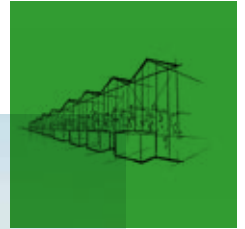


# L'impact des supports de culture sur l'alimentation d'une population en augmentation



Les cultures sur les substrats Grodan peuvent contribuer à raccourcir les chaînes d'approvisionnement en produits frais grâce à des systèmes de production flexibles qui ne nécessitent pas de sols fertiles et qui peuvent être installés n'importe où.

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

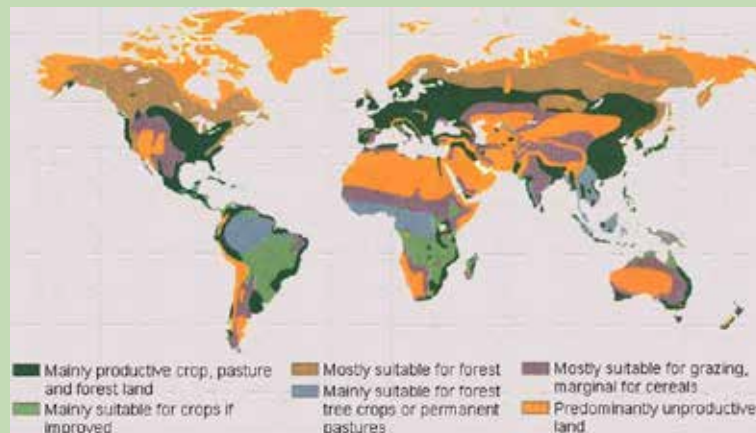


Figure 1.0

Dans les pays en développement, la majeure partie des terres n'est pas adaptée à l'agriculture pluviale, et seulement un tiers des terres potentiellement cultivables l'est. L'échelle de la carte ne permet pas de représenter certaines zones agricoles importantes, par exemple, en Afrique occidentale. De même, les terres désignées comme convenant particulièrement à une utilisation peuvent être tout à fait adaptées à d'autres utilisations (source : [http://www.fao.org/docrep/u8480e/U8480E0e.htm#Cultivated areas and gross reserves](http://www.fao.org/docrep/u8480e/U8480E0e.htm#Cultivated%20areas%20and%20gross%20reserves)).

## Introduction

La population mondiale devrait progresser d'un milliard en seulement 12 ans pour atteindre 9 milliards de personnes en 2050. Cette augmentation créera une demande sans précédent de produits alimentaires et donc de terres agricoles. Pour suivre la croissance démographique et économique, la production alimentaire doit augmenter de 70 % d'ici 2050 (Glenn et al., 2015). Cette demande toujours croissante de nourriture s'accompagnera d'une diminution constante des terres arables due au changement climatique, à l'urbanisation et à l'industrialisation. À l'heure actuelle, l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI) estime qu'un hectare de terre cultivable est perdu toutes les 7,7 secondes (<http://irri.org/>). Une grande partie de la surface du globe se caractérise par des terres en majorité improductives et seulement une petite proportion est constituée « principalement de terres fertiles, de pâturages et de forêts » (Fig. 1). 1,6 milliard d'hectares de terre est actuellement utilisé pour les cultures, alors que 25 % des terres de la planète sont dégradées (ICTSD, 2011).

Une grande partie des terres actuellement dégradées est perdue sous l'action de l'érosion et à cause des activités humaines. Par ailleurs, il est difficile et coûteux d'exploiter de nouvelles terres pour l'agriculture (Godfray et al. 2010). La dégradation des terres est due à l'érosion (vent et eau), à la salinisation et à la désertification. Des terres arables sont également perdues à cause de l'urbanisation et de la montée du niveau des océans. Dans le monde, plus de 800 millions d'hectares de terres sont touchés par le sel (FAO, 2008). Sur les 1 500 millions d'hectares de terres cultivées arides, 32 millions hectares (2 %) sont touchés par la salinité à des degrés divers. Actuellement, sur les 230 millions d'hectares de terres irriguées, 45 millions (20 %) sont touchés par le sel. Les terres irriguées représentent seulement 15 % de l'ensemble des terres cultivées. Toutefois, comme leur productivité est au moins deux fois plus importante que celle des terres non irriguées, elles produisent un tiers de la nourriture mondiale (Munns et Tester, 2008).

