

# **Influence de différents biostimulants sur la croissance, le développement et la qualité des annuelles cultivées en serres ornementales**

Rapport final

Projet réalisé dans le cadre du

Programme de soutien à l'innovation horticole  
du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Par

Régis Larouche, M.Sc., Biol., Conseiller en recherche et développement



**IQDHO**

Institut québécois du développement  
de l'horticulture ornementale

[www.iqdho.com](http://www.iqdho.com)

**Février 2009**



# **Influence de différents biostimulants sur la croissance, le développement et la qualité des annuelles cultivées en serres ornementales**

Rapport final

Projet réalisé dans le cadre du

Programme de soutien à l'innovation horticole  
du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Par

Régis Larouche, M.Sc., Biol., Conseiller en recherche et développement



**I Q D H O**

Institut québécois du développement  
de l'horticulture ornementale

[www.iqdho.com](http://www.iqdho.com)

**Février 2009**



Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole.

**Ministère  
de l'Agriculture,  
des Pêcheries  
et de l'Alimentation**

**Québec** 



## Résumé

Quatre biostimulants ont été utilisés en supplément de la fertilisation normale sur la production de quatre annuelles au printemps 2008. Les solutions de biostimulants ont été appliquées par pulvérisation foliaire selon les recommandations du fabricant. Le produit Actino-Iron, quant à lui a été appliqué à la surface du terreau comme le précisait la procédure du fabricant. Ce projet a permis de tester l'effet de l'utilisation des quatre différents biostimulants sur la croissance et le développement de quatre espèces de plantes annuelles produites avec la même régie de culture. L'utilisation des biostimulants a eu des effets variés selon les types de plantes testées mais le plus souvent ces effets ont été minimes.

Les grandes lignes de ce projet à retenir suite à l'utilisation des biostimulants sont les suivantes:

- Il n'y a eu aucun gain de matière sèche mesurable sur toutes les variétés cultivées (aucune différence significative,  $p < 0.05$ ).
- On ne peut associer aucune augmentation de croissance avec l'utilisation de l'Actino-Iron dans notre expérience en complément de la fertilisation de base de 125 ppm de N. Il n'y avait dans ce cas aucun avantage à utiliser l'Actino-Iron puisqu'on avait les mêmes couleurs de feuillage sans son ajout.
- On ne peut associer aucune augmentation de croissance avec l'utilisation de l'Organo-San dans notre expérience lorsqu'utilisé en complément de la fertilisation de base de 125 ppm de N. Aucune hâtivité ou précocité de la floraison n'est associée à l'usage de l'Organo-San.
- On peut associer une réduction de croissance (*Bacopa* et *Pelargonium*) avec l'utilisation de Bioprotec dans notre expérience lorsqu'utilisé en complément de la fertilisation de base. Seulement le port de la variété de *Pelargonium* était amélioré avec ce produit car un plus grand nombre de plants était compact. Les racines observées étaient moins blanches sur les *Vinca* et *Bacopa*. Les racines étaient également moins charnues dans les pots des plants de *Vinca*.
- Le traitement avec le produit Acadian sea Plants n'a montré aucun effet significatif sur les paramètres de croissance végétative et de développement mesurés. Ni la hauteur, ni la croissance, ni la largeur des annuelles n'ont été influencées par l'utilisation du produit Acadian sea Plants. Seulement les plants de *Begonia* ont montré un moins bon développement des racines. Les racines des autres annuelles sont demeurées inchangées suite à l'application de ce biostimulant.

Comme constat général, le plus souvent, dans les conditions de notre projet, aucun effet n'a été mesuré. La serre de production où a eu lieu le projet est une serre très performante, lumineuse et très bien contrôlée. Le climat dans lequel le projet se déroulait correspondait au climat idéal pour la production des annuelles. En tenant compte du type de terreau performant utilisé et des conditions climatiques de culture idéales de la serre, on peut penser qu'il était difficile de faire ressortir des effets positifs de l'utilisation des biostimulants, peu importe le produit utilisé. Il serait possiblement intéressant de tester ce type de produits en situation de carences minérales. À la lumière de nos résultats, nous devons conclure que l'utilisation des biostimulants avec une fertilisation et un environnement adéquats n'a donné que très peu de gains de croissance et de développement sur les annuelles de ce projet.





## Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>Principaux objectifs du projet .....</b>	<b>5</b>
<b>Description du projet.....</b>	<b>6</b>
Réalisation du projet .....	6
La méthodologie des prises de données .....	10
<b>Activités de diffusion de l'information.....</b>	<b>13</b>
<b>Résultats.....</b>	<b>14</b>
Les données quantitatives .....	14
Les données qualitatives (sur la partie aérienne) .....	21
Les données qualitatives (apparences générales du système racinaire au stade de vente).....	22
<b>Discussion et Interprétation .....</b>	<b>23</b>
Hypothèse 1 : .....	23
Hypothèse 2 : .....	26
<b>Conclusion .....</b>	<b>27</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>29</b>
<b>Annexe 1: Dispositif expérimental.....</b>	<b>31</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>33</b>

# Table des matières

## Liste des tableaux et figure

Tableau 1 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la hauteur des annuelles au printemps 2008. ....	14
Tableau 2 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la croissance en hauteur des annuelles au printemps 2008. ....	15
Tableau 3 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la largeur des annuelles au printemps 2008. ....	16
Tableau 4 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur le nombre de bourgeons floraux des annuelles cultivées au printemps 2008. ....	17
Tableau 5 : Effets des divers traitements de fertilisants et biostimulants sur la formation de masse sèche des annuelles au printemps 2008. ....	18
Tableau 6 : Moyennes totales du contenu en phosphore dans les feuilles des annuelles cultivées au printemps 2008. ....	18
Tableau 7 : Résumé des résultats des analyses de variances sur les analyses de terreau SME effectuées le 16 mai 2008. ....	20
Tableau 8 : Moyennes totales du contenu en ammonium des échantillons de terreau des annuelles cultivées au printemps 2008. ....	20
Tableau 9 : Moyennes totales du contenu en phosphore des échantillons de terreau des annuelles cultivées au printemps 2008. ....	21
Tableau 10 : Moyennes totales du contenu en aluminium des échantillons de terreau des annuelles cultivées au printemps 2008. ....	21
Tableau 11 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la couleur du feuillage, le port et l'uniformité de la floraison des annuelles au printemps 2008. ....	22
Tableau 12 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la quantité, la distribution, la couleur et la qualité des racines des annuelles au printemps 2008. ....	23
Figure 1 : Interactions entre les traitements et la teneur en phosphore des variétés d'annuelles, le 23 avril 2008. ....	19

## Introduction

Les producteurs sont de plus en plus incités à opter pour des pratiques de production durables. Parmi les saines pratiques de gestion, ils ont maintenant accès, entre autres, à un vaste choix de produits appelés biostimulants. Les floriculteurs québécois auraient grandement avantage à introduire dans leurs méthodes de culture des produits respectueux de l'environnement, comme les biostimulants, afin de devenir plus compétitifs dans le marché grandissant des plantes ornementales écologiques ou bio.

Cependant, il existe actuellement beaucoup de confusion sur la véracité des informations techniques disponibles sur les biostimulants et sur leurs effets sur les plantes ornementales produites en serre au Québec. Les producteurs sont intéressés à connaître l'influence de différents biostimulants sur la croissance, le développement et la qualité des annuelles cultivées en serre ornementale au Québec.

### Nature du cas

Les termes biostimulant et phytostimulant sont maintenant largement répandus, bien qu'ils ne soient pas abordés dans le texte de la *Loi sur les engrais* du Ministère de la justice du Canada. Dans le cadre de cette loi, ils sont plutôt reconnus comme des suppléments et définis ainsi : « Substance ou mélange de substances, autre qu'un engrais, fabriqué ou vendu pour enrichir les sols ou favoriser la croissance des plantes ou la productivité des récoltes, ou représenté comme pouvant servir à ces fins » (Ministère de la justice du Canada, 1985). Dans la littérature internationale, ils sont souvent définis comme des produits ayant un effet sur la croissance (racinaire et aérienne) et le développement de la plante, susceptibles de provoquer une réaction de défense naturelle, donc potentiellement protecteurs des cultures vis-à-vis des maladies, des ravageurs ou des stress abiotiques (Lien horticole, 2006). Childs et Beeson (2000) émettent que les biostimulants sont supposés favoriser l'absorption de l'eau et des nutriments du sol, augmenter la croissance racinaire et rendre les plantes plus résistantes aux stress hydriques et thermiques et à une salinité excessive, le tout réduisant les besoins en pesticides. D'autres auteurs considèrent plutôt les biostimulants comme des stimulateurs de défenses naturelles ou « éliciteurs », et s'attardent uniquement à l'aspect phytoprotecteur de ces produits (Lambert, 2006).

