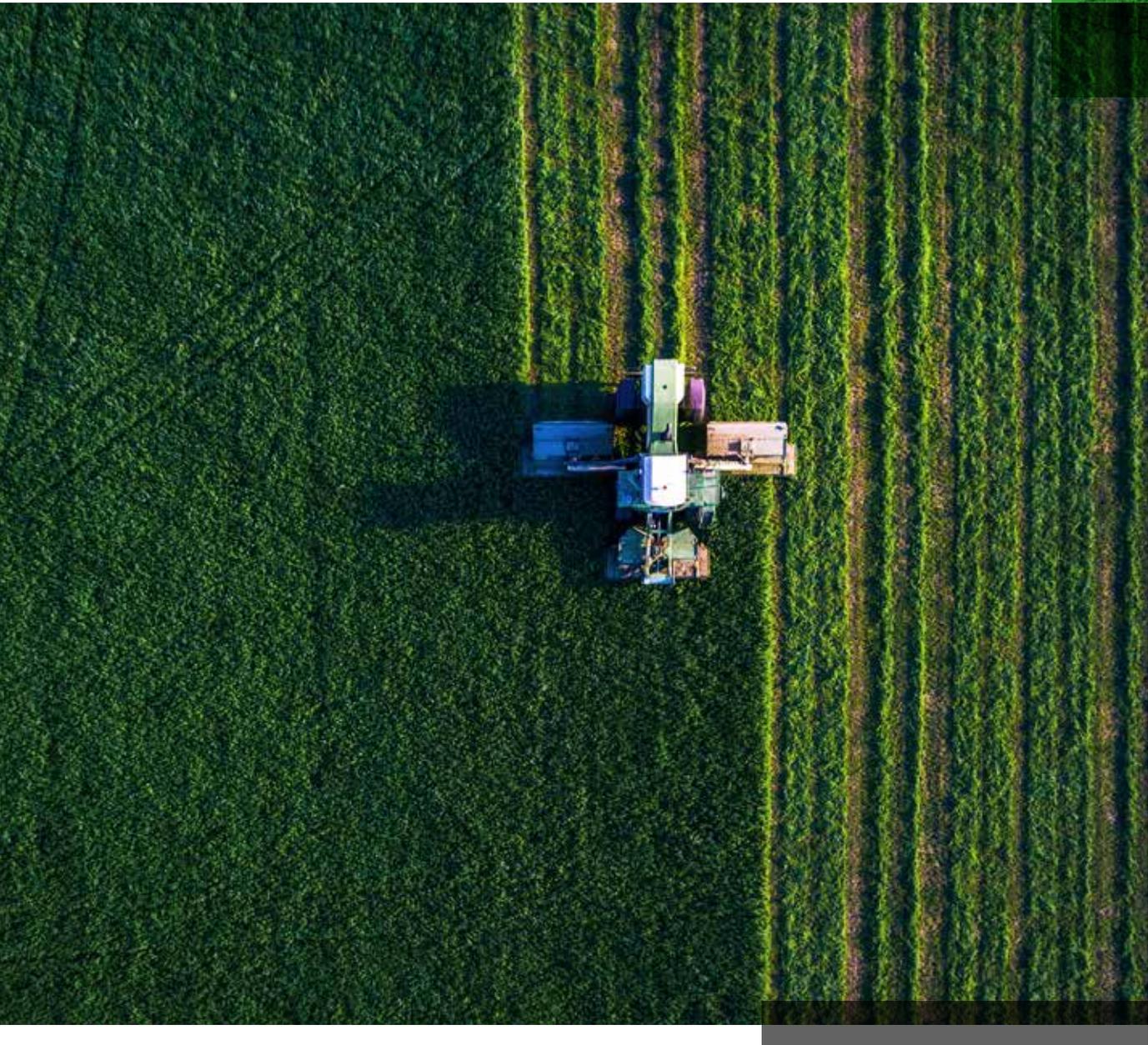
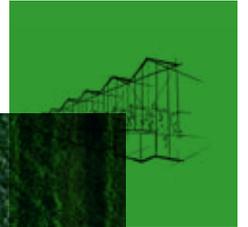


Supports de culture et utilisation efficiente des éléments nutritifs



Les cultures sur les substrats Grodan réduisent radicalement la consommation de fertilisants par unité de surface par rapport aux cultures conventionnelles en pleine terre ou sur d'autres substrats.