La raréfaction croissante des terres et la demande alimentaire grandissante imposent une répartition des terres plus efficace et rend nécessaire l'innovation dans l'agriculture (Lambin et Meyfroidt, 2011). Au niveau mondial, les zones urbaines sont plus densément peuplées que les zones rurales. Ainsi, en 2014, 54 % de la population mondiale vivaient dans des zones urbaines. De 30 % en 1950, le pourcentage de la population urbaine dans le monde devrait atteindre 66 % d'ici 2050 (Nations unies, 2014). Cette forte urbanisation à l'échelle mondiale impose de produire des légumes à proximité des consommateurs. Berlin est la deuxième plus grande ville européenne. Elle compte 3,45 millions d'habitants (Wikipedia, 2016). Chaque année, ces habitants consomment 85,6 millions de kg de tomates (chiffre basé sur la consommation moyenne de 24,8 kg par habitant pour l'Allemagne ; Hortidaily, 2014). La production de cette quantité de tomates nécessite 324 ha de serres allemandes, puisqu'en Allemagne, 265 ha de serre produisent 70 millions de kg de tomates chaque année (26,4 kg m<sup>-2</sup> ; Garming et al., 2014). La superficie de Berlin étant de 89 100 hectares (Wikipedia, 2016), on estime qu'environ 0,4 % de cette surface serait nécessaire pour la production de tomates sous serre.

Étant donné que les terres agricoles se raréfient et qu'il est nécessaire de produire plus près des villes, voire dans les villes, pour raccourcir la chaîne d'approvisionnement (Despommier, 2013), il n'est pas toujours possible de choisir le meilleur sol pour les cultures. Pour les cultures sur substrat, la qualité du sol n'entre pas en ligne de compte, car les plantes ne s'enracinent pas dans le sol. L'eau et les éléments nutritifs sont directement apportés à la plante via le substrat. Il est même possible de conduire des cultures sur substrat sans terre, p. ex., sur des sols en béton dans des bâtiments (Fig. 2)



Figure 1.0  
Agriculture verticale ; la culture hors-sol ne nécessite pas de sol fertile



# Question

Est-il prouvé scientifiquement que les cultures sur substrat nécessitent moins de surface que la culture en pleine terre pour un niveau de production équivalent ? Par conséquent, sont-elles plus efficaces ?



# Introduction

Les systèmes de culture hors-sol, tels que la culture sur laine minérale, permettent de contrôler beaucoup plus précisément l'environnement racinaire (p. ex., disponibilité de l'eau et des nutriments, EC, pH, disponibilité de l'oxygène, température de la zone racinaire) par rapport aux cultures en pleine terre. Cette pratique doit permettre d'obtenir des rendements supérieurs par unité de surface. Généralement, 1 m<sup>2</sup> de serres de tomates avec une profondeur d'enracinement de 30 cm représente 300 l de volume racinaire par m<sup>2</sup> ; alors que pour une culture sur substrat en laine minérale, ce chiffre serait seulement de 14 l (Sonneveld, 2000). Grâce à ce volume inférieur, l'environnement

racinaire du substrat est plus facile à contrôler que le sol. Environ il faudra 8 fois plus de fertilisants pour changer la concentration dans la solution du sol (substrat) dans la couche supérieure d'un sol que dans un système sur substrat en laine minérale (Sonneveld, 2000). Par conséquent, la culture sur substrat représente un système beaucoup plus contrôlable. On peut s'attendre à obtenir des rendements supérieurs dans les systèmes de culture hors-sol pour les raisons suivantes : (1) les racines sont isolées des insectes et des maladies présents dans le sol, et (2) dans les systèmes de culture hors-sol, le sol des serres est souvent recouvert d'une feuille plastique blanche qui

reflète la lumière, augmentant ainsi l'interception de la lumière et la production potentielle.

Les systèmes de culture hors-sol peuvent contribuer dans une large mesure à l'augmentation nécessaire de la production alimentaire. En effet, la culture sur substrat permet de conduire des cultures sur des terres non arables (inadaptées à l'agriculture), comme les sols pauvres et les sols contaminés (c.-à-d., des sols présentant des niveaux de salinité ou de métaux lourds élevés). Au moins 20 % de toutes les terres irriguées sont touchées par le sel et, selon certaines estimations, ce chiffre pourrait atteindre 50 % (Vijayvargiya et Kumar, 2011).

## Rendement dans des systèmes hors-sol et des systèmes en pleine terre conventionnels

Hussain et al. (2014) ont signalé l'obtention de rendements de 10 à 20 fois supérieurs en hydroponie par rapport aux rendements agricoles moyens (Tableau 1). Par conséquent, on peut s'attendre à ce qu'une superficie beaucoup plus réduite soit nécessaire pour la production hydroponique.