Il existe différents types de produits dits biostimulants sur le marché, se distinguant par leurs ingrédients actifs et leurs modes d'action. On retrouve des biofongicides à base de champignons, des biofongicides à base de bactéries, des stimulants de croissance à base d'algues, des acides humiques et des activateurs de croissance composés d'hormones, d'acides aminés, de protéines ou de vitamines. Dans le cadre de ce projet, seuls les produits avec des formulations d'engrais ayant des effets sur la croissance et le développement des végétaux sont à l'étude.

Selon Pedneault (2005), les biostimulants disponibles au Québec sont souvent composés d'extraits d'algues marines. Les algues marines contiennent plusieurs éléments minéraux, des acides aminés et des hydrates de carbone sous différentes formes. La majorité des suppléments retrouvés sur le marché québécois contiennent l'algue marine brune *Ascophyllum nodosum*. Les produits à base d'algues contiennent initialement des hormones de croissances : auxines, cytokinines et gibbérellines. Cependant, les auxines et les cytokinines se dégradent rapidement,

donc leur présence n'est pas garantie dans la plupart des produits. Les hormones végétales sont des molécules organiques qui agissent à doses infimes sur le fonctionnement des cellules (Doucet, 1992). Les gibbérellines peuvent faire allonger les tiges et les racines. Elles lèvent la dormance des bourgeons, augmentent l'activité du cambium et provoquent la floraison.

Actuellement, les expérimentations menées sur les biostimulants ont des résultats mitigés en ce qui a trait à la croissance, au développement et à la qualité des végétaux. Childs et Beeson (2000) ont démontré que l'application de biostimulants durant la propagation de plantes ligneuses ornementales n'a aucun effet sur la croissance racinaire de la plupart des espèces et ne procure que très peu de bénéfice. Van Iersel (1998), pour sa part, a démontré que les effets observés de différents stimulateurs de croissance sur la croissance et la floraison de *Petunia* et d'*Impatiens* étaient soit dus à leur contenu en fertilisant, soit observés seulement après la vente des plantes. Il prétend donc que les producteurs n'ont pas pu observer les effets des stimulateurs de croissance mis à l'essai en cours de production. Contrairement à cela, les laboratoires Goëmar mettent de l'avant les bénéfices observés suite à l'application de leur crème d'algue sur la croissance du maïs et de l'épinard lors d'expérimentations dans le laboratoire de l'INRA de Versailles (Ginestet, 1994). Ils émettent entre autres que ce produit augmente la production de masse fraîche, se manifestant au niveau des tiges et des racines, et augmente la résistance stomatique, diminuant le pourcentage de transpiration.

Face à la confusion entourant les effets attribués aux biostimulants, il a été nécessaire de valider les informations disponibles de manière objective et localement.

## Principaux objectifs du projet

- L'objectif premier de l'IQDHO est d'accroître le niveau d'expertise local au sujet des produits biostimulants afin d'informer les producteurs, les conseillers, les étudiants, les professeurs et tous les intervenants du domaine. Pour ce faire, l'Institut désire d'abord comparer les effets de différents biostimulants sur la croissance, le développement et la qualité finale des annuelles cultivées en serres au Québec.
- L'IQDHO veut vérifier la facilité d'intégration de l'utilisation des biostimulants dans la régie traditionnelle d'annuelles en serre.

Afin d'atteindre les objectifs visés, ce projet a pris la forme d'une expérience contrôlée se déroulant durant neuf (9) semaines dans le complexe serricole FCI de l'Institut de technologie agroalimentaire (ITA), campus de Saint-Hyacinthe. Cette expérience a permis d'évaluer les effets de l'utilisation de quatre (4) biostimulants sensés favoriser le développement et la croissance des plantes sur quatre (4) espèces de plantes annuelles connues et largement produites au Québec. Elle a permis de comparer la croissance, le développement et la qualité finale des plantes traitées avec divers biostimulants entre elles et comparativement à un témoin.

## Hypothèses

En amont à ce travail, les hypothèses posées étaient les suivantes :

1. L'application de biostimulants dans la production traditionnelle d'annuelles en serre au Québec stimule la croissance, le développement et la qualité des plantes.
2. L'intégration de l'utilisation des biostimulants dans la régie traditionnelle d'annuelles en serres est techniquement possible.

## Description du projet

### Réalisation du projet

#### Durée du projet

L'essai voulait recréer la cédule de production classique retrouvée chez la majorité des producteurs du Québec. Alors le projet s'est déroulé du 19 mars 2008 jusqu'au 20 mai 2008 (9 semaines). Les plantes provenaient de l'entreprise Les serres Noël Wilson et Fils inc., où elles ont été repiquées dans des pots de 10 cm (4 po).

#### Les végétaux

Le choix des espèces a été fait de manière à choisir des plantes déjà testées dans la littérature pour fins de comparaison, avec des degrés variables de difficulté de production et de sensibilité aux maladies. Les espèces mises à l'essai étaient les suivantes : *Vinca major* 'Variegata' (V), *Bacopa cordata* (Ba), *Pelargonium x hortorum* (P), *Begonia multiflora* (Be).

#### Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental mis en place était une expérience factorielle à deux (2) facteurs, fertilisation et espèce, et à trois (3) répétitions ou blocs, chaque table étant une répétition (ANNEXE 1). Le facteur A était le type de fertilisation, avec six (6) niveaux et le facteur B était l'espèce de plante annuelle, avec quatre (4) niveaux.

Les types de fertilisation (facteur A) ont été distribués au hasard dans les blocs et les espèces de plantes annuelles (facteur B) ont été distribuées au hasard dans les sous-blocs. Chaque unité expérimentale comprenait un total de vingt (20) plantes, dont huit (8) étaient considérées comme plantes de bordures. Les plantes ont été disposées sur les tables de manière à reproduire les conditions de culture habituellement retrouvées chez les producteurs.

Les plantes utilisées pour effectuer l'ensemble des mesures ont été choisies de manière aléatoire, en excluant les plantes de bordure.

Le facteur A comprenait six (6) types de fertilisation soit six traitements, tous ces traitements ont été appliqués à chaque espèce à l'étude:

T1 : 250 ppm d'azote en continu (témoin)

T2 : 125 ppm d'azote en continu (1/2 dose du témoin)

T3 : 125 ppm d'azote en continu + Actino-Iron

T4 : 125 ppm d'azote en continu + Organo-San (0-1-3)

T5 : 125 ppm d'azote en continu + BioProtec Alga (0-0-6)

T6 : 125 ppm d'azote en continu + Acadian Sea Plants (0-0-3)

Les produits biostimulants ont été appliqués selon les recommandations du fabricant :

Actino-Iron : 5 ml par pot de 4 po, appliqué en surface, une fois par mois  
Organo-San : 50 ml/1000ml couvre 10 m<sup>2</sup>, application foliaire, une fois par semaine  
BioProtec Alga : 7,5 ml/1000ml couvre 10 m<sup>2</sup>, application foliaire, une fois par semaine  
Acadian Sea Plants : 5 ml/1000ml couvre 10 m<sup>2</sup>, application foliaire, une fois par semaine

### Produits utilisés

**Actino-Iron** est un biofongicide à base de bactéries dont l'ingrédient actif est le *Streptomyces lydicus* strain WYEC 108 (breveté), un actinomycète saprophyte colonisant la rhizosphère. Ce micro-organisme est isolé à partir de racines de lin oléagineux. Dans le produit, il est transporté sur du fer et des acides humiques.

Ce microorganisme sécrète des sidérophores formant une barrière de protection autour du système racinaire. Ceux-ci rendent le fer directement assimilable par les plantes par chélation naturelle. Pour sa part, le microorganisme se nourrit de l'acide humique et des déchets de la plante.

Actino-Iron est vendu en tant que fongicide préventif contre la fonte des semis, les maladies racinaires tels que *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Postia*, *Geotrichum*, *Schlerotinia* et les maladies foliaires (*Botrytis*, mildiou, oïdium). Le fabricant indique également que ce produit induit des plantes plus grosses, plus vigoureuses, avec un système racinaire robuste et une couleur verte prolongée. Il s'agit donc d'un stimulant et d'un fongicide. (Natural Industries inc., 2007)

**Organo-San** est un engrais foliaire produit à partir d'ingrédients laitiers (engrais lacto-fermenté). Le produit contient un minimum de 27% de matière organique et du potassium (0-1-3). Il s'agit d'un stimulant, d'un fongicide et d'un bactéricide. (Lacto Pro-Tech Inc., 2007)

**BioProtec alga** est un engrais naturel à base de l'algue marine *Ascophyllum nodosum* (Ascophylle noueux). Il s'agit d'un engrais contenant du potassium (0-0-6) et des oligo-éléments qui doit normalement être utilisé comme complément à un programme complet de fertilisation. (AEF Global inc., 2008)

**Acadian Sea Plants** est un extrait d'algues marines de l'espèce *Ascophyllum nodosum* (Ascophylle noueux). Il s'agit d'un engrais naturel contenant des oligo-éléments, du phosphore et du potassium (0-1-3) devant être appliqué en complément à un programme complet de fertilisation. (Acadian AgriTech, 2003)

### **Brève description de la serre d'essais FCI de l'ITA campus de St-Hyacinthe**

L'essai a eu lieu dans la serre FCI de l'ITA du campus de St-Hyacinthe. La serre est de type HOL-SER d'une largeur de 9,6m par 14,6m de longueur, et la hauteur sous les gouttières est de 4,8m. Le recouvrement est un plastique double de polyéthylène. La ventilation est assurée par un toit ouvrant installé sur les deux toits, et par des fan-jet et ventilateur d'extraction pour le premier niveau de ventilation. La serre est équipée d'un écran thermique et d'ombrage rétractable ainsi que de 23 lampes à haute pression de vapeur de sodium. On y retrouve sept tables mobiles de 1,8m par 8,2 m. Le chauffage est assuré par un système de chauffage à air chaud modulant par géothermie et par gaz naturel modulant. Le contrôle du climat est centralisé et s'effectue grâce à l'automate programmable de type Argus.