E. Heuvelink et L.F.M. Marcelis, Wageningen University
Avril 2016

Introduction

« Comment arriver à un équilibre entre croissance de la population et ressources ? » est l'un des 15 défis mondiaux énoncés dans le projet Millenium (Glenn et al., 2015). Accroître l'efficience de l'utilisation des ressources mondiales, par exemple, les éléments nutritifs, constitue l'une des facettes de ce défi. Ces éléments nutritifs, comme le phosphore, le potassium, sont tout aussi nécessaires à l'agriculture que l'eau. Par exemple, la pénurie et la difficulté d'accès du phosphore constituent un nouveau problème qui menace notre capacité à nourrir la population mondiale (Sciencedaily, 2010).

D'autre part, la production de fertilisants (Fig. 1), une activité très consommatrice d'énergie, représente environ un tiers de l'énergie consommée par la production agricole américaine (Gellings et Parmenter, 2004)

Question

Est-il scientifiquement prouvé que les cultures sur laine minérale utilisent plus efficacement les fertilisants que les cultures en pleine terre ou dans des substrats organiques (fibre de coco, épuisement - adsorption) ?

Introduction

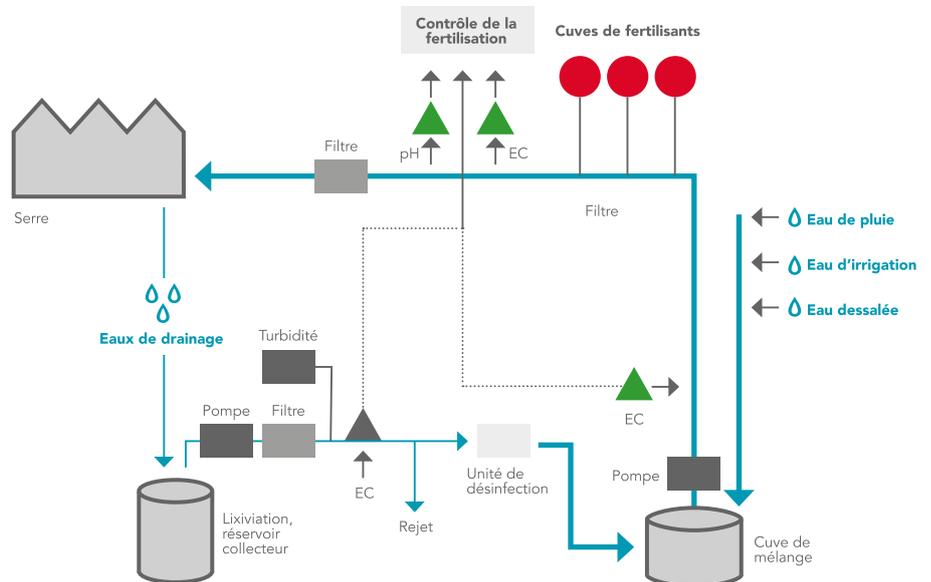


Figure 1.0
Usine de production de fertilisants Simplot (Don Plant). Pocatelo, Idaho, États-Unis (<http://www.panoramio.com/photo/6525234>). Les fertilisants sont indispensables à la croissance des plantes. Leur disponibilité et leur accessibilité limitées ainsi que l'importante consommation d'énergie nécessaire à leur production représentent une menace pour notre capacité à nourrir la population mondiale. Il est donc essentiel d'améliorer l'efficacité d'utilisation des fertilisants, ce que permet la culture sur laine minérale contrairement à la culture en pleine terre.

