



IQDHO

Institut québécois du développement
de l'horticulture ornementale

www.iqdho.com

Projet de caractérisation du Hexahédron 999

Rapport d'essai en serre Printemps 2008

Présenté à

Bio-Mar Inc.

Juillet 2008

Le contenu rédactionnel et l'édition de ce document ont été préparés par l'équipe de l'IQDHO :

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

Marylaine de Chantal, M. Sc., agr., Coordinatrice de projets

Nos remerciements à :

Tous les producteurs et les intervenants qui ont participé à ce projet.

• Table des matières

1. Résumé	5
2. Méthodologie générale	7
3. Méthodologie, observations et résultats par entreprise	8
3.1. Méthodologie par entreprise	
3.2. Observations et résultats par entreprise	
4. Conclusion	18

Tables des matières**Liste des tableaux**

<i>Tableau 1. Date des visites effectuées dans les entreprises au printemps 2008 pour le suivi visuel des plants.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 2. Espèces suivies chez les cinq entreprises participantes au printemps 2008.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 3. Masse sèche total des plantes après 46 jours</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 4. Différence de hauteur des plantes arrosées avec l'eau et avec l'hexahédon 999</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 5. Mesure du taux de sucre dans les tomates cultivées).....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 6. Suivi du pH et de la conductivité électrique dans les tables inondantes</i>	<i>20</i>

Liste des photos

<i>Photo 1. Modèle Hexahédon 999 fourni par Bio-Mar Inc aux entreprises pour l'essai du printemps 2008</i>	<i>8</i>
<i>Photo 2. Hygrophila polysperma 46 jours après l'essai.....</i>	<i>10</i>
<i>Photos 3 et 4. Floraison des Marigold</i>	<i>12</i>
<i>Photos 5 et 6. Hauteur des piments</i>	<i>12</i>
<i>Photos 7 et 8. Géraniums semés</i>	<i>13</i>
<i>Photo 9. Géraniums semés : hauteur et floraison</i>	<i>14</i>
<i>Photos 10 et 11. Apparences des plantules de laitue</i>	<i>15</i>
<i>Photo 12. Comparaison des plantules de laitue après germination.....</i>	<i>16</i>
<i>Photo 13. Photo du dispositif installé</i>	<i>17</i>

1. Résumé

Cinq entreprises serricoles québécoises ont essayé en conditions de production le structureur d'eau Hexahédon 999 au printemps 2008. Ces essais exploratoires ont permis de tester l'effet de l'utilisation du Hexahédon 999 sur la croissance de plusieurs espèces de plantes sous différentes régies de culture. L'arrosage avec l'eau des puits ou de la ville constituait le traitement témoin selon l'entreprise. L'utilisation de l'Hexahédon 999 a permis de produire des plants de géraniums semi, de *Hygrophila polysperma* et de Marigold de qualité supérieure par rapport au traitement témoin.

En résumé:

- Les plants de géraniums semis cultivés en pot de 4 po étaient plus volumineux, le feuillage plus vert et ont été prêts une semaine plus tôt que les plants arrosés à l'eau du puits seulement. Les géraniums ayant été arrosés avec l'Hexahédon avaient une semaine d'avance en terme de floraison sur les plants témoins ayant été arrosés uniquement avec l'eau du puits.
- Les plants de *Hygrophila polysperma* à racines nues cultivés sur des tables inondantes ont développé significativement plus de matière sèche avec l'utilisation de l'Hexahédon 999. Le gain de croissance représente une hâtivité de 2 semaines de production dans leur calendrier de production-type qui dure en tout 10 semaines.
- Les boutons floraux observés chez les plants de Marigold cultivés en caissettes ont été plus gros et plus hâtifs avec l'Hexahédon 999, mais la plante a été légèrement plus haute au moment de la vente. La plante était également plus volumineuse suite à l'arrosage avec l'Hexahédon.
- Une entreprise a pu économiser du temps d'effeuillage lors du nettoyage des plants de géraniums où on a pu observer deux fois moins de feuilles à être enlevées avec l'usage de l'Hexahédon.