### **Préparation des espèces végétales**

Lors de la réception, les plants ont été préparés de manière à ce qu'ils soient uniformes. Les tiges de *Vinca* et de *Bacopa* ont été taillées. Les *Pelargonium* ont été effeuillés de manière à laisser deux feuilles principales et les bourgeons floraux ont été éliminés. Les bourgeons floraux des *Begonia* ont également été éliminés.

En cours de culture, les fleurs des *Pelargonium* et *Begonia* étaient enlevées dès leur ouverture, jusqu'au 15 avril. À partir de cette date, seules les fleurs fanées étaient éliminées. Les *Pelargonium* ont été effeuillés une deuxième fois le 7 avril, de manière à éliminer les deux ou trois feuilles les plus âgées du plant. Les feuilles fanées étaient quant à elles éliminées régulièrement. Les *Vinca* ont été taillés une fois, le 24 avril. Seules les tiges les plus longues ont été raccourcies à une longueur d'environ 20 cm (8 po).

### **Régie de culture**

Le pH et la salinité du substrat ont été mesurés aux deux semaines à l'aide d'un pH mètre et d'un salinimètre modèle Hanna Instrument, puis des échantillons ont été analysés en laboratoire au début de l'essai, au milieu et à la fin. D'après les analyses en laboratoire (Les tourbières Premiers Ltée), le pH du substrat était de 6,8 à l'arrivée des plants, le 20 mars. Au 25 avril, le pH du substrat se situait entre 6,2 et 6,6, tous traitements et espèces confondus. Les valeurs de pH attendues se situaient entre 5,8 et 6,2.

La température à l'intérieur de la serre était ajustée à 18°C le jour et la nuit, alors que la ventilation était ajustée à 24°C. L'humidité relative de la serre a varié de 17% à 97%, atteignant les plus hautes valeurs durant les 4 dernières semaines de culture. D'autre part, aucun éclairage d'appoint n'était fourni aux plantes.

### **Arrosage et fertilisation**

La fertilisation de base était amenée de façon continue avec l'eau d'irrigation et était constituée de 20-8-20. Le niveau d'azote apporté était de 250 ppm pour le traitement T1 et de 125 ppm pour tous les autres traitements (T2 à T6). Un ajout de sel d'Epsom à dose de 15 ppm de magnésium a été fait à partir du 9 avril pour les deux formulations. Durant les fins de semaines, les plants ont



été arrosés à l'eau claire seulement. En tout temps, l'arrosage a été fait manuellement. En début de culture, le besoin en arrosage était jugé pot par pot. À partir du 4 avril, une espèce était arrosée seulement lorsque 30% des plants le nécessitaient. Aussi, les trois tables, constituant les trois répétitions, ont été arrosées de manière différenciée, étant donné la grande divergence au niveau de l'ensoleillement dans la serre.

### **Suivi phytosanitaire**

Un dépistage a été effectué sur les plants une fois par semaine dans le but d'observer la présence d'insectes nuisibles et de maladies. Les insectes dépistés ont été des thrips, des aleurodes, des sciarides et des mouches du rivage. Seule la population de thrips a dû être contrôlée, étant donné les dommages observés sur le *Bacopa*. Une application de 2,5ml de Neemex + 0,6ml de Avid / 1000ml d'eau a donc été effectuée le 25 avril sur l'ensemble des plants et ce, pour toutes les répétitions.

## La méthodologie des prises de données

### Données quantitatives

#### La hauteur des plantes

La mesure de la hauteur a été effectuée sur toutes les variétés cultivées. Dans le cas des *Vinca* et *Bacopa*, étant données leurs tiges rampantes, nous avons mesuré la longueur de leurs tiges. C'est à l'aide d'un ruban à mesurer que les données ont été prises. Pour les fins de l'expérience, nous avons mesuré cinq plantes par variété dans chacun des traitements. Et nous avons répété cette mesure trois fois. La première mesure a été prise à la réception des plantes soit le 20 mars 2008. En tout, nous avons mesuré la hauteur des plantes cinq fois : le 20 mars, le 1<sup>er</sup> avril, le 15 avril, le 29 avril et finalement le 20 mai 2008.

#### La croissance verticale

La croissance verticale est une mesure utile pour vérifier la croissance des plantes durant une période donnée. En effectuant la différence de hauteur atteinte par les plantes entre deux dates de mesure, on obtient la croissance de la plante pour cette période. Cette donnée est intéressante pour suivre l'évolution de la croissance durant la période de croissance. Elle permet de vérifier si une plante croît davantage en début ou en milieu ou en fin de culture.

#### La largeur des plantes

Dans les cas des annuelles, la croissance en largeur représente une donnée à vérifier pour permettre la comparaison des effets des traitements puisque certaines variétés peuvent répondre en augmentant la longueur des feuilles ou le diamètre de leur tige. Dans le cas des *Bacopa* et des *Vinca*, nous n'avons pas considéré cette mesure comme pertinente puisque ces plantes sont à port rampant. Pour les fins de l'expérience, nous avons mesuré cinq plantes par variété dans chacun des traitements. Et nous avons répété cette mesure trois fois. La première mesure a été prise à la réception des plantes soit le 20 mars 2008. En tout, nous avons mesuré la hauteur des plantes cinq fois : le 20 mars, le 1<sup>er</sup> avril, le 15 avril, le 29 avril et finalement le 20 mai 2008.

#### Le nombre de bourgeons floraux

Durant les semaines de croissance de l'essai, les plantes ont développé un nombre considérable de bourgeons floraux. Nous avons seulement compté les bourgeons bien développés (début du gonflement) non ouverts, ceux qui étaient bien fermés et dont les sépales n'étaient pas ouverts. Les mêmes dates de prises de données s'appliquent pour cette mesure du développement. À cause du nombre élevé de fleurs sur les *Bacopa*, nous avons seulement mesuré cette valeur à la date de réception et le 1<sup>er</sup> avril.

#### Le nombre de bourgeons floraux ouverts

En effectuant régulièrement le décompte du nombre de fleurs, on peut estimer la hâtivité d'une variété, c'est-à-dire la rapidité avec laquelle une plante fleurit. La variété *Vinca* est une plante verte, elle ne fleurit pas. Les *Bacopa*, par contre, ont une floraison massive. Le décompte a été

effectué seulement deux fois soit le 20 mars et le 1<sup>er</sup> avril 2008. En ce qui a trait aux deux autres variétés, les mêmes dates de prises de données s'appliquent pour cette mesure du développement.

### **La masse sèche de la partie aérienne**

La masse sèche de la partie aérienne des plantes a été mesurée à la fin de l'essai. Le dernier jour de l'essai, deux pots par variétés par traitement sur les trois répétitions ont été sélectionnés au hasard pour être envoyés au laboratoire (Les tourbières Berger Ltée). Une fois les plantes séchées, le poids est exprimé en gramme de matière sèche.

### **Les analyses foliaires**

Au milieu (23 avril 2008) et à la fin de l'essai (16 mai 2008), un échantillon de feuille a été prélevé dans chaque unité expérimentale en recueillant dans un petit sac la partie aérienne, c'est-à-dire seulement les feuilles. Les échantillons ont été analysés au Laboratoire de Les tourbières Berger Ltée. On a prélevé un échantillon de feuille sur les quatre variétés et sur les six traitements. Les répétitions sont confondues en prenant un échantillon de feuille par répétition mélangé ensemble dans le même sac. Les minéraux; phosphore, potassium, magnésium, calcium, zinc, cuivre, manganèse, fer, bore, aluminium et sodium, ont été analysés. Le pourcentage de matière sèche a été calculé par le laboratoire pour chaque échantillon.