Fig. 2.0
Schéma d'un système fermé avec réutilisation des eaux de drainage après désinfection.
Source : Institut International de la Potasse (<http://www.ipipotash.org/presentn/rnsigp.html>)

L'efficacité des éléments nutritifs dans les cultures en pleine terre n'excède généralement pas 50 %. Autrement dit, moins de 50 % des fertilisants apportés sont assimilés par la plante (Lassaletta et al., 2014). Cette faible efficacité des éléments nutritifs peut être attribuée à une utilisation excessive de fertilisants et à une perte élevée des éléments nutritifs dues à un calendrier et à

des méthodes d'apport des fertilisants inappropriés (Fan et al., 2012). Une meilleure gestion des éléments nutritifs et de l'irrigation peut réduire considérablement ces pertes (Voogt et al., 2012), mais elle ne sera pas totalement maîtrisée. En principe, avec les cultures hors-sol, il peut n'y avoir aucune perte d'éléments nutritifs, car ces derniers sont recyclés (Fig. 2).



Efficiency of fertilizer use : comparison of open field and hydroponic cultures

Sonneveld et Voogt (2009) ont synthétisé des données sur le lessivage des éléments nutritifs dans les serres aux Pays-Bas. Ces données sont tirées d'études conduites entre 1975 et 1980, alors qu'il n'y avait pas encore de réglementation. L'efficacité de N était faible, en particulier pour les cultures en pleine terre, ce qui entraînait un rejet important de minéraux dans l'environnement.

Jovicich et al. (2007) ont évalué l'efficacité de l'eau et des éléments nutritifs pour des concombres cultivés sous serre et des concombres cultivés en plein champ en Floride centrale. Les concombres sous serre étaient cultivés dans des bacs remplis d'écorces de pin tandis que les concombres de plein champ étaient cultivés dans un sol sableux recouvert d'une feuille de plastique (paillis de polyéthylène). La

production totale s'élevait à 270 t/ha dans la serre et à 31,2 t/ha pour la culture en plein champ. Avec un système de drainage libre dans la serre, au total, 8 190 m³/ha de solution nutritive étaient apportés pour maintenir le drainage entre 20 % et 30 % du volume d'irrigation journalier. L'irrigation goutte à goutte dans le champ apportait 1 406 m³ d'eau par ha, 160 kg/ha de N et 243 kg/ha

de K. Sous la serre, l'apport d'azote par kilogramme de fruit était inférieur de 28 % et l'apport de K par kilogramme de fruit était inférieur de 23 % par rapport à ceux du champ (6,5 g N/kg de fruit, et 7,8 g K/kg de fruit). Les cultures sous serre permettaient d'obtenir de meilleurs rendements, une meilleure qualité de fruit et une utilisation plus efficace des éléments nutritifs que les cultures de plein champ (Tableau 2).

Pronk et al. (2007) ont mesuré et calculé les pertes d'éléments nutritifs dans les cultures en pleine terre et hors-sol sous serre aux Pays-Bas. Ces auteurs concluent que pour la production de tomates en pleine terre, le rejet de N variait entre 200 et 1 000 kg N ha⁻¹ an⁻¹, alors que pour les cultures hors-sol sur laine minérale (avec recyclage) le rejet était beaucoup plus faible et variait entre 64 et 107 kg N ha⁻¹ an⁻¹. Le rejet de P de la culture de tomates hors-sol variait entre 10 et 16 kg P ha⁻¹ an⁻¹. Pronk et al. (2007) ont signalé un rejet de P maximum pour les cultures de tomate en pleine terre de 30 kg P ha⁻¹ an⁻¹. Toutefois, ces auteurs ont souvent trouvé une assimilation de P supérieure à l'apport de P (solde négatif) pour les tomates cultivées en pleine terre, pouvant atteindre 100 kg P ha⁻¹ an⁻¹. Ce solde négatif a été calculé pour des sols tourbeux et argileux qui ont souvent une teneur en phosphore élevée. Aux Pays-Bas, la teneur en phosphore dans la plupart des sols est inutilement élevée sur les plans agricole et environnemental (Fraters et Boumans, 1997).

