser par temps nuageux et humide.

Désordres nutritionnels

Les désordres nutritionnels ne doivent pas être confondus avec les désordres environnementaux. Ces derniers sont liés à une gestion inadéquate de l'humidité de la serre ou du substrat, de la température ou de la lumière. Les symptômes des désordres nutritionnels sont variables selon le problème (feuilles enroulées vers le haut ou vers le bas, feuilles gaufrées ou bosselées, taches foliaires pâles en forme de V, mauvais développement racinaire, etc.). On trouvera une clé de diagnostic dans le livre de Vallée et Bilodeau (1999) sur les techniques de culture en multicellules.

Les symptômes d'un excès de salinité sont les suivants :

- faible germination ou même aucune germination ;
- manque de vigueur ;
- croissance insuffisante ;
- mauvais développement des racines.

Les symptômes de plusieurs carences minérales sont donnés dans le tableau 7.

Tableau 7
Symptômes de quelques carences minérales

Carence	Symptômes	Problème environnemental causant un symptôme similaire
Azote	Feuilles basales jaunes	Excès ou manque d'eau, maladies racinaires, Température trop froide du substrat
Phosphore	Dessous des feuilles pourpres	Températures trop froides, dégradation du système racinaire
Potassium	Pourtour nécrosé des feuilles basales	Excès d'engrais, manque d'eau, excès de sodium. Humidité atmosphérique trop faible
Fer, manganèse, magnésium	Feuilles jaunes ; en général pour les carence d'éléments mineurs, ce sont les feuilles terminales qui jaunissent.	Excès d'eau, maladies racinaires, température trop froide du substrat, excès de calcium, pH trop élevé

Un système racinaire peu développé peut être causé par facteurs suivants :

- une mauvaise aération ou mauvais drainage du substrat ;
- un excès de salinité ;
- une température racinaire trop basse.

6. RÉFÉRENCES

ARLA (Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire). *Pour la recherche d'étiquettes* : http://pr-rp.pmra-arla.gc.ca:80/portal/page?_pageid=53,33557&_dad=portal&_schema=PORTAL.

Bodnard, J. *Production de plants de légumes en plateaux*, OMAFRA, 1996.
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/96-024.htm>

Carrier, A. et M. Senécal. « Préparez la saison 2009 dès maintenant en nettoyant et désinfectant », dans *Cultures en serre*, Réseau d'avertissement phytosanitaire (RAP), bulletin n° 18, 17 novembre 2008.
<http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b18cs08.pdf>

Duval, J. *La fonte des semis*, Ecological Agriculture Projects, 1991. <http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab360-07.htm>

Institut Québécois du développement de l'horticulture ornementale (IQDHO). *Clinique. La production en multicellules*. Module 1, Principes de base, 1998.

Lambert, L. « Une analyse d'eau et de terreau, c'est important », dans *Cultures en serre*, Réseau d'avertissement phytosanitaire (RAP), bulletin n° 3, 28 février 2006.
<http://www.agrireseau.qc.ca/legumesdeserre/documents/b03cs06.pdf>

Leblanc, M. *L'endurcissement des transplants de légumes*.
<http://www.agrireseau.qc.ca/legumeschamp/documents/endurcissement.PDF>

Murray, R. et R. G. Anderson. *Organic Fertilizers Transplant Production*, Fruit and Vegetable Crops Research Report, University of Kentucky, 2003. <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/pr/pr488/5%20vegetables.HTM>

Parr, J.B. *Zoom légumes – supplément de Producteur plus*, 2007.

Tremblay, N. et M. Senécal. *La production de plants maraîchers en plateaux multicellulaires*, CPVQ, 1991.

Vallée, C. et G. Bilodeau. *Les techniques de cultures en multicellules*, Les Presses de l'Université Laval, 1999.

Villeneuve, C. *Désinfecter pour des transplants en santé*, 2004.

<http://www.agrireseau.qc.ca/legumeschamp/documents/d%c3%a9sinfection%20des%20serres.PDF>