### **Les analyses de sol**

Un échantillon de sol a été prélevé dès la réception des plantes, soit le 20 mars 2008. Un autre échantillonnage a eu lieu le 25 avril 2008 et ensuite, un autre à la dernière semaine de croissance, soit le 16 mai 2008. Une analyse SME a été effectuée au départ sur deux pots choisis au hasard dans tout le lot. Les deux autres échantillonnages étaient constitués de trois pots (1 pot par répétition) sur les 6 traitements et sur les quatre variétés. La conductivité électrique, le pH, les minéraux ; nitrate, ammoniacque, phosphore, bore, potassium, sodium, calcium, magnésium, cuivre, fer, zinc, aluminium et sulfate ont été analysés par le laboratoire de Les tourbières Premier Lté.

## **Données quantitatives Apparence générale des plantes**

### **La couleur du feuillage**

L'apparence générale des plantes a été évaluée aux deux semaines. Une cote a été attribuée selon la norme pour l'espèce. Cette cote s'établit comme suit :

1	Feuillage vert foncé
2	Feuillage vert pâle
3	Feuillage jaunâtre

### **Le port**

Le port d'une plante est l'essentiel de ce que l'on peut appréhender du phénotype de celle-ci au premier regard. Cette observation se faisait aux deux semaines. Le port dépend de la disposition des feuilles, des ramifications et de la forme du plant. Cette cote s'établit comme suit :

1	Plant de belle qualité, de belle dimension
2	Plant moyennement compact
3	Plant trop petit, trop compact

### **L'uniformité de la floraison**

L'uniformité de la floraison est un critère de qualité qui permet de vérifier si toutes les variétés semées à la même période peuvent être vendues en même temps. Les observations étaient prises à toutes les deux semaines. La cote s'établit comme suit :

1	Floraison parfaitement uniforme (>90%)
2	Floraison uniforme (75 à 90%)
3	Floraison peu uniforme (50 à 75%)
4	Floraison très peu uniforme (< 50%)

### **Données quantitatives Apparence générale du système racinaire au stade de vente**

Les observations ont eu lieu sur cinq pots par variété par traitement et sur les trois répétitions. Les données ont été recueillies à la fin de l'essai au moment de la vente.

#### **La quantité de racine**

1	Grosse motte de racines
2	Motte moyenne de racines
3	Peu de racines

#### **La distribution des racines**

1	Distribution uniforme des racines dans l'ensemble du pot
2	Racines regroupées dans le fond du pot
3	Racines non visibles, regroupées au centre de la motte

#### **La couleur et la qualité des racines**

1	Racines blanches et charnues
2	Racines partiellement blanches et moyennes
3	Racines brunes et fines

### **Analyses statistiques**

Étant donné les grandes différences entre les quatre variétés mises à l'essai, les données des quatre variétés ont été analysées séparément. Des analyses de variances (ANOVA) ont été effectuées sur toutes les données recueillies en utilisant un modèle en bloc complet pour tester si l'application des engrais et engrais plus biostimulants avaient un effet significatif. L'homogénéité des variances a été testée à l'aide du test de Bartlett. Lorsque les variances n'étaient pas homogènes, des transformations appropriées ont été effectuées sur les données et les ANOVA reprises. Les différences entre les six traitements de fertilisation et de biostimulant lorsque l'effet traitement était significatif par ANOVA, ont été testées avec le test de comparaison multiple de Duncan à 95%. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel Statgraphics Centurion XV.

### **Activités de diffusion de l'information**

Tout au long du projet, des comptes-rendus sous forme de courriel étaient acheminés aux participants les informant de l'avancement du projet. De plus, un article dans la revue pour professionnels Québec vert est prévu en mars 2009. Une conférence portant sur l'utilisation des biostimulants a été présentée aux producteurs à St-Nicolas, en novembre 2007. La serre de production où a eu lieu le projet a été visité maintes fois par des producteurs et par les étudiants de l'ITA.

## Résultats

### Les données quantitatives

#### La hauteur et la croissance verticale des plantes

Les résultats portant sur la hauteur et la croissance verticale des annuelles ont été inattendus. Au niveau des résultats de développement végétatif aucun effet significatif n'a été noté lors de la mesure de la hauteur des plantes sauf sur les *Bacopa* (tableau 1). En effet à la troisième et dernière date d'échantillonnage, les plantes de *Bacopa* étaient significativement ( $p < 0.05$ ) plus petites avec la pulvérisation foliaire d'Organo-San. Il n'y a eu aucun effet significatif mesurable sur la croissance verticale des plantes lors du projet. Seulement la variété de *Bacopa* a eu une croissance significativement ( $p < 0.05$ ) plus faible que le témoin à la mesure prise le 1<sup>er</sup> avril 2008 avec l'utilisation du produit Bioprotec Alga (tableau 2). À la fin du projet aucun des traitements n'était significativement différent.

**Tableau 1 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la hauteur des annuelles au printemps 2008.**

Dates	Variétés	Hauteur des annuelles (cm)						Analyse de la variance
		250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
20-mars	<i>Bacopa</i>	11,33	11,93	11,03	10,57	10,87	11,8	NS
	<i>Begonia</i>	2,5	2,8	3	2,8	3,6	2,7	NS
	<i>Pelargonium</i>	3,8	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	NS
	<i>Vinca</i>	11,93	10,63	13,23	11,19	12,07	12,27	NS
01-avr	<i>Bacopa</i>	17,17	17,53	17,4	16,33	15,97	17,3	NS
	<i>Begonia</i>	3,4	4,1	4,1	4,1	5,1	3,9	NS
	<i>Pelargonium</i>	4,7	4,6	4,4	4,5	4,9	4,4	NS
	<i>Vinca</i>	24,8	24,4	28,6	23,8	28,9	23,7	NS
15-avr	<i>Bacopa</i>	23,1 b	22,7 b	23,8 b	21,2 ab	19,5 a	22,2 b	S
	<i>Begonia</i>	5,9	6,7	6,3	6,5	7,2	6,2	NS
	<i>Pelargonium</i>	6,2	6	5,7	5,6	5,8	5,4	NS
	<i>Vinca</i>	57,9	60,4	62,1	62,1	65,1	55,5	NS
29-avr	<i>Bacopa</i>	26,4	26,1	27,1	24,6	23,3	25,8	NS
	<i>Begonia</i>	7,7	8,6	7,8	8,8	8,7	8,7	NS
	<i>Pelargonium</i>	7,9	7,3	6,9	7,1	6,8	6,6	NS
	<i>Vinca</i>	41,6	41,5	40,5	45	42,5	41	NS
20-mai	<i>Bacopa</i>	28,8 abc	30,5 bc	30,9 c	27,3 ab	26,7 a	29,8 abc	S
	<i>Begonia</i>	11,7	12,5	13,2	14,3	13,2	12,9	NS
	<i>Pelargonium</i>	10,5	9,7	10	9,8	9,2	10,2	NS
	<i>Vinca</i>	88,2	83,3	91,4	87,7	75,4	85,5	NS

**Tableau 2 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la croissance en hauteur des annuelles au printemps 2008.**

Dates	Variétés	Croissance en hauteur des annuelles (cm)						Analyse de la variance
		250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
20-mars	<i>Bacopa</i>	5,8	5,6	6,3	5,8	5,1	5,5	NS
	<i>Begonia</i>	0,9	1,3	1,1	1,2	1,6	1,1	NS
	<i>Pelargonium</i>	0,9	1	0,7	0,7	1	0,5	NS
	<i>Vinca</i>	12,9	13,8	15,4	12,7	16,8	11,5	NS
01-avr	<i>Bacopa</i>	5,9 b	5,2 ab	6,4 b	4,9 ab	3,6 a	4,8 ab	S
	<i>Begonia</i>	2,5	2,5	2,2	2,4	2,4	2,2	NS
	<i>Pelargonium</i>	1,4	1,4	1,3	1,1	0,9	1	NS
	<i>Vinca</i>	33,1	36	33,5	38,2	36,2	31,8	NS
15-avr	<i>Bacopa</i>	3,3	3,4	3,3	3,4	3,8	3,6	NS
	<i>Begonia</i>	1,7	2	1,4	2,3	2	2,5	NS
	<i>Pelargonium</i>	1,7	1,3	1,2	1,5	1	1,2	NS
	<i>Vinca</i>	35	26,9	33,5	33	30,7	29,5	NS
29-avr	<i>Bacopa</i>	2,5	4,4	3,4	2,7	3,4	4	NS
	<i>Begonia</i>	4	3,8	5,4	5,5	4,5	4,2	NS
	<i>Pelargonium</i>	2,6	2,4	3	2,8	2,4	3,6	NS
	<i>Vinca</i>	46,5	41,8	50,8	42,7	34,1	44,5	NS
20-mai	<i>Bacopa</i>	17,5	18,5	19,7	16,7	15,8	18	NS
	<i>Begonia</i>	9,2	9,6	10,2	11,5	9,6	10,2	NS
	<i>Pelargonium</i>	6,6	6	6,2	6	5,3	6,3	NS
	<i>Vinca</i>	127,5	118,5	133,2	126,6	112,6	117,3	NS

### La largeur des plantes

La variété de plantes annuelles *Pelargonium* a été la seule à démontrer une sensibilité aux traitements lors du projet (tableau 3). Les mesures effectuées les 15 et 29 avril ont permis de démontrer que la largeur de cette annuelle était plus faible significativement ( $p < 0.05$ ) avec le traitement au Bioprotec lorsqu'on la compare au traitement témoin utilisant la pleine fertilisation à 250 ppm N. Les effets des traitements de biostimulants n'ont pas été significativement ( $p < 0.05$ ) différents sur la largeur des annuelles lorsqu'on les compare à la fertilisation la plus faible (125 ppm N) à l'exception du traitement au Bioprotec du 15 avril. À la fin du projet toutes ces différences mesurées sur les *Pelargonium* se sont atténuées, les largeurs des annuelles mesurées étaient significativement toutes semblables.