Facteurs	Culture en pleine terre		Culture sur substrat	
	Eau	N	Eau	N
Ajout	12950	2269	9691	1935
Assimilation	6700	609	7600	1110
Rejet par drainage	6250	1344	2091	825
Facteur résiduel	0	316	0	0
Efficience	0.52	0.27	0.78	0.57

Tableau 1.0

Bilans de l'eau et de l'azote (N) pour la culture de tomates sous serre dans des conditions de drainage libre. Les quantités d'eau sont exprimées en m³ ha⁻¹ an⁻¹ et le N sous forme de kg ha⁻¹ an⁻¹ (Sonneveld et Voogt, 2009). Le facteur résiduel reflète la quantité non détectée, ajoutée mais non suivie dans l'étude, par ex., résultant de la dénitrification.

	Unités	Champ (en pleine terre)	Serre (culture hors-sol)	N
Rendement en fruits commercialisables				% d'augmentation
	(t/ha)	31.2	270	765
	(nombre/ha)	135,693	2,310,000	1600
	(g/fruit)	230	115	
Quantité utilisée				% d'augmentation
Eau	(m ³ /ha)	1,406	8,190	483
Azote (N)	(kg/ha)	203	1,260	521
Potassium (K)	(kg/ha)	243	1,620	567
Efficience				% d'augmentation
Utilisation d'eau	(L/kg fruit)	45	30	33
	(L/fruit)	10	4	60
Utilisation N	(g N/kg fruit)	6.5	4.7	28
	(mg N/fruit)	1,495	545	64
K-use	(g K/kg fruit)	7.8	6.0	23
	(mg K/fruit)	1,789	701	61

Table 2.0

Comparaison de cultures de concombres en pleine terre et sous serre en Floride centrale (Jovicich et al., 2007).

Assimilation des fertilisants : comparaison culture en pleine terre - culture hors-sol

Tüzel et al. (2001) ont comparé, dans une serre non chauffée en Turquie (Izmir) en 1998 et 1999, différents substrats utilisés pour cultiver des tomates dans des systèmes ouverts et fermés. Les substrats testés étaient les suivants : perlite, roche volcanique, perlite + tourbe (4 :1, v/v) et roche volcanique + tourbe (4 :1, v/v). Des bacs horizontaux (8 litres par plant) étaient remplis de substrats. Ils n'ont pas constaté d'importantes différences de rendement entre les systèmes ouverts (15,7 et 19,0 kg m⁻²) et les systèmes fermés (17,0 et 18,0 kg m⁻²). Toutefois, le système fermé permettait d'économiser jusqu'à 34 % d'éléments nutritifs.

Ko et al. (2013) ont signalé pour des poivrons cultivés sur laine minérale en Corée une diminution de 80 % des fertilisants utilisés, en comparant un système fermé à un système ouvert (Tableau 3).

Zekki et al. (1996) ont étudié les éventuels effets négatifs du recyclage de la solution de drainage sur la production de tomates. Les plants de tomates étaient cultivés au Québec, au Canada, dans les trois systèmes de culture hors-sol les plus prometteurs et les plus utilisés avec de la laine minérale et des substrats en sphagnum et une technique de culture en NFT, avec ou sans recyclage des solutions de drainage. Dans les substrats sans recyclage, le volume moyen de drainage (par rapport à l'irrigation) pendant cette expérience était fixé à 25 % de la solution d'irrigation apportée. À la fin de chaque semaine, dans les systèmes utilisant des substrats avec recyclage, on a analysé les solutions de drainage pour identifier les éléments majeurs et les oligo-éléments. La solution a ensuite été réutilisée après ajustements des éléments nutritifs basés sur l'analyse minérale. Le NFT est une technique hydroponique dans laquelle un léger

	Système ouvert	Système fermé	% de réduction en système fermé
Volume total d'eau utilisé (L·m ⁻²)	44.1	35.5 ± 3.2 ^z	20
Quantité totale de fertilisants utilisée (g·m ⁻²)	227.3	42.5 ± 1.7	81
Volume d'eau utilisé par fruit (L·kg ⁻¹ fruit)	21.1 ± 5.7	20.1 ± 1.4	5
Fertilisants utilisés par fruit (g·kg ⁻¹ fruit)	108.9 ± 29.5	24.0 ± 0.9	78

Chaque valeur représente en moyenne ± SE (n = 3). Dans un système ouvert, le volume total d'eau et la quantité totale de fertilisants utilisés sont identiques dans les trois répétitions.

