

Évaluation des risques liés aux contaminants chimiques et biologiques dans les intrants et systèmes de production en serre biologique

SAHAR ZIEDI¹, ÉLODIE LAROUCHE², CAROLINE CÔTÉ², MARTINE DORAIS³

¹ Département de phytologie, Université Laval, Québec, Canada G1V 0A6

² Laboratoire d'hygiène de l'environnement agricole, IRDA (Institut de recherche et de développement en agroenvironnement), Saint-Bruno-de-Montarville, Canada J3V 0G7

³ Département de phytologie, Université Laval, Québec, Canada G1V 0A6

Courriel: sahar.ziedi.1@ulaval.ca

Mots-clés: fertilisants organiques, serre biologique, métaux lourds, microorganismes pathogènes,

Les fertilisants organiques sont largement utilisés dans la production maraîchère en serre afin d'améliorer les rendements des cultures. Toutefois, ces intrants peuvent présenter des risques chimiques et microbiologiques, notamment par la présence de métaux lourds, d'agents pathogènes humains et de gènes de résistance aux antimicrobiens, susceptibles de compromettre la salubrité des produits récoltés (Bünemann *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024; Lenzi *et al.*, 2021). Cette étude vise à caractériser les contaminants chimiques et microbiologiques potentiels dans différents intrants organiques et à évaluer leurs effets sur la survie et la croissance de pathogènes humains en conditions de serre.

Dans la première phase, quinze intrants disponibles sur le marché québécois provenant de quatre lots distincts ont été analysés pour leur présence en métaux lourds (Cu, Zn, Pb, As, Cd, etc.) ainsi que pour les contaminants microbiologiques, notamment *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* et *Listeria monocytogenes*. Des milieux de culture sélectifs ont été utilisés pour la détection et la quantification microbienne, tandis qu'une digestion acide a permis de déterminer les concentrations en métaux. La majorité des fertilisants analysés présentaient des concentrations microbiennes inférieures à la limite de détection de la méthode d'analyse. Une faible contamination a été détectée uniquement dans le compost de crevettes, où des concentrations mesurables d'*E. coli* (0,6 UFC par gramme de matière sèche) ont été observées.

L'analyse chimique a révélé des différences de concentrations en métaux entre les types de fertilisants. Les dérivés de fumier de dinde composté et la farine de crustacés affichaient les concentrations les plus élevées en métaux, avec des valeurs atteignant 427 mg Cu/kg, 445 mg Zn/kg, 8,3 mg Pb/kg, 4,55 mg Cd/kg et 13 mg As/kg. À l'inverse, les échantillons d'algues, de fumier de poulet granulé et de substrat de culture présentaient des teneurs plus faibles pour l'ensemble de ces éléments.

Dans la deuxième phase, des essais en conditions contrôlées ont été réalisés afin de suivre la dynamique et la croissance des bactéries pathogènes dans des substrats de laitue amendés avec quatre engrais (granulés de fumier de poulet, farine de luzerne, farine d'os et frass d'insectes). Les substrats ont ensuite été inoculés avec *E. coli*, *Salmonella spp.* et *L. monocytogenes* (~10⁴ UFC/g). Le suivi de ces microorganismes a été effectué pendant 56 jours à 20 °C. Les résultats ont montré que les fertilisants influençaient la survie des agents pathogènes: les granules de fumier de poulet ont favorisé la plus forte prolifération de bactéries *E. coli* suivis de la farine de luzerne et de la farine d'os, tandis que le frass d'insectes exerçaient un effet modéré. Les substrats non amendés affichaient des niveaux de contamination plus faibles.

Dans l'ensemble, cette étude met en évidence l'importance du choix et du suivi des engrais organiques afin d'assurer à la fois la productivité et la salubrité des produits récoltés. Les travaux en cours portent sur la détection de gènes de résistance aux antimicrobiens, dans le but d'évaluer le risque potentiel de co-sélection et de transfert de la résistance dans les systèmes de production en serre. Les travaux à venir viseront à caractériser les risques microbiologiques dans des serres biologiques. Les résultats attendus permettront d'identifier les principales sources de contamination et de proposer des mesures correctives adaptées à chaque système de culture.