Comme constat général, l'Hexahédon 999 a procuré un aussi bon ou un meilleur taux de croissance des plants à l'étude sauf à un endroit où les plantes ont développé des signes d'étiollement marqué. Chez la tomate de serre, on n'a observé aucun effet sur la croissance et le développement de la plante.

Photo 1 : modèle (Hexahédon 999) fourni par Bio-Mar Inc. aux différents producteurs pour les fins du projet.



2. Méthodologie générale

Cinq producteurs en serre se sont montrés intéressés à effectuer des essais suite aux différents appels téléphoniques effectués. Elles sont présentées dans le Tableau 1. À ce tableau, nous avons ajouté les dates d'installation des dispositifs expérimentaux. En principe, au moins deux visites par producteur étaient prévues durant toute la saison. Une première visite était prévue pour vérifier la tenue du dispositif et le suivi des protocoles. Les producteurs visités sont présentés au Tableau 1. Plusieurs visites supplémentaires ont été effectuées durant la durée de l'essai afin de faire un suivi visuel de la croissance des plants, et pour certains, afin de faire la prise des données dans leurs serres.

Tableau 1. Dates des visites effectuées dans les entreprises au printemps 2008 pour le suivi visuel des plants

Noms des entreprises	Dates des visites effectuées
A, plantes aquatiques	Visites effectuées les 18 et 26 février, et 4 avril.
B, producteur d'annuelles	Visites effectuées les 28 février, 1 ^{er} avril, 24 avril et 11 mai.
C, producteur d'annuelles	Visites effectuées les 5, 12 et 13 mars, 24 avril.
D, producteur de laitues	Visites effectuées les 8 février et 25 mars
E, producteur de tomates	Visite effectuée le 15 février.

Tableau 2. Espèces suivies chez les cinq entreprises participantes au printemps 2008.

Noms des entreprises	Espèces suivies par entreprise
A	<i>Hygrophila polysperma</i>
B	<i>Marigold, piment de serre et Dahlia</i>
C	Géraniums semis
D	<i>Lettuce sativa 'Flandria'</i>
E	<i>Lycopersicon esculentum var 'Trust'</i> greffée sur Beaufort

3. Méthodologie, observations et résultats par entreprise

3.1. Méthodologie par entreprise

3.1.1. A :

Pour plus de détails, voir le protocole adapté à chacune des entreprises.

Durant le déroulement de l'essai, étant donné l'observation visuelle marquée d'un effet de croissance sur les plantes, nous avons échantillonné 15 plantes au hasard dans les deux traitements. Ces plantes ont été envoyées aux Tourbières Berger pour les faire sécher adéquatement dans leur installation de séchage et pour les faire peser. La masse sèche totale des plantes a été calculée et analysée statistiquement.

3.1.2. B, producteur d'annuelles

Pour plus de détails, voir le protocole adapté à chacune des entreprises.

Les semis de piments, de Marigold et de Dahlia ont été effectués le 25 février 2008 et arrosés avec de l'eau de pluie. Les mesures ont été prises le 28 février sur les tables de semis dans la serre jumelée. Les plants ont été transplantés et les caissettes placées au sol le 25 mars dans la serre individuelle # 8. Dès le 25 mars, les plantes ont été arrosées avec l'eau venant du puits comme source d'eau. Les autres prises de mesures ont été effectuées les 1 avril, 24 avril et 11 mai au moment de la vente.

3.1.3. C.

Pour plus de détails, voir le protocole adapté à chacune des entreprises.

Les semis de géranium ont été faits dans la serre jumelée et arrosés par aspersion. À la transplantation, le 20 mars, les plants ont été placés dans deux serres individuelles indépendantes. Dans une serre, on arrosait avec l'eau du puits et dans l'autre avec l'eau du puits, mais avec l'appareil Hexahédon 999 installé sur le boyau d'arrosage.