**Tableau 3 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la largeur des annuelles au printemps 2008.**

Dates	Variétés	Largeur des annuelles (cm)						Analyse de la variance
		250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
20-mars	<i>Begonia</i>	0,9	1,3	1,1	1,2	1,6	1,1	NS
	<i>Pelargonium</i>	0,9	1	0,7	0,7	1	0,5	NS
01-avr	<i>Begonia</i>	2,5	2,5	2,2	2,4	2,4	2,2	NS
	<i>Pelargonium</i>	1,4	1,4	1,3	1,1	0,9	1	NS
15-avr	<i>Begonia</i>	1,7	2	1,4	2,3	2	2,5	NS
	<i>Pelargonium</i>	1,7 b	1,3 b	1,2 ab	1,5 ab	1,0 a	1,2 ab	S
29-avr	<i>Begonia</i>	4	3,8	5,4	5,5	4,5	4,2	NS
	<i>Pelargonium</i>	2,6 b	2,4 ab	3 ab	2,8 b	2,4 a	3,6 b	S
20-mai	<i>Begonia</i>	9,2	9,6	10,2	11,5	9,6	10,2	NS
	<i>Pelargonium</i>	6,6	6	6,2	6	5,3	6,3	NS

### Le nombre de bourgeons floraux

Pour la majorité des analyses de variance effectuées, aucun effet significatif n'a été détecté à partir du 1<sup>er</sup> avril 2008 (tableau 4). En effet, sur un total de 18 tests seulement ceux provenant de l'échantillonnage de départ ont montré des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les traitements sur les plantes de *Bacopa*. Par la suite et jusqu'à la fin de l'expérience, aucun effet significatif n'a été détecté suite à l'application des traitements de fertilisants et de biostimulants sur le nombre de bourgeons floraux.



**Tableau 4 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur le nombre de bourgeons floraux des annuelles cultivées au printemps 2008**

Dates	Variétés	Nombre de bourgeons floraux						Analyse de la variance
		250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
20-mars	<i>Bacopa</i>	5 ab	8,9 d	5,7 abc	4,3 a	7,6 cd	7,4 bcd	S
	<i>Begonia</i>	0	0	0	0	0	0	
	<i>Pelargonium</i>	0	0	0	0	0	0	
01-avr	<i>Bacopa</i>	21,3	19,3	18,4	20,7	21,6	20,5	NS
	<i>Begonia</i>	2,7	2,4	3,1	2,6	2,5	2,6	NS
	<i>Pelargonium</i>	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,5	NS
15-avr	<i>Bacopa</i>	0	0	0	0	0	0	NS
	<i>Begonia</i>	7,8	7,7	9,9	8,9	8,3	9,2	
	<i>Pelargonium</i>	1,3	1,4	1,8	1,6	1,5	1,7	
29-avr	<i>Bacopa</i>	0	0	0	0	0	0	NS
	<i>Begonia</i>	13,1	13,1	13,4	13,9	11,1	13,8	
	<i>Pelargonium</i>	3,3	2,5	2,3	2,5	2,5	2,9	
20-mai	<i>Bacopa</i>	0	0	0	0	0	0	NS
	<i>Begonia</i>	17,5	17,7	20,7	19,9	17,4	18,5	
	<i>Pelargonium</i>	4,3	4,5	6,6	4,8	4,3	5	

### Le nombre de bourgeons floraux ouverts

Aucune différence significative sur le nombre de bourgeons floraux ouverts n'a été observée pour les trois variétés mesurées durant toute la durée du projet. Au niveau du développement reproductif, toutes les annuelles cultivées durant l'essai n'ont pas montré de différence significative sur le nombre de bourgeons floraux. A la fin de l'étude, les *Pelargonium* de tous les traitements avaient une moyenne de deux fleurs ouvertes, tandis que les *Begonia* portaient en moyenne 8 bourgeons floraux ouverts.

### La masse sèche de la partie aérienne

Aucune différence significative n'a été observée pour les quatre variétés mesurées durant toute la durée du projet (tableau 5). Au niveau de la formation de matière sèche, toutes les annuelles cultivées durant l'essai n'ont pas montré de différence significative suite à l'application des différents traitements de fertilisants et de biostimulants.

**Tableau 5 : Effets des divers traitements de fertilisants et biostimulants sur la formation de masse sèche des annuelles au printemps 2008**

Variétés	Masse sèche de la partie aérienne des annuelles (g)						Analyse de la variance
	250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
<i>Bacopa</i>	9,4	8,6	7,8	8,2	8,2	8,6	NS
<i>Begonia</i>	8,3	7,7	8,3	10	8,2	8,2	NS
<i>Pelargonium</i>	10,5	10,6	9,8	10,2	8,3	9,8	NS
<i>Vinca</i>	6,2	6,5	6,7	6,5	6,6	6,4	NS

### Les analyses foliaires

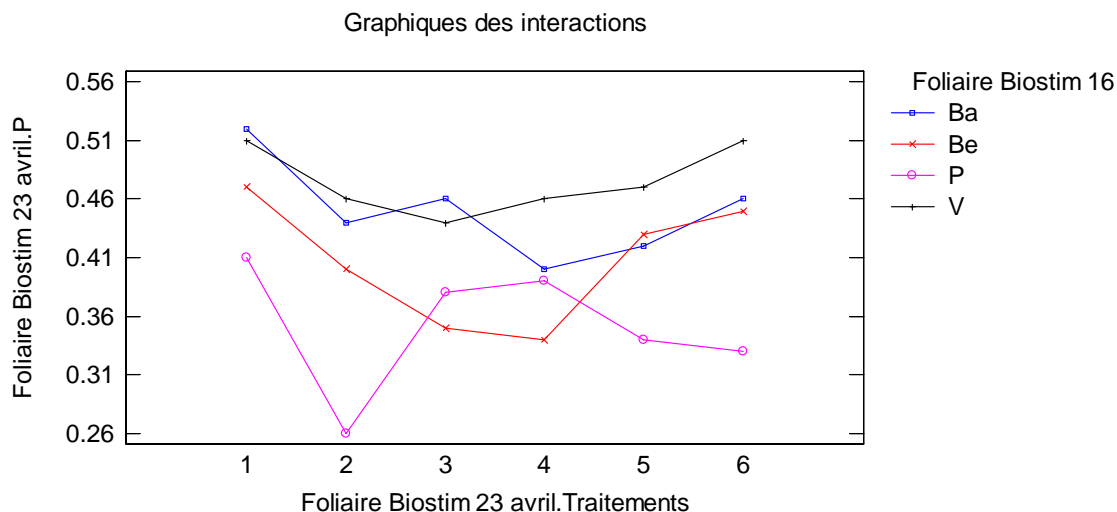
Les résultats des analyses foliaires prises le 23 avril 2008 portant sur les annuelles n'ont montré aucun effet significatif en ce qui a trait à la teneur en éléments minéraux des feuilles, à l'exception du phosphore. Le tableau 6 démontre les variations des teneurs en phosphore dans les feuilles.

La teneur en phosphore dans le traitement témoin est significativement ( $p < 0.05$ ) plus élevée que dans tous les autres traitements à l'exception du biostimulant provenant de Acadian sea plants (tableau 6). La figure 1 montre que la variété *Pelargonium* avait moins de phosphore dans les feuilles que les autres variétés suite à l'application des traitements tandis que cet élément augmentait toujours dans les feuilles des autres variétés avec la durée de l'essai.