Tableau 3.0

Volumes totaux d'eau utilisés et quantité totale de fertilisants utilisée dans des systèmes de culture hors-sol ouverts et fermés (Ko et al., 2013).

fil d'eau contenant tous les éléments nutritifs dissous nécessaires au développement des plantes est redistribué sous les racines nues des plantes dans une rigole étanche, également appelée gouttière. Le pH et la conductivité (EC) des solutions sont surveillés et ajustés quotidiennement. Dans cette expérience, avec le traitement « NFT sans recyclage », les solutions nutritives devaient être renouvelées toutes les quatre semaines. Avec le traitement « système NFT avec recyclage », la solution n'a pas été renouvelée, mais simplement ajustée sur la base des mesures du pH et de l'EC. Un recyclage prolongé des solutions nutritives dans le NFT a entraîné une diminution du poids à l'état frais, du poids sec et du rendement par rapport aux plantes cultivées en NFT avec renouvellement régulier de la solution nutritive. Selon Zekki et al. (1996), cette diminution était probablement due à une accumulation d'ions sulfates dans les solutions de nutritives. Aucune différence de développement, de productivité et de composition minérale des feuilles n'a été constatée entre les plantes cultivées dans la laine minérale et la sphagnum. Dans chaque système, ces paramètres de culture ne différaient pas entre les systèmes avec solution recyclée et ceux sans recyclage de la solution.

Zekki et al. (1996) ont conclu que le recyclage de la solution de drainage est une pratique horticole économique et respectueuse de l'environnement qui, lorsqu'elle est correctement utilisée, ne diminue pas le rendement des tomates cultivées dans la laine minérale ou la sphagnum.



Figure 4.0

Un matériel de désinfection adapté est nécessaire pour prévenir le rejet de la solution nutritive des systèmes de culture sur laine minérale et donc obtenir une efficacité d'utilisation des fertilisants de (presque) 100 %. La photographie montre l'une des possibilités, désinfection par rayons ultraviolets. <http://www.hydroponics.com.au/disinfection-methods-an-australian-perspective/>

En revanche, une utilisation prolongée de la même solution dans le système de culture NFT avait un impact négatif sur le développement et le rendement (Zekki et al., 1996).

Les rejets de la solution nutritive des cultures hors-sol, avec recyclage, de concombres, gerberas et tomates aux Pays-Bas sont en moyenne d'environ 770 m³ ha⁻¹ an⁻¹, ce qui correspond environ à 10 % de la totalité de la solution nutritive utilisée annuellement (Beerling et al., 2014). La quantité rejetée varie considérablement d'une culture à l'autre (335 m³ ha⁻¹ an⁻¹ pour les tomates et 1 308 m³ ha⁻¹ an⁻¹ pour les gerberas), mais également entre serres avec les mêmes

système de culture et production. Par exemple, pour les 20 % plus gros producteurs de tomates, le rejet est proche de zéro, alors qu'il est de 746 m³ ha⁻¹ an⁻¹ pour les 20 % plus petits producteurs de tomates (Beerling et al., 2014).