3.1.4. D.

Pour plus de détails, voir le protocole adapté à chacune des entreprises.

L'essai effectué se déroulait uniquement dans la surface pépinière. L'essai consistait à vérifier l'effet de l'eau structurée sur la germination de la laitue de type Boston.

3.1.5. E

Pour plus de détails, voir le protocole adapté à chacune des entreprises.

Les plants de tomates cultivés de façon hydroponique et sur dalles, ont été soumis à l'arrosage permanent avec l'eau structurée du mois de février jusqu'à la fin du mois de mai. Une rangée complète de plantes a été arrosée avec l'eau de la ville et l'autre rangée avec la même eau mais soumis en plus à l'action de l'Hexahédon 999.

3.2. Observations et résultats par entreprise

3.2.1. Observations et résultats chez A

Le résultat fut très impressionnant. Dès les premières semaines, on a remarqué une différence sur la masse et la surface foliaire. De plus, les racines et les tiges étaient plus longues et en plus grand nombre et toutes des variantes étaient remarquables à l'œil nu. Donc, les plants avec Hexahédon étaient plus avancés que les plants témoins, et vendables dès la 6^{ème} semaine de production au lieu de la 8^{ème} semaine.

Photo 2 : *Hygrophila polysperma*, le 4 avril 2008 :



L'entreprise récupère 2 semaines sur le cycle de production et les plants sont beaucoup plus intéressants pour la vente. Du fait même, A se trouve à diminuer sa consommation d'eau et d'engrais, car dans un processus plus court, elle n'a pas besoin de faire un drainage des tables pour les laver. Habituellement, les algues se développent entre la 5^e et la 6^e semaine dans les tables. Faits à noter, les tables ont eu le même traitement pour ce qui est de l'orientation et des périodes d'éclairage (lampes au sodium 14 heures par jour) dans la serre et les tables étant dans un circuit indépendant de recirculation d'eau et d'engrais, le producteur a empêché les facteurs qui auraient pu fausser les résultats. Les plants sont issus d'une même génération in vitro et ont été installés dans les tables à 2 heures d'intervalle. Les seules variantes entre les deux tables étant celles de pH et de conductivité électrique (voir tableau 6).

La masse sèche des plantes aquatiques (*Hygrophila polysperma*) a été significativement plus élevée avec l'utilisation de l'Hexahédon 999. Les plantes avaient 42,1% plus de matière sèche totale après 46 jours dans le bassin avec l'eau structurée (tableau 3). Les résultats montrés dans ce tableau démontrent plus qu'une tendance à la hausse de la croissance des plantes aquatiques suite à l'utilisation de l'Hexahédon 999. Les moyennes sont significativement différentes 95 fois sur un échantillon de 100.

Tableau 3. Masse sèche totale (g) des plantes après 46 jours chez A

Hexahédon 999		Eau du puits	
Poids (g)		Poids (g)	
Ha1	1,559	Er1	1,676
Ha2	0,955	Er2	0,614
Ha3	0,819	Er3	0,836
Ha4	1,051	Er4	0,672
Ha5	1,23	Er5	0,703
Ha6	1,42	Er6	0,572
Ha7	1,039	Er7	1,556
Ha8	1,372	Er8	0,731
Ha9	1,002	Er9	1,284
Ha10	2,008	Er10	0,962
Ha11	1,411	Er11	0,66
Ha12	1,156	Er12	0,645
Ha13	1,928	Er13	0,676
Ha14	1,292	Er14	1,274
Ha15	1,016	Er15	0,687

moyenne	1,284	0,903
écart- type	0,345	0,364
	b	a

ANOVA $p=0,0065$

Duncan

 $p=95\%$ **3.2.2. Observation et résultats chez B, producteur d'annuelles**

Les résultats ont tardé à venir lors du semis. On n'a observé aucune différence notable dans les différentes plantes cultivées dans la serre de semis. Les travailleurs ont toutefois fait remarquer au producteur, lors de la transplantation dans les caissettes, que les plantes arrosées avec l'eau structurée avaient des racines plus longues que celles arrosées avec l'eau uniquement.