**Tableau 6 : Moyennes totales du contenu en phosphore dans les feuilles des annuelles cultivées au printemps 2008**

Variétés confondues	Teneur en phosphore des feuilles des annuelles						Analyse de la variance
	250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
	0,48 b	0,39 a	0,41 a	0,4 a	0,42 a	0,44 ab	S

**Figure 1 : Interactions entre les traitements et la teneur en phosphore des variétés d'annuelles, le 23 avril 2008.**



À la fin du projet (16 mai 2008), nous avons répété l'échantillonnage foliaire pour vérifier les teneurs en éléments minéraux des feuilles. Les résultats des analyses obtenues du laboratoire nous ont montré qu'il n'y avait plus aucune différence significative observable entre les traitements. Les différences observées lors de l'échantillonnage du 23 avril 2008 n'étaient plus observables.

### Les analyses de sol

Aucune différence significative n'a été observée pour les quatre variétés d'annuelles suite à l'application des traitements de fertilisants et de biostimulants. Aucune des analyses de terreau (SME) effectuées le 25 avril 2008 n'a montré de différence significative pour la teneur en éléments minéraux.

Pour la majorité des analyses de variances effectuées sur les échantillons de terreau le 16 mai 2008, aucun effet significatif n'a été détecté. En effet, sur l'ensemble des tests, c'est seulement sur l'ammoniaque, le phosphore et l'aluminium que nous avons détecté des effets significatifs. Ceux-ci sont résumés dans le tableau 7. Les détails par élément mesuré suivent dans les tableaux 8, 9 et 10.

**Tableau 7 : Résumé des résultats des analyses de variances sur les analyses de terreau SME effectuées le 16 mai 2008**

Éléments	250 ppm				125 ppm				Actino-Iron				Organosan				Bioprotec				Acadian			
	Ba	Be	P	V	Ba	Be	P	V	Ba	Be	P	V	Ba	Be	P	V	Ba	Be	P	V	Ba	Be	P	V
CE	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
pH	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
NO <sub>3</sub>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
NH <sub>4</sub>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
P	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Ca	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Mg	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
SO <sub>4</sub>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Fe	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Zn	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Cu	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Al	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Na	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

Les traitements constitués d'Actino-Iron et d'Organo-San ont été significativement ( $p < 0.05$ ) plus faibles dans leur teneur en ammonium (tableau 8). On y retrouve seulement 12,6% et 15,1% de la teneur en ammonium retrouvée dans le terreau du témoin à 250 ppm de N

**Tableau 8 : Moyennes totales du contenu en ammonium des échantillons de terreau des annuelles cultivées au printemps 2008**

Variétés confondues	Teneur (ppm) en ammonium dans le terreau des annuelles (SME)						Analyse de la variance
	250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
	11,9 b	6,9 ab	1,5 a	1,8 a	13,4 b	5,3 ab	S

Les résultats des analyses de terreau constitué de 125 ppm de N, d'Actino-Iron, d'Organo-San et de Bioprotec Alga ont été significativement ( $p < 0.05$ ) plus faibles en phosphore que celui du terreau témoin à 250 ppm de N (tableau 9).

**Tableau 9 : Moyennes totales du contenu en phosphore des échantillons de terreau des annuelles cultivées au printemps 2008**

	Teneur (ppm) en phosphore dans le terreau des annuelles (SME)						Analyse de la variance
	250 ppm N	125 ppm N	I	Organosan	Bioprotec	Acadian	
Variétés confondues	0,48 b	0,39 a	0,41 a	0,4 a	0,42 a	0,44 ab	S

En ce qui concerne l'aluminium retrouvé dans les différents terreaux, on a détecté que dans les terreaux où poussaient les plantes avec l'Organo-San et les algues provenant d'Acadian sea Plants que les teneurs en aluminium étaient significativement ( $p < 0.05$ ) plus élevées que dans les terreaux fertilisés avec 125 et 250 ppm de N (tableau 10).

**Tableau 10 : Moyennes totales du contenu en aluminium des échantillons de terreau des annuelles cultivées au printemps 2008**

	Teneur (ppm) en aluminium dans le terreau des annuelles (SME)						Analyse de la variance
	250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
Variétés confondues	0,07 a	0,1 ab	0,11 ab	0,2 bc	0,12 ab	0,27 c	S

### Les données qualitatives (sur la partie aérienne)

#### La couleur du feuillage, le port et l'uniformité de la floraison

Aucune différence significative n'a été observée sur les quatre variétés d'annuelles (tableau 11). La couleur du feuillage était foncée selon la norme de l'espèce concernée.

Le port du *Begonia* et du *Vinca* au stade de vente présentait une majorité de plants de belle qualité et de belle dimension mais on n'a observé aucune différence significative entre les traitements de fertilisants et de biostimulants. Cependant on a détecté une différence significative ( $p < 0.05$ ) sur le port du *Pelargonium*. En effet ces plantes étaient légèrement plus compactes avec l'utilisation de la fertilisation de base à 250 ppm de N et avec l'usage des algues d'Acadian sea plants.

Il a été noté que l'ensemble des traitements présentait une floraison parfaitement uniforme (90% et + des plants en fleurs) dans les *Begonia* et *Pelargonium*. On n'a donc mesuré aucune différence significative sur ces deux variétés d'annuelles. Par contre des effets significatifs ( $p < 0.05$ ) ont été détectés sur le *Bacopa*. Les plantes traitées avec l'Actino-Iron et l'Organo-San avaient une meilleure uniformité de la floraison (75 à 90% des plants en fleurs) que les autres

traitements (50 à 75% des plants en fleurs). Cependant, de façon générale, les plantes de *Bacopa* étaient moins uniformes dans leur floraison que les autres variétés.

**Tableau 11 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la couleur du feuillage, le port et l'uniformité de la floraison des annuelles au printemps 2008**

Critères de qualité	Variétés							Analyse de la variance
		250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
Couleur du feuillage	<i>Bacopa</i>	2	1,7	2	2	2	2	NS
	<i>Begonia</i>	1	1	1	1	1	1	NS
	<i>Pelargonium</i>	1	1	1	1	1	1	NS
	<i>Vinca</i>	1	1	1	1	1	1	NS
Port	<i>Begonia</i>	1,1	1	1,1	1	1,3	1,1	NS
	<i>Pelargonium</i>	1,13 a	1 b	1 b	1 b	1 b	1,33 a	S
	<i>Vinca</i>	1	1,1	1	1	1	1	NS
Uniformité de la floraison	<i>Bacopa</i>	2,3 b	2 ab	1,6 a	1,7 a	2,3 b	2,3 b	S
	<i>Begonia</i>	1	1	1	1	1	1	NS
	<i>Pelargonium</i>	1	1	1	1	1	1	NS

## Les données qualitatives (apparences générales du système racinaire au stade de vente)

### La quantité de racines, la distribution, la couleur et la qualité des racines

Au niveau de l'enracinement, les plants de *Begonia* et de *Vinca* ont montré des différences significatives ( $p < 0.05$ ) (tableau 12). Les plants de *Begonia* avaient majoritairement une moyenne motte de racines. Les racines de *Begonia* étaient en plus grande quantité avec les traitements de 125 ppm de N et l'Actino-Iron. La moins grande quantité de racine était observée avec l'algue provenant d'Acadian sea Plants. Chez les *Bacopa* et les *Pelargonium*, on n'a observé aucune différence significative.

L'application des différents traitements de fertilisants et de biostimulants n'a entraîné aucune différence significative sur la distribution des racines des annuelles à l'essai. Les racines étaient regroupées majoritairement dans le fond du pot.

Finalement, pour ce qui est de la couleur et de la qualité des racines, seulement les plants de *Bacopa* et de *Vinca* ont montré des différences significatifs ( $p < 0.05$ ). Ces deux variétés ont réagi de la même façon au traitement de Bioprotec alga. C'est dans ce traitement que la couleur et la qualité des racines étaient la plus faible (moins blanche).

**Tableau 12 : Effets des divers traitements de fertilisants et de biostimulants sur la quantité, la distribution, la couleur et la qualité des racines des annuelles au printemps 2008**

Critères de qualité	Variétés							Analyse de la variance
		250 ppm N	125 ppm N	Actino-Iron	Organosan	Bioprotec	Acadian	
Quantité de racines	<i>Bacopa</i>	1,5	1,6	1,6	1,7	2	1,5	NS
	<i>Begonia</i>	1,6 ab	1,5 a	1,3 a	1,7 ab	1,9 ab	2,1 b	S
	<i>Pelargonium</i>	1,3	1,7	1,1	1,6	1,5	1,4	NS
	<i>Vinca</i>	1,0 a	1,0 a	1,3 b	1,0 a	1,3 b	1,1 ab	S
Distribution des racines	<i>Bacopa</i>	1,1	1,6	1,4	1,1	1,3	1,3	NS
	<i>Begonia</i>	1	1,1	1,4	1	1,2	1	NS
	<i>Pelargonium</i>	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	NS
	<i>Vinca</i>	1	1	1	1	1,3	1	NS
Couleur et qualité des racines	<i>Bacopa</i>	1,1 a	1,4 a	1,2 a	1,5 a	2,1 b	1,5 a	S
	<i>Begonia</i>	1,1	1,2	1,2	1,6	1,3	1,5	NS
	<i>Pelargonium</i>	1,5	1,6	1,4	1,5	1,4	1,5	NS
	<i>Vinca</i>	1,0 a	1,1 a	1,0 a	1,0 a	1,3 b	1,0 a	S

## Discussion et Interprétation

### Hypothèse 1 :

**L'application de biostimulants dans la production traditionnelle d'annuelles en serre au Québec stimule la croissance, le développement et la qualité des plantes.**

Dans cette section du rapport, les résultats sont analysés et interprétés pour chaque fertilisant et biostimulants. Les effets de chaque biostimulant utilisé sont mis en évidence par rapport au traitement de fertilisation.