La qualité de l'eau d'irrigation est déterminante pour la redistribution dans les systèmes de culture hors-sol. Les serristes (et leurs conseillers) ont tendance à éviter les risques en particulier lorsque les coûts et les autres conséquences liés aux effluents sont relativement faibles. C'est pourquoi, s'il existe le moindre doute sur la qualité des eaux de drainage, ces dernières sont rejetées. Toutefois,

Beerling et al. (2014) estiment que lorsque les outils qu'ils ont développés pour surmonter les obstacles entraînant les rejets sont largement mis en œuvre, les rejets et les effluents associés seront réduits d'environ 60 %. En principe, ce pourcentage peut être amélioré pour atteindre 100 %. Cela nécessite d'adopter les solutions pour prévenir les rejets qui sont déjà connues, mais pas encore largement mises en œuvre : alimentation en eau d'irrigation pauvre en sodium, matériel de désinfection adapté (Fig. 4) et surtout réutilisation de l'eau à contre-courant du filtre (Beerling et al., 2014).

Pardossi et al. (2011) ont comparé des circuits d'irrigation ouverts et fermés pour la culture de tomates dans des substrats sous serre en Italie (Tableau 4). Ces auteurs ont montré qu'un circuit fermé pouvait économiser environ 20 % de potassium et de phosphore, voire 35 % d'azote sans perte de production ni de qualité (°Brix).

	Alimentation ouverte	Alimentation fermée	Économie	Lessivage
Eau (m ³ /ha)	8632	6831	21%	1682
N (kg/ha)	1591	1032	35%	266
P (kg/ha)	306	244	20%	25
K (kg/ha)	2422	2000	17%	343

Tableau 4.0

Utilisation totale d'eau et de fertilisants pour des tomates cultivées dans la laine minérale, avec ou sans réutilisation des eaux de drainage (irrigation en circuit fermé). Le lessivage du système ouvert a été estimé comme étant la différence entre l'apport et l'assimilation, ce qui a été déterminé de façon indépendante. La qualité et le rendement commercial (°Brix) étaient identiques dans les deux traitements (Pardossi et al., 2011).

Efficiences d'utilisation des fertilisants : importance des stratégies de fertigation

Pendant les saisons printemps-été 2005 et 2006, Massa et al. (2010) ont étudié l'influence des trois stratégies de fertigation sur l'assimilation de l'eau et de l'azote dans des cultures sur laine minérale semi-fermées de tomates sous serre utilisant de l'eau saline (concentration NaCl de 9,5 mol m⁻³). Ces auteurs concluent qu'en modulant l'EC et/ou en privant les plantes d'éléments nutritifs pendant une courte durée, il était possible de prolonger le recyclage de la solution nutritive dans des cultures hors-sol semi-fermées de tomates sous serre conduites dans des conditions salines dans le but de réduire l'utilisation d'eau et de fertilisants et de minimiser

le rejet de N sans effet important sur la production des fruits. Giuffrida & Leonardi (2012) ont mené une expérience avec des poivrons dans un système fermé hors-sol. Ils ont comparé l'utilisation de deux solutions nutritives différentes avec le même coefficient ionique, mais avec une conductivité (EC) de 2,5 et 2 dS m⁻¹, respectivement. Le rendement total n'a pas varié entre les traitements. Toutefois, avec une solution nutritive d'une EC réduite, les quantités d'azote, de phosphore et de potassium rejetées par tonne de poivrons commercialisables étaient respectivement inférieures de 83 %, 80 % et 81 % au contrôle.

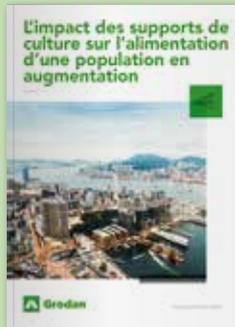


Conclusions

Pour répondre à la question de savoir s'il est prouvé scientifiquement que la culture sur la laine minérale utilise de manière plus efficiente les fertilisants que la culture en pleine terre ou dans des substrats organiques (fibre de coco, épaissement -adsorption), il ressort après étude de la littérature que :