À la fin de l'essai, qui correspond au moment de la vente, on a pu observer des différences entre les traitements sur les trois variétés cultivées (tableau 4). Dans la serre de finition sous plastique, les plantes de Dahlia et de Marigold étaient toujours plus hautes significativement avec l'Hexahédon 999 qu'avec l'arrosage à l'eau seulement, et ce, durant tout le long de la période de croissance dans la serre. Les effets ont été mesurés dès le premier avril. Les plants de Marigold étaient plus gros à l'œil nu et portaient des fleurs plus grosses avec l'Hexahédon 999.

Photos 3 et 4 :

Floraison Marigold avec Hexahédon



Floraison Marigold avec eau seulement



Cependant au 11 mai, les Marigold arrosées à l'eau seulement étaient environ 10 % plus en fleur que celles arrosées avec l'Hexahédon 999. Le diamètre des fleurs avec l'Hexahédon était plus grand. Le producteur a observé cet effet très rapidement lors de l'essai. Malheureusement, cette mesure ne faisait pas partie de notre protocole. Chez le piment, à la fin de l'essai, les plants étaient plus courts significativement de 4,6cm en moyenne avec l'utilisation de l'Hexahédon 999. L'obtention de piments plus courts est une caractéristique désirable chez le producteur.

Photos 5 et 6 :

Tuteur : Piment avec Hexahédon 999



Piment avec eau seulement



Tableau 4. Différence de hauteur (cm) des plantes arrosées avec l'eau et avec Hexahédon 999

		28-févr.		1er avril		24-avr		11-mai		différence
		EAU	HEX	EAU	HEX	EAU	HEX	EAU	HEX	
Dahlia	moyenne	0,45	0,52	3,89	4,78	15,84	17,69	23,1	26,1	Plus long
	écart-type	0,34	0,44	0,78	1,35	2,67	2,24	3,53	3,09	
	Duncan							a	b	
Marigold	moyenne	1,12	1,04	4,06	3,98	13,17	14,01	17,8	18,7	Plus long
	écart-type	0,22	0,17	0,66	0,79	1,13	1,29	1,5	1,68	
	Duncan							a	b	
Piment	moyenne			3,81	2,72	18,86	16,68	28,7	24,1	Plus court
	écart-type			0,78	0,66	2,02	1,75	2,77	2,55	
	Duncan							a	b	

3.2.3. Observation et résultats chez C.

Les résultats n'ont pas tardé à être apparents sur les géraniums semés cultivés C.

Photos 7 et 8 :

Géraniums semés, le 24 avril : dispositif serres 42 et 44.



Photo 9 :

Géraniums semés : photo du 24 avril : hauteur et floraison

Au stade de vente, la première constatation des effets de l'utilisation de l'hexahédon a été faite par les équipes de livraison. Il y a eu beaucoup moins de nettoyage (feuilles jaunes à enlever) sur les géraniums arrosés avec l'Hexahédon 999 que sur les géraniums arrosés avec l'eau du puits. Il y avait parfois 15 à 20 feuilles par cabaret à enlever contre 30 à 40 feuilles pour les plants arrosés avec l'eau du puits.

Les plants arrosés avec l'Hexahédon 999 étaient plus volumineux. La couleur du feuillage semblait la même. C'est la floraison qui s'est démarquée le plus. La mise à fleur était plus hâtive et plus intense avec l'Hexahédon 999. Les plants avaient une semaine d'avance sur la floraison en arrosant avec l'Hexahédon 999 en date du 24 avril.