### *Données quantitatives et qualitatives*

#### Apparence générale des plantes et des racines

##### *Actino-Iron*

Les traitements d'Actino-Iron ont eu peu d'effet sur le développement végétatif des annuelles mises à l'essai. La hauteur, la croissance en hauteur et la largeur des plantes n'ont pas été supérieures aux traitements de fertilisation témoin, même le plus faible à 125 ppm de N. Au niveau du développement reproductif, le produit n'a pas permis de remarquer un nombre de boutons floraux et un nombre de fleurs ouvertes supérieurs ni au traitement témoin ni au

traitement le plus faible de 125 ppm de N. Aucune hâtivité ou précocité de la floraison n'est associée à l'usage de l'Actino-Iron. Il n'y a eu aucun gain de matière sèche mesurable sur toutes les variétés cultivées. Dans nos essais, nous nous attendions à obtenir une croissance réduite avec la fertilisation témoin la plus faible de 125 ppm de N. Notre hypothèse était que des gains de croissance végétative ou reproductive résulteraient de l'usage des biostimulants en complément de cette dose de fertilisation réduite. Cependant de manière générale dans le projet, tous les traitements y compris les deux témoins ont eu des effets semblables. On ne peut associer aucune augmentation de croissance avec l'utilisation de l'Actino-Iron dans notre expérience en complément de la fertilisation de base.

Au niveau des analyses foliaires, l'Actino-Iron n'a pas permis une amélioration du contenu en éléments minéraux des feuilles. Au niveau du sol, les teneurs en aluminium, phosphore et ammonium n'ont pas été changées par l'usage de l'Actino-Iron. Ces valeurs étaient toujours égales au traitement de fertilisation le plus faible à 125 ppm de N.

En ce qui concerne l'apparence de la partie aérienne, l'Actino-Iron n'a pas permis l'obtention de plants d'apparence supérieure. Le port de la plante et l'uniformité de la floraison étaient supérieurs au traitement de fertilisation de 250 ppm de N mais pas de différence avec le traitement de fertilisation de base à 125 ppm de N. Il n'y avait dans ce cas aucun avantage à utiliser l'Actino-Iron puisqu'on avait les mêmes couleurs de feuillage sans son ajout. Aussi, au niveau racinaire l'Actino-Iron n'a pas permis l'obtention de plus grosses racines sauf pour la variété de *Vinca* où la motte de racines était moyennement grosse au lieu de grosse pour les traitements témoins.

### ***Organo-San (0-0-3)***

Les traitements d'Organo-San ont eu peu d'effet sur le développement végétatif des annuelles mises à l'essai. La hauteur, la croissance en hauteur et la largeur des plantes n'ont pas été supérieures aux traitements de fertilisation, même le plus faible à 125 ppm de N. Au niveau du développement reproductif, le produit n'a pas permis de remarquer un nombre de boutons floraux et un nombre de fleurs ouvertes supérieurs au traitement témoin et ainsi qu'au traitement le plus faible de 125 ppm de N. Aucune hâtivité ou précocité de la floraison n'est associée à l'usage de l'Organo-San. Il n'y a eu aucun gain de matière sèche mesurable sur toutes les variétés cultivées. Les résultats obtenus avec ce biostimulant ressemblent à ceux obtenus avec l'Actino-Iron. On ne peut associer aucune augmentation de croissance avec l'utilisation de l'Organo-San dans notre expérience lorsqu'utilisé en complément de la fertilisation de base. Au niveau des analyses foliaires, l'Organo-San n'a pas permis une amélioration du contenu en éléments minéraux des feuilles. Au niveau des analyses de sol, les teneurs en aluminium, phosphore et ammonium n'ont pas été changées par l'usage de l'Actino-Iron. Ces valeurs étaient toujours égales au traitement de fertilisation le plus faible à 125 ppm de N.

En ce qui concerne l'apparence de la partie aérienne, l'Organo-San n'a pas permis l'obtention de plants d'apparence supérieure. Le port de la plante et l'uniformité de la floraison étaient supérieurs au traitement de fertilisation de 250 ppm de N mais pas de différence avec le traitement de fertilisation de base à 125 ppm de N. Il n'y avait dans ce cas aucun avantage à utiliser l'Organo-San puisqu'on avait les mêmes couleurs de feuillage sans son ajout. Aussi, au niveau racinaire, l'Organo-San n'a pas permis l'obtention de plus grosses racines que celles obtenues avec les fertilisations de base.



### ***BioProtec Alga (0-0-6)***

Les traitements de Bioprotec alga ont eu des effets négatifs sur le développement végétatif des annuelles mises à l'essai. Sur les *Bacopa*, la hauteur a été plus faible de 14,1% et 12,5 % au milieu et à la fin de l'expérience. Aucune autre des variétés n'a montré ce genre d'effet sur la hauteur. Chez les *Pelargonium*, la largeur a été réduite 7,7% au milieu du projet lors de la phase la plus élevée de croissance par rapport au traitement de fertilisation de 125 ppm de N. Cet effet s'est atténué à la fin du projet mais on note une tendance à la baisse. L'espacement entre les plantes était comme celui retrouvé dans les serres de production. Les plantes ne se touchaient pas. Ce résultat est donc probablement dû au traitement. Au niveau du développement reproductif, le produit n'a pas permis de remarquer un nombre de boutons floraux et un nombre de fleurs ouvertes supérieurs au traitement témoin et ainsi qu'au traitement le plus faible de 125 ppm de N. Aucune hâtivité ou précocité de la floraison n'est associée à l'usage du BioProtec Alga. Il n'y a eu aucun gain de matière sèche mesurable sur toutes les variétés cultivées. On peut associer une réduction de croissance (*Bacopa* et *Pelargonium*) avec l'utilisation de l'Organo-San dans notre expérience lorsqu'utilisé en complément de la fertilisation de base. Au niveau des analyses foliaires, le BioProtec Alga n'a pas permis une amélioration du contenu en éléments minéraux des feuilles. Au niveau des analyses de sol, les teneurs en aluminium, phosphore et ammonium n'ont pas été changées par l'usage du BioProtec Alga. Ces valeurs étaient toujours égales au traitement de fertilisation le plus faible à 125 ppm de N.

En ce qui concerne l'apparence de la partie aérienne, le BioProtec Alga n'a pas permis l'obtention de plants d'apparence supérieure. Seulement le port de la variété de *Pelargonium* était amélioré car un plus grand nombre de plants était compact. Les racines observées étaient moins blanches sur les *Vinca* et *Bacopa*. Les racines étaient également moins charnues dans les pots des plants de *Vinca*.

### ***Acadian sea Plants (0-1-3)***

Les traitements d'Acadian sea Plants n'ont montré aucun effet significatif sur les paramètres de croissance végétative mesurés. Ni la hauteur, ni la croissance, ni la largeur des annuelles n'ont été influencées par l'utilisation du produit Acadian sea Plants. Également aucun des paramètres de développement reproductif n'a été influencé par ce biostimulant. On ne peut associer aucun gain de croissance avec l'utilisation de ce produit. Au niveau des analyses foliaires et de sol, la même tendance a été observée qu'avec les autres traitements de biostimulants.

En ce qui concerne l'apparence de la partie aérienne, les plants de *Pelargonium* étaient d'un peu moins belle qualité avec le produit d'Acadian sea Plants. Les observations effectuées sur les autres annuelles étaient concluantes, en apparence aucune différence n'était remarquable avec ce produit. Peu d'effets ont été observés sur les annuelles. Seulement les plants de *Begonia* ont montré un moins bon développement des racines. Les racines des autres annuelles sont demeurées inchangées suite à l'application de ce biostimulant.

## **Hypothèse 2 :**

**L'intégration de l'utilisation des biostimulants dans la régie traditionnelle d'annuelles en serre est techniquement possible.**

Sur les aspects techniques, l'utilisation de biostimulants est tout à fait possible à intégrer dans la régie traditionnelle d'annuelles en serres. Dans le cadre de ce projet, trois des quatre biostimulants mis à l'essai étaient appliqués par aspersion foliaire une fois par semaine, ce qui s'intègre très facilement à la régie de culture. Le traitement Actino-Iron était plutôt une poudre appliquée en surface. Dans ce cas, le temps d'application est plus long et demande une disposition des plants permettant d'atteindre la surface des pots. Cependant, cette opération n'est effectuée qu'une fois par mois. Il serait tout de même préférable de mélanger la poudre au substrat de culture avant le repotage. Ceci permettrait un mélange plus uniforme du produit dans l'ensemble du terreau et réduirait le temps et la complexité d'application.