- L'efficience de l'utilisation des éléments nutritifs dans la culture hors-sol (substrats tels que la laine minérale et les systèmes NFT) est potentiellement beaucoup plus élevée que dans les systèmes (conventionnels) de culture en pleine terre. La réalisation de ce potentiel dépend de l'application de la redistribution, de la qualité de l'eau d'irrigation et de la stratégie d'irrigation. En principe, dans les systèmes de culture hors-sol, il est possible d'obtenir zéro rejet d'eau, d'élément nutritif et de produits de protection des plants, car les solutions nutritives peuvent être redistribuées et il n'y a pas d'interaction avec les flux d'eau dans le sol (Beerling et al., 2014).
- Une irrigation avec de l'eau pauvre en sodium est de la plus grande importance pour obtenir zéro rejet, car le sodium s'accumulera pendant la redistribution de la solution nutritive et nécessitera le rejet des eaux de drainage.
- En cas de salinité élevée, des stratégies d'irrigation spécifiques sont nécessaires pour maintenir des niveaux d'EC acceptables avec suffisamment d'éléments nutritifs pour assurer une bonne récolte et réduire les rejets de fertilisants.
- On a rapporté que la culture hors-sol (système ouvert) réduisait l'utilisation des fertilisants par kilo de produit d'environ 25 % par rapport à la culture en pleine terre et que l'efficience d'utilisation de l'azote passait de 27 % dans la culture en pleine terre à 57 % dans les cultures hors-sol sur laine minérale.
- Pour un système de culture fermé par rapport à un système hors-sol ouvert, une baisse de 20 % pouvant atteindre 78 % des fertilisants utilisés par kilo de produit a été observée sans diminution du rendement ni de la qualité du produit.
- L'efficience d'utilisation des éléments nutritifs diffère considérablement entre producteurs/serres. Par exemple, aux Pays-Bas, pour les 20 % plus gros producteurs de tomates, le rejet avoisine zéro, alors que pour les 20 % plus petits producteurs de tomates, il est de $746 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$, soit environ 10 % de la solution nutritive utilisée annuellement (Beerling et al., 2014).

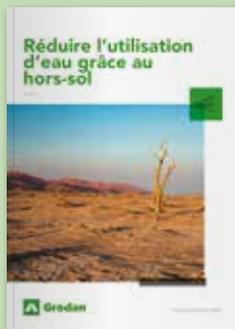
Autres livres blancs



L'impact des supports de culture sur l'alimentation d'une population en augmentation