Références bibliographiques

Bünemann, E. K., Reimer, M., Smolders, E., Smith, S. R., Bigalke, M., Palmqvist, A., Brandt, K. K., Möller, K., Harder, R., Hermann, L., Speiser, B., Oudshoorn, F., Løes, A. K., & Magid, J. (2024). Do contaminants compromise

the use of recycled nutrients in organic agriculture? A review and synthesis of current knowledge on contaminant concentrations, fate in the environment and risk assessment. *Science of The Total Environment*, 912, 168901. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168901>

Lenzi, A., Marvasi, M., & Baldi, A. (2021). Agronomic practices to limit pre- and post-harvest contamination and proliferation of human pathogenic Enterobacteriaceae in vegetable produce. *Food Control*, 119, 107486. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107486>

Yu, Y., Zhang, Q., Kang, J., Xu, N., Zhang, Z., Deng, Y., Gillings, M., Lu, T., & Qian, H. (2024). Effects of organic fertilizers on plant growth and the rhizosphere microbiome. *Applied and Environmental Microbiology*, 90(2), e01719-23. <https://doi.org/10.1128/aem.01719-23>

¹ Université Laval, Centre de recherche et d'innovation sur les végétaux (CRIV), Département de phytologie, FSAA, Québec

² Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Saint-Bruno de Montarville, Québec

Contexte

L'utilisation des **fertilisants organiques** peut introduire des **contaminants chimiques ou biologiques**, susceptibles de compromettre l'**innocuité** des récoltes et la **salubrité** des produits alimentaires.

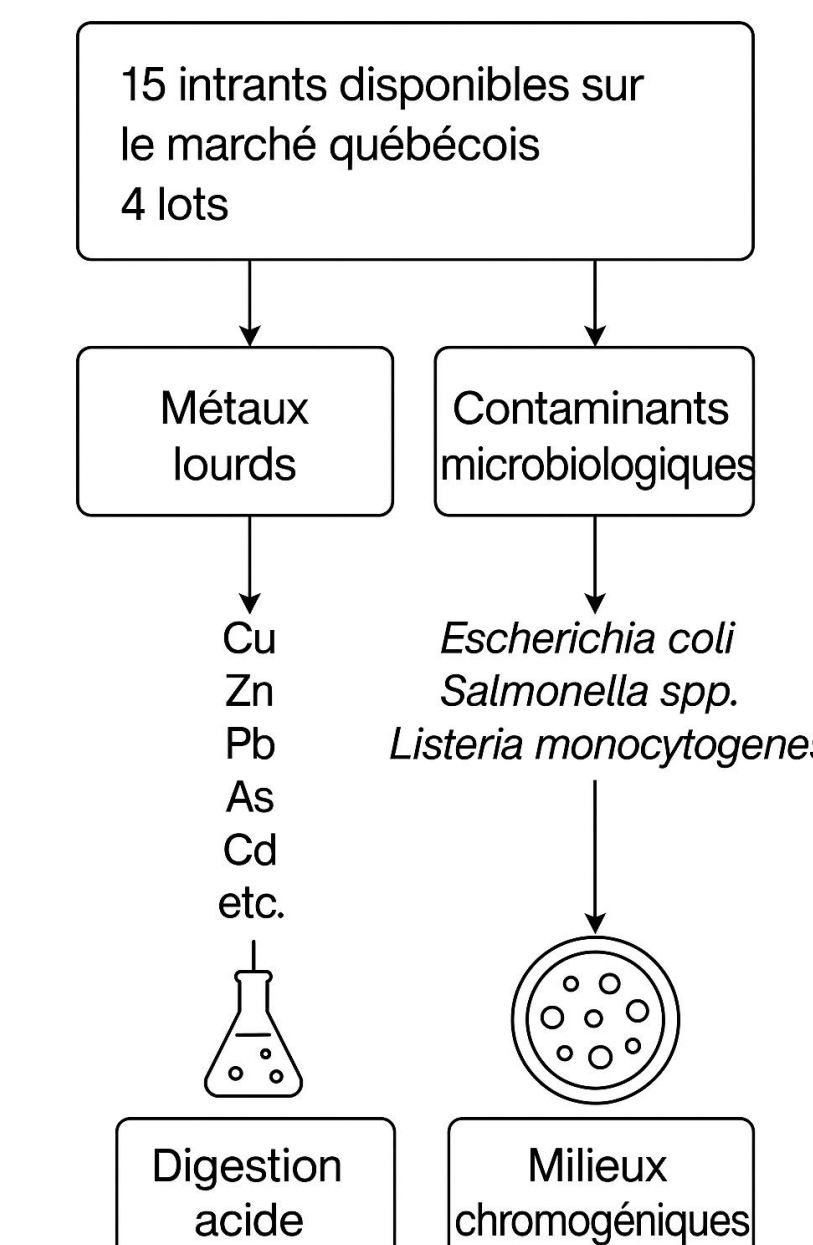
Question

Dans quelle mesure les **fertilisants organiques** utilisés en **production horticole sous serre** peuvent-ils constituer une **source de contaminants**, et comment influencent-ils la **survie des bactéries potentiellement pathogènes pour l'humain** dans les substrats de culture ?