## Conclusion

Ce projet a permis de valider l'hypothèse selon laquelle l'utilisation de biostimulants dans la régie de culture traditionnelle des annuelles cultivées en serre au Québec est techniquement possible. Au niveau de la croissance, du développement et de la qualité des plants traités avec des biostimulants, ils ont influencé le développement des plants à certains égards, mais de manière différente selon l'espèce étudiée. Les effets des biostimulants semblent parfois désirables et parfois à éviter et en général ces effets sont minimes. Cependant le plus souvent, dans les conditions de notre projet, aucun effet n'a été mesuré. Les effets de gain de croissance ont été peu ou pas mesurés sur les quatre annuelles cultivées. Les résultats du projet ont mis en évidence l'importance du choix du terreau d'emportage et la méthode de fertigation. Le terreau utilisé dans le projet était constitué à part égale de BM1 (Berger) et de compost (Compost du Québec). La teneur en matière organique était en moyenne de 34% dans ce terreau de croissance. Nous n'avons jamais observé de carences ou de déficiences minérales sur les plantes durant l'essai. À notre avis, le terreau fournissait par le biais du compost tous les éléments minéraux nécessaires aux plantes. L'utilisation d'un témoin avec eau claire ou avec seulement 50 ppm de N aurait probablement fait ressortir davantage les carences. Les effets des biostimulants auraient eu plus de probabilité de s'afficher. La fertilisation des annuelles était effectuée de façon continue. À chaque arrosage, on apportait des fertilisants, mise à part les arrosages des fins de semaine. Chez les producteurs, c'est une pratique courante. On retrouve tout de même une proportion non négligeable de producteurs qui arrose une fois sur deux avec des fertilisants ou même une fois sur trois. Avec le terreau utilisé durant le projet, une telle pratique aurait peut-être fait ressortir des effets intéressants de la part des biostimulants, puisque moins de fertilisants aurait été apportés par cette technique d'arrosage. Ces résultats montrent clairement l'importance du choix du terreau et de la pratique fertilisante des producteurs sur la croissance des plantes. Et par conséquent sur le choix d'utiliser ou non des produits biostimulants. La serre de production où a eu lieu le projet est une serre très performante, lumineuse et très bien contrôlée. Le climat dans lequel le projet se déroulait correspondait au climat idéal pour la production des annuelles. En tenant compte du type de terreau utilisé et des conditions climatiques de culture idéale de la serre, on peut penser qu'il était difficile de faire ressortir des effets positifs de l'utilisation des biostimulants, peu importe le produit utilisé. À la lumière de nos résultats, nous devons conclure que l'utilisation des biostimulants avec une fertilisation et un environnement adéquats n'a donné que très peu de gains de croissance et de développement sur les annuelles de ce projet.

Il serait intéressant de poursuivre ce projet en mettant en place la phase 2 visant à évaluer les effets phytoprotecteurs des biostimulants. On pourrait conjointement évaluer, les différents points discutés dans l'analyse. Avec l'utilisation d'un substrat pauvre (sans compost) et l'utilisation d'un traitement de 50 ppm de N ou un traitement à l'eau claire, on pourrait possiblement réussir à mettre en évidence plus clairement les effets potentiels de l'utilisation des biostimulants. On pourrait choisir deux autres annuelles à port non rampants pour avoir un éventail plus grand de paramètres reproductifs. L'Actino-Iron, s'il était mélangé au préalable dans le terreau de départ pourrait être mieux testé. Les produits ont été utilisés selon les recommandations du fabricant. La fréquence d'application pourrait aussi être augmentée.

À l'issue de ce projet, l'IQDHO a certainement un niveau d'expertise accru en matière de produits biostimulants. L'Institut est en mesure de mieux informer les producteurs, les conseillers, les étudiants, les professeurs et tous les intervenants du domaine sur ce sujet.



## Remerciements

Nous aimerions remercier le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec pour leur aide financière apportée dans le cadre du Programme d'appui financier aux associations de producteurs désignées – Volet 4 « Initiatives ». Nous aimerions aussi remercier le partenaire Les serres Noël Wilson Inc. pour la fourniture des plantes annuelles. Les produits biostimulants nous ont été fournis par AEF Global, Lacto Pro-Tech et Acadian sea Plants. Nous tenons aussi à remercier nos partenaires de l'Institut de Technologie Agricole, Campus de Saint-Hyacinthe. Nous remercions aussi sincèrement nos collègues de l'IQDHO, Michel Delorme, Marylaine De Chantal, Carmen Genest, Louise O'Donoghue, et Marie-Claude Limoges pour leur importante contribution au projet. Un remerciement particulier s'adresse également à Mme Geneviève Rodier étudiante stagiaire de l'Université Laval. Le soutien du Syndicat des Producteurs en Serre du Québec (SPSQ) a été également apprécié lors de la préparation de ce projet.

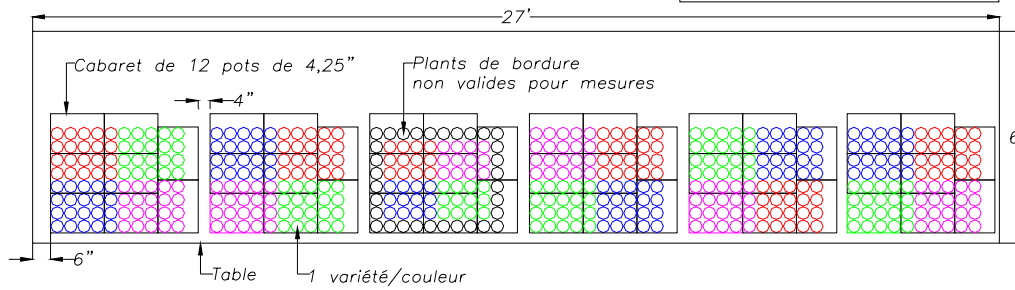


# Annexe 1: Dispositif expérimental

## Projet biostimulants phase 1: Dispositif expérimental

Disposition des plants sur une table:

20 plantes/var/trait  
12 plantes valides/var/trait  
192 plantes de bordure au total  
0 plantes en surplus



Disposition des traitements et variétés:

Dispositif sur 3 tables:  
une table étant une répétition  
de tous les traitements



Légende:

- V Vinca
- Ba Bacopa
- P Pelargonium
- Be Begonia

Entrée serre





## Références bibliographiques

- Acadian AgriTech. 2003.** Indications pour l'emploi – Acadian Extrait d'Algue Marine. *Fiche technique*. 3p.
- AEF Global inc. 2008.** Bioprotec alga – Engrais naturel à base d'algues 0-0-6. Fiche technique. 1p.
- Auteur inconnu. 2006.** Phytostimulants efficacité prometteuse. *Lien horticole*. 23/520 : 10-13.
- Childs, K. et Beeson, R.C. 2000.** The Effect of Biostimulant. Drenches on Root Growth of Woody Ornamentals. *Ornamental Outlook*. Août: 26-28.
- Doucet, R. 1992.** La science agricole. Éditions Berger, Québec, Canada, 699p.
- Ginestet, F., Laboratoires Goëmar. 1994.** Recherches et mise en oeuvre des biostimulants. *Lien horticole*. 14 : 22.
- Lacto Pro-Tech Inc. 2007.** Organo-San : Engrais lacto-fermenté. *Résumé de conférence*. 1p.
- Lambert, L. 2006.** Découvrez les biostimulants. *Québec vert*. Mars : 67.
- MARCON-DDM. 2006.** *Étude de perception et de consommation des produits et services d'horticulture ornementale*. Table filière de l'horticulture ornementale.
- Ministère de la justice du Canada. 1985.** *Loi sur les engrais* ( L.R., 1985, ch. F-10 ), Loi à jour en date du 6 février 2008. <http://lois.justice.gc.ca/fr/showdoc/cs/F-10///fr?page=1>. Page consultée le 25 mars 2008.
- Natural Industries, inc. 2007.** Actino-Iron Biological Fungicide. *Fiche technique*. 4p.
- Pedneault, A. 2005.** Des suppléments naturels pour tous les besoins. *Québec-Vert*. Septembre : B44-B46.
- Statistique Canada. 1998.** *Les industries des cultures de serre des gazonnières et des pépinières*. No. 22-202-XIB au catalogue.
- Van Iersel, M. 1998.** Plant Growth Stimulators Effects on Post-transplant Growth and Flowering of Petunia and Impatiens Plugs. *HorTechnology*. 8(1) : 45-47.