L'impact de la culture hors-sol sur la réduction de la pollution de l'eau



Réduire l'utilisation d'eau grâce à l'hydroponie

Vous pouvez les télécharger ici

www.grodan.com/sustainable

Bibliographie

- Beerling, E.A.M., C. cube, C., Van der Maas, A.A., and Van Os, E.A., 2014. Closing the Water and Nutrient Cycles in Soilless Cultivation Systems. *Acta Horticulturae* 1034: 49-55. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1034.4
- Fan, M., Shen, J., Yuan, L., Jiang, R., Chen, X., Davies, W.J., Zhang, F., 2012. Improving crop productivity and resource use efficiency to ensure food security and environmental quality in China *Journal of Experimental Botany* 63: 13–24. doi:10.1093/jxb/err248
- Fraters, B., Boumans, L.J.M., 1997. Fosfaatverzadigde gronden: een overzicht. Deel 1: Technische achtergronden bij de aanpak van de fosfaatverzadigde gronden. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, the Netherlands, Report 716601001.
- Gellings, C.W., Parmenter, K.E., 2004. Energy efficiency in fertilizer production and use. In: *Efficient Use and Conservation of Energy*, [Eds. C.W. Gellings, and K. Blok], In: *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK, [http://www.eolss.net]
- Glenn, J.C., Florescu, E., and The Millennium Project Team, 2015. 2015-16 State of the Future. The Millenium Project, Washington DC, USA, 289 pages; ISBN:978-0-9882639-2-5
- Gilinger, P.M., Forray, A., Szilávik, S.Z., Felföldi, J. and Szôriné, Z.A. 1998. Change in quality parameters of the tomato fruit from glasshouse production. *Acta Horticulturae* 456: 207-214. IDOI:10.17660/ActaHortic.1998.456.23
- Giuffrida, F. and Leonardi, C. 2012. Nutrient solution concentration on pepper grown in a soilless closed system: yield, fruit quality, water and nutrient efficiency, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 62:1, 1-6. DOI:10.1080/09064710.2011.560123
- Jovicich, E., J. Cantliffe, D., H. Simonne, E. and J. Stoffella, P. 2007. Comparative water and fertilisant use efficiencies of two production systems for cucumbers. *Acta Horticulturae* 731: 235-242. doi: 10.17660/ActaHortic.2007.731.32
- Ko, M.T., Ahn, T.I. and Son J.E. 2013. Comparisons of ion balance, fruit yield, water, and fertilizer use efficiencies in open and closed soilless culture of paprika (*Capsicum annuum* L.). *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* 31: 423-428.
- Lassaletta, L., Billen, G., Grizzetti, B., Anglade, J., Garnier, J. 2014. 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. *Environmental Research Letters* 9(10), 9pp.
- Massa, D., Incrocci, L., Maggini, R., Carmassi, G., Campiotti, C.A., Pardossi, A. 2010. Strategies to decrease water drainage and nitrate emission from soilless cultures of greenhouse tomato. *Agricultural Water Management* 97: 971–980. doi:10.1016/j.agwat.2010.01.029
- Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrocci L., Maggini R., Massa D. 2011. Fertigation and Substrate Management in Closed Soilless Culture. Deliverable Report no. 15, EUPHOROS project, 63 pp. www.euphoros.wur.nl
- Pronk, A.A., Voogt, W., De Kreij, C., Smit, A.L., Van der Lugt, G.G., Marcelis, L.F.M. 2007. Bouwstenen voor het opstellen van gebruiksnormen voor nutriënten bij teelten onder glas. *Plant Research International*, Wageningen, the Netherlands, Report 141.
- Sciencedaily, 2010. <https://www.sciencedaily.com/releases/2010/03/100311092124.htm>
- Sonneveld, C. and Voogt, W. 2009. *Plant nutrition of greenhouse crops*. Dordrecht : Springer, ISBN 9789048125319
- Tüzel, I.H., Tüzel, Y., Gül, A., Meriç, M.K., Yavuz, O. and Eltez, R.Z. 2001. Comparison of open and closed systems on yield, water and nutrient consumption and their environmental impact. *Acta Horticulturae* 554: 221-228. doi: 10.17660/ActaHortic.2001.554.23
- Voogt, W., Van der Helm, F.P.M., Balendonck, J., Heinen, M. and Van Winkel, A., 2012. Ontwikkeling emissie-managementsysteem grondgebonden teelt; toetsing in de praktijk. Bleiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw, Report GTB 1193.
- Zekki, H., Gauthier, L. and Gosselin, A. 1996. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes, with or without nutrient solution recycling. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121:1082–1088.

Grodan propose des applications sur substrats en laine minérale durables et innovantes pour l'horticulture professionnelle basées sur le concept Precision Growing. Ces applications sont utilisées pour la culture de légumes et de fleurs, tels que les tomates, les concombres, les poivrons, les aubergines, les roses et les gerberas. Grodan propose des substrats en laine de roche associés à des conseils personnalisés et des outils innovants pour accompagner les producteurs dans l'application du concept Precision Growing. Cette approche facilite la production durable de produits frais sains, sans risque pour la santé et savoureux pour les consommateurs.

Rockwool BV / Grodan

Industrieweg 15
P.O. Box 1160, 6040 KD Roermond
Pays-Bas

t +31 (0)475 35 30 20
f +31 (0)475 35 37 16
e info@grodan.com
i www.grodan.com
in www.linkedin.com/company/grodan
🐦 www.twitter.com/grodan
📷 [@grodaninternational](https://www.instagram.com/grodaninternational)

ROCKWOOL® et Grodan® sont des marques déposées du groupe ROCKWOOL.

Grodan est le seul substrat en laine de roche avec l'écolabel européen.