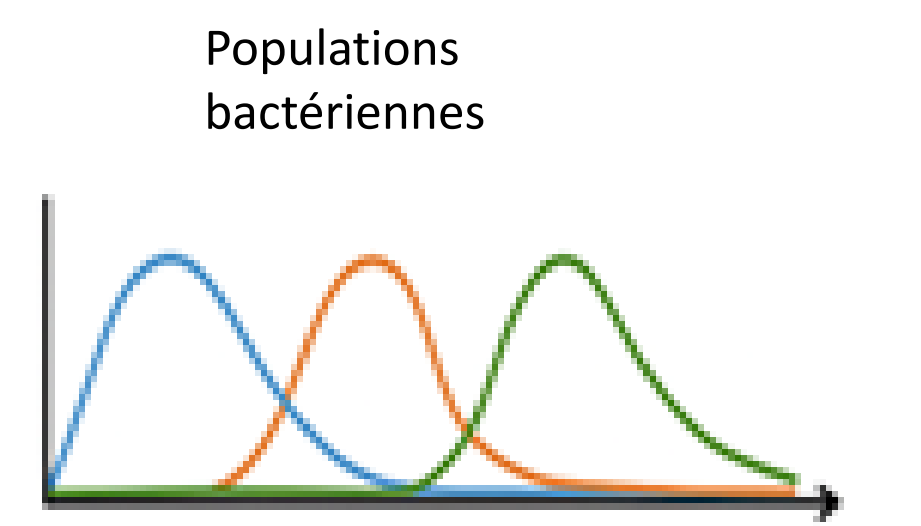
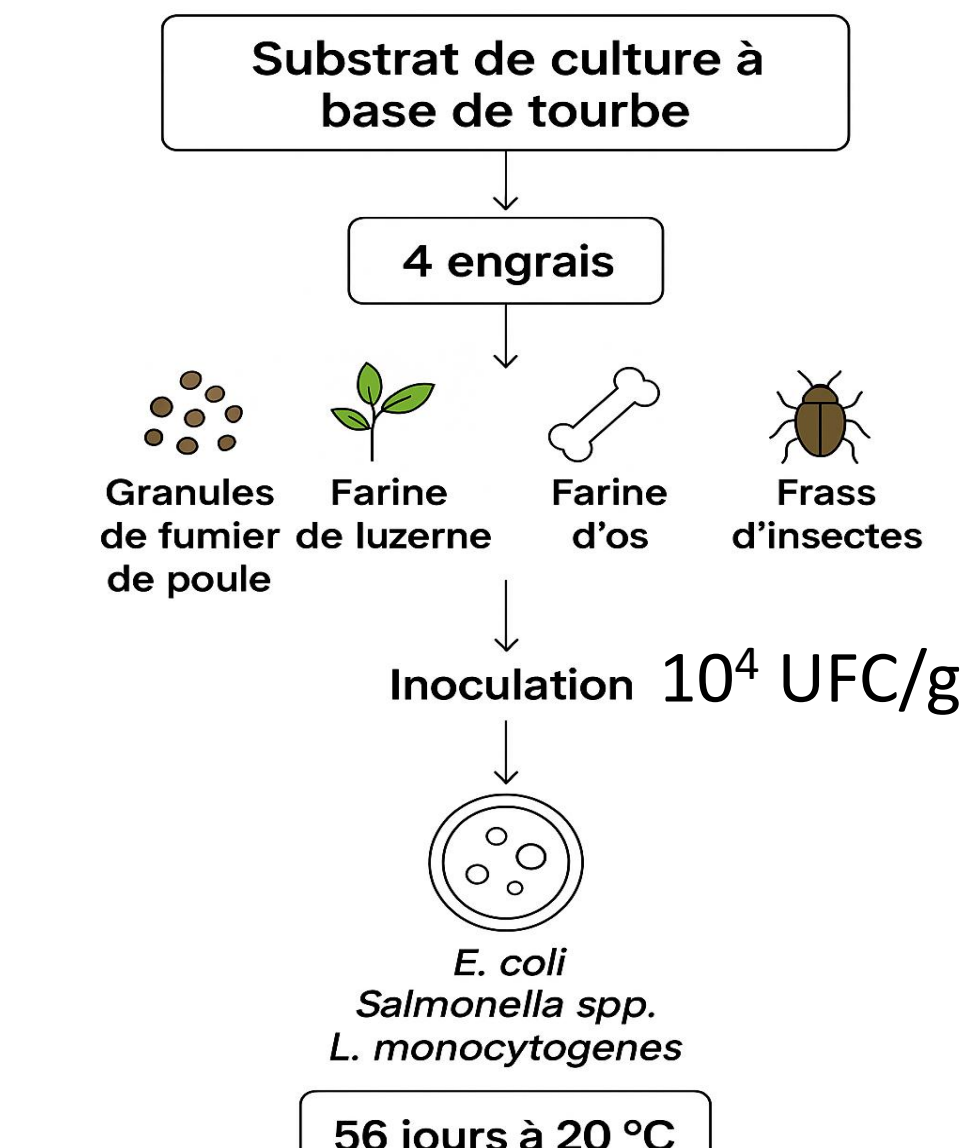
Méthodologie