Selon le responsable de la recherche et du développement, l'entreprise a été enchantée de la tendance de ces résultats. Actuellement, on y refait un essai semblable mais en testant une autre espèce d'annuelle : l'osteospermum.

3.2.4. Observation et résultats chez D.

Des tests de germination de graines de laitue ont été effectués aux serres D. Les tests vérifiaient le pourcentage de germination et la qualité des plantules après germination juste avant la transplantation. Les résultats de germination ont été excellents, peu importe la source d'eau d'arrosage. On a obtenu plus de perte par déclassement des plantules lors du premier semis avec l'utilisation de l'hexahédon 999. Sur les plantules arrosées avec l'eau seulement, on a obtenu 6,1 % de perte dû au déclassement. On a mesuré 19,0 % de perte avec les plantules arrosées avec l'Hexahédon 999. L'étiollement, c'est-à-dire des plantules trop allongées et minces, explique à 14 % la raison des pertes de déclassement. Lors du second semis, encore une fois, la germination a été excellente avec les deux modes d'arrosage. On a obtenu plus de perte avec l'Hexahédon 999 qu'avec l'eau du puits seulement : 2,7 % comparé à 1,6 %.

Les plantules semées le 19 février ont été plantées dans la première phase de transplantation le 3 mars dans le bassin 79. L'observation visuelle indiquait que les feuilles et les cotylédons, de même que les racines sont plus développés pour les plantules ayant été arrosées avec l'eau du puits uniquement.

En moyenne, le jour de la première plantation, les parties aériennes et les racines des plants ayant été arrosés à l'eau du bassin sont plus longues que celles des plants ayant été arrosés avec l'Hexahédron 999.

L'étiollement étant une caractéristique indésirable pour l'entreprise pour ce type de production, on a décidé d'arrêter le projet rapidement. Nous avons suggéré fortement à plusieurs reprises de reprendre l'essai et de poursuivre la culture de la laitue pendant une période plus longue où la plante aurait été en contact direct permanent avec l'eau traitée avec l'Hexahédron 999. Les résultats positifs observés chez A nous ont fait penser à cette époque de pousser dans cette direction chez D. Le producteur a quand même décidé d'arrêter les tests, faute de ressources disponibles car il aurait fallu un bassin dédié pour cet essai pendant une période de temps trop grande.

Photos 10 et 11 :

Laitue avec Hexahédron

Laitue avec eau du puits



Photo 12 :

Comparaison des plantules de laitue après germination

**3.2.5. Observation et résultats chez E.**

Les appareils Hexahédon ont été installés le 21 février et l'essai s'est terminé le 3 juin 2008. Les paramètres de croissance et de développement ont été mesurés hebdomadairement. Un test de dégustation a été effectué sur les fruits. Deux tests de conservation ont également été effectués sur des fruits récoltés le 30 avril et le 12 mai.

Il n'y a eu aucune différence mesurée durant tout l'essai sur les paramètres suivants :

- le diamètre des tiges,
- la hauteur de floraison et
- la longueur des feuilles.

La croissance hebdomadaire a été légèrement plus grande avec l'Hexahédon mais rien de significatif. On n'a noté aucune différence dans la vitesse de nouaison des fruits et la vitesse de récolte des fruits. Durant toute la période de l'essai, on a récolté 16,6 kg/m² de tomates avec l'eau de la ville et 16,2 kg/m² de tomates avec l'Hexahédon. Rien de significatif encore une fois.

La qualité des fruits récoltés a été plus faible avec l'Hexahédon. Durant l'essai, on a mesuré 70 % de tomates numéro #1 avec l'Hexahédon et 74 % de tomates numéro #1 avec l'eau de la ville. Il y avait plus de tomates numéro #2 avec l'Hexahédon et la raison est la difformité plus grande des fruits.