1. Caractérisation chimique et biologique des intrants utilisés en serre

Intrant
Granules de fumier de poule
Algues
Compost animal
Compost de crevette
Émulsion de poisson
Farine de crustacés
Farine de luzerne
Farine de plume
Farine de sang
Farine d'os
Frass d'insecte
Fumier de volaille composté
Engrais d'origine animale enrichi de luzerne
Fumier de dinde composté
Substrat de culture à base de tourbe



2. Dynamique des contaminants biologiques dans un substrat de culture amendé par différents fertilisants organiques



Résultats

1. Caractérisation chimique et biologique des intrants utilisés en serre

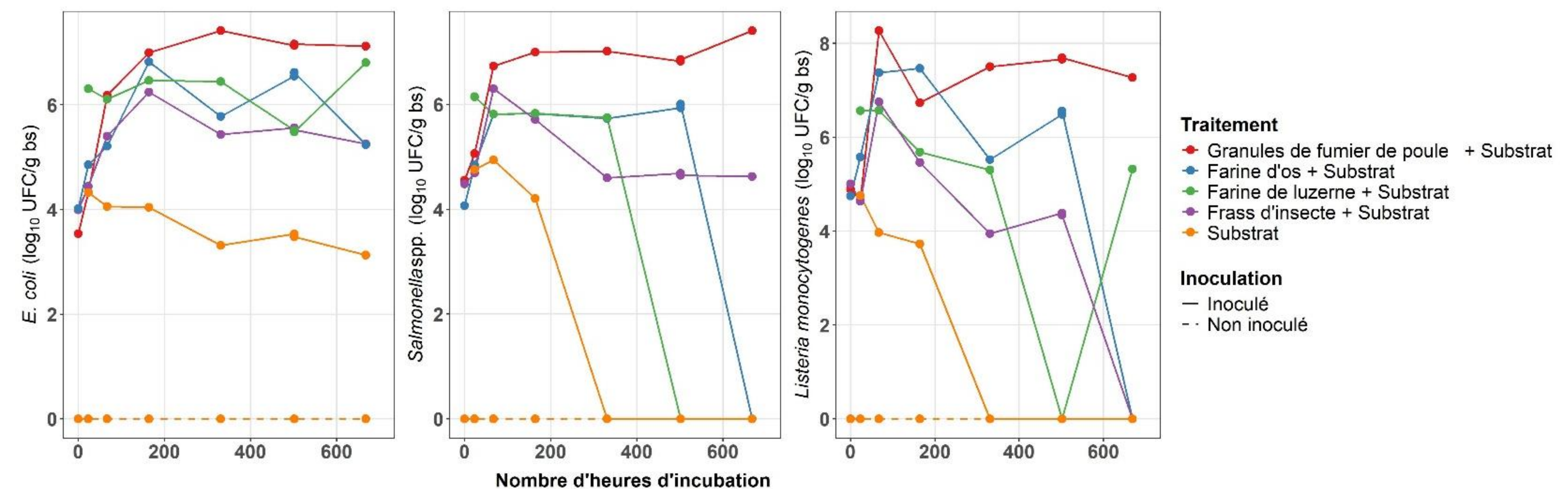
- Les engrais d'origine animale présentent des teneurs plus élevées en microéléments et en métaux lourds.
- Les fumiers de dinde et de volaille compostés présentent des teneurs élevées en Cu et Zn pouvant satisfaire aux besoins des plantes, mais à surveiller pour éviter une accumulation dépassant les concentrations maximales acceptables (63 et 200 mg/kg).
- La farine de crustacés et les algues présentent une teneur en As relativement élevée, limitant leur usage à long terme pour ne pas dépasser 12 mg/kg.
- Les fertilisants sont exempts de contaminants biologiques, à l'exception du compost de crevettes du lot n°2, qui présente une faible concentration en *E. coli* (258 UFC/g_{base sèche}) et la présence de *L. monocytogenes*.

Intrant	Co	Cu	Zn	Ni	Cd	Cr	Pb	As
Granules de fumier de poule	0 d	66.05 bcd	332.18 a	2.625 b	0 b	2.825 c	0 d	0 d
Algues	0 d	0 d	7.15 c	0 b	0 b	0 c	0 d	7.2 b
Compost animal	1.525 b	34.85 bcd	61.85 bc	4.825 b	0 b	21.9 ab	4.275 bc	1.975 c
Compost de crevette	0 d	56.7 bcd	160.78 b	2.725 b	0 b	4.1 c	0.275 d	0 d
Émulsion de poisson	0 d	0.78 d	5.6 c	0 b	0 b	0 c	0 d	1.85 c
Farine de crustacés	0 d	59.28 bcd	73.65 bc	0.45 b	4.525 a	1.975 c	0 d	13 a
Farine de luzerne	0 d	6.63 cd	20.58 c	0.3 b	0 b	1.025 c	0 d	0 d
Farine de plume	0 d	9.08 cd	80.88 bc	0 b	0 b	1.625 c	0 d	0 d
Farine de sang	0 d	4.25 cd	21.53 c	0 b	0 b	0 c	0 d	0 d
Farine d'os	0.875 bc	99.08 bc	329.38 a	11.325 a	0 b	15.4 abc	5.85 ab	0 d
Frass d'insecte	0 d	8.05 cd	73.8 bc	0.275 b	0 b	0.275 c	0 d	0 d
Fumier de volaille composté	0 d	108.85 b	432.15 a	4.675 b	0 b	4.325 bc	0 d	0 d
Engrais d'origine animale enrichi de luzerne	0.375 cd	18.73 bcd	107.15 bc	4.15 b	0 b	7.55 bc	1.575 cd	0 d
Fumier de dinde composté	2.325 a	427.4 a	445 a	13.175 a	0.675 b	25.825 a	8.325 a	1.1 cd
Substrat de culture à base de tourbe	0 d	0.65 d	9.65 c	0 b	0 b	0.8 c	3.175 bcd	0 d

2. Dynamique des contaminants biologiques dans un substrat de culture amendé par différents fertilisants organiques

Observation de la persistance des bactéries potentiellement pathogènes pour l'humain

- L'utilisation seule du substrat a permis d'atteindre des populations sous la limite de détection des méthodes plus rapidement que les autres traitements inoculés.
- L'ajout de fertilisant a favorisé la persistance des bactéries potentiellement pathogènes.
- Les granules de fumier de poule ont favorisé davantage la persistance des trois microorganismes à l'étude pendant 56 jours.
- Les bactéries *E. coli* ont persisté pendant 56 jours dans tous les traitements inoculés.



Principaux constats

- Le risque microbiologique associé aux intrants étudiés demeure faible.
- Sélection rigoureuse des intrants pour éviter une accumulation de métaux lourds.
- Vigilance, Gestion de l'eau, Bonne hygiène (serre et travailleurs).

Remerciements

Les auteurs remercient le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG-Alliance), ainsi que les partenaires de la Chaire de recherche en horticulture biologique en serre et en environnement contrôlé pour leur soutien financier : Berger, Les Industries Harnois, Cultures GEN V, Les Serres Frank Zyromski, Redsunfarms, Inno-3B et Virgo Technologies.