Photo 13 : dispositif à gauche de l'allée, les plants avec Hexahédon et à droite les plants avec l'eau de la ville :



Il n'y a pas de différence de durée de conservation des fruits entre le témoin et la parcelle avec Hexahédon. Les fruits étaient de même couleur et de même fermeté. L'affaissement des épaules était la même après 14, 26 et 34 jours de conservation en chambre froide à 15 °C.

On a mesuré les taux de sucre dans les fruits grâce à un réfractomètre. Les taux de sucre mesurés sont les suivants :

Tableau 5 : Mesures des taux de sucre dans les tomates

(% de sucre) mesuré le 3 juin 08

Date des récoltes de tomates	Hexahédon	témoin
30-avr	4,4	4,2
12-mai	4,1	4,2
28-mai	4,3	4,5
Moyenne :	4,27	4,30

Dans le tableau, on note qu'il n'y a pas eu de différences dans le pourcentage moyen de sucre des fruits lors de l'essai.

Le panel de dégustation réuni n'a pas permis de démontrer un goût meilleur ou pire en dégustant les fruits cultivés avec l'Hexahédon 999.

3 Conclusion

L'appareil Hexahédon 999 mis à l'essai au printemps 2008 dans les serres de production a démontré des résultats intéressants sur les annuelles testées. Les légumes comme le piment a été plus court et plus trapu avec l'Hexahédon. D'autres espèces d'annuelles devraient être testées car il semble qu'il y ait un effet de croissance positif lorsque la plante prolonge son contact avec l'eau structurée, la tendance a nettement été observée. Chez la laitue, l'essai de germination n'a pas été concluant et pourrait être reconduit sur une période plus longue, tel que mentionné dans le texte. Chez la tomate, le producteur n'a pas observé de résultats significatifs de croissance, ni même de tendances. Le plus faible pourcentage de tomates #1 est ce qu'ils retiennent et la difformité des fruits quand ils sont dans la classe #2. Chez la tomate et la laitue, des effets d'étiollement ont été mesurés. Un essai devrait être conduit pour vérifier l'effet de la conductivité électrique et du Hexahédon sur ces mêmes légumes. Une hausse de la salinité pourrait diminuer l'effet d'étiollement observé. Des essais plus élaborés devraient être menés à terme chez les légumes.

Les trois premiers producteurs A, B, C, ont été heureux de garder l'appareil après la fin des tests car ils veulent continuer à l'utiliser à cause des résultats positifs obtenus dans leur entreprise. L'essai effectué chez les cinq producteurs a démontré des effets positifs qu'il ne faut pas oublier, et ces résultats sont fiables.

Finalement, la compréhension des causes fondamentales qui ont amené ces résultats pourrait être développée davantage si Bio-Mar Inc. discutait avec des chercheurs universitaires spécialisés en physiologie végétale ou biomoléculaire. L'explication des notions de base qui expliquent le fonctionnement de l'appareil est un des points sensibles pour décider si un producteur adhère ou non à cette technique de traitement de l'eau.

Annexe :

Tableau 6 : suivi du pH et de la conductivité électrique dans les tables

Date	Conduct.	Ph	Ajout	Nouveau PH	Nouvelle Cond.
Table 21 témoins					
2008-03-03	710	7,5			
2008-03-10	727	8,6			
2008-03-17	8,9	8,5			
2008-03-24	512	8,5			
2008-04-01	540	8,6			
2008-04-07	522	8,63			
2008-04-14	500	8,4	engrais	8,6	786
2008-04-21	747	8,78			
2008-04-28	830	7,94			
2008-05-05	419	9,2			
Table 22 Hexadron					
2008-03-03	800	8,7			
2008-03-10	785	8,8			
2008-03-17	613	8,69			
2008-03-24	272	8,69	engrais	8,53	560
2008-04-01	550	8,43			
2008-04-07	535	8,59			
2008-04-14	485	8,6	engrais	8,58	585
2008-04-21	610	8,79			
2008-04-28	660	7,93			
2008-05-05	318	9,2			

./...

Fin de document