Tableau 1.0  
Comparaison des rendements dans les systèmes hydroponiques (culture sur substrats) et des rendements agricoles moyens obtenus en pleine terre (basée sur Singh et Singh (2012))

Culture	Hydroponique (tonne/ha)	Moyenne agricole (tonne/ha)	Hydroponique/agricole
Blé	5.5	0.7	8
Avoine	3.5	1	3.5
Riz	14	1	14
Maïs	9	1.7	5
Soja	1.7	0.7	2.5
Betterave	23	10	2.3
Chou	20.5	15	1.4
Petits pois	16	2.3	7.0
Tomate	450	19	24
Chou-fleur	34	14.2	2.4
Laitue	24	10	2.4
Concombre	32	8	4

Olle et al. (2012) ont conclu de leur étude de la littérature que la production de différents légumes est en général supérieure pour les plantes cultivées dans différents support de culture à celles cultivées en pleine terre, ce qui indique que le support de culture pourrait mieux répondre aux exigences de la plante que le sol.

Abak et Celikel (1994) ont mené des expériences en Turquie et ils ont rapporté des rendements de tomates supérieurs de 15 % (statistiquement significatifs) sur laine minérale par rapport aux cultures en pleine terre. Ces auteurs ont obtenu, en moyenne sur deux ans, 23,3 kg m<sup>-2</sup> sur laine minérale, alors que les cultures en pleine terre généraient 20 kg m<sup>-2</sup>.

Barbosa et al. (2015) ont comparé les besoins en terre de l'hydroponie à ceux de l'agriculture traditionnelle en étudiant l'exemple de la culture de laitue à Yuma, Arizona, États-Unis. Les données ont été obtenues à partir des budgets de cultures et des

statistiques agricoles du gouvernement et rapportées aux données théoriques pour la production de laitue en culture hors-sol dérivées en utilisant les équations techniques remplies avec les valeurs de la littérature. Les rendements annuels de laitue par serre (815 m<sup>2</sup>) étaient de 41 ± 6,1 kg m<sup>-2</sup>, alors que la production conventionnelle avait un rendement de 3,9 ± 0,21 kg m<sup>-2</sup>. L'hydroponie offrait donc des rendements 11 ± 1,7 fois supérieurs.

Guler et al. (1995) ont comparé la production de melons sur laine minérale à la production en pleine terre à La Canée, en Grèce. La culture sur laine minérale a permis d'obtenir un rendement de 8,3 kg m<sup>-2</sup>, contre 6,1 kg m<sup>-2</sup> (Fig. 3) pour la culture en pleine terre. Ce rendement supérieur de 36 % sur laine minérale était dû à un poids moyen du fruit supérieur : 1 031 g fruit<sup>-1</sup> sur laine minérale et 734 g fruit<sup>-1</sup> en pleine terre.

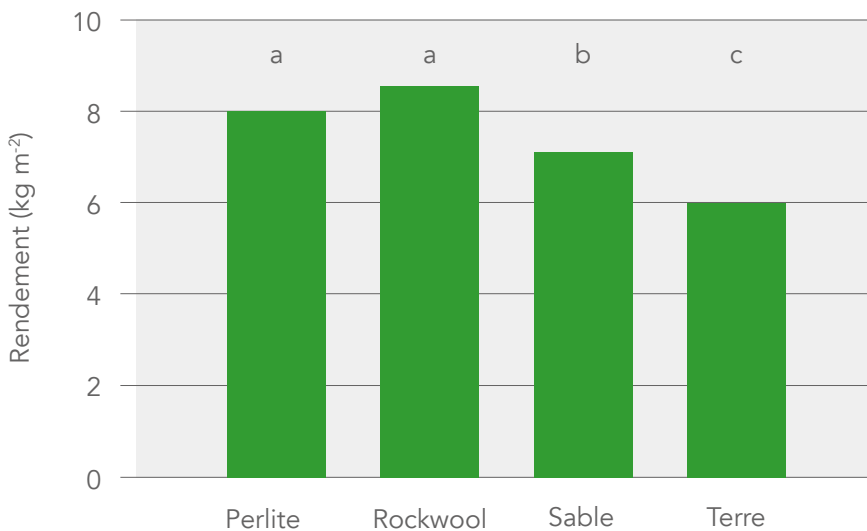


Figure 3.0  
En moyenne sur 2 ans, production de melons cultivés sur trois substrats différents (perlite, laine minérale et sable) ou dans un système en pleine terre conventionnel (les différentes lettres indiquent les différences importantes ; Guler et al., 1995).

**36%**  
sur substrat en laine minérale

# Conclusions

---

Pour répondre à la question sur la superficie nécessaire pour obtenir un niveau de production équivalent et la comparaison entre la culture hors-sol et la culture en pleine terre, il ressort après étude de la littérature que :

- Le rendement par unité de terre dans la culture hors-sol (substrats tels que la laine minérale et les systèmes NFT) est potentiellement beaucoup plus élevé que dans les systèmes (conventionnels) de culture en pleine terre. Les améliorations de rendement signalées varient entre 15 et 40 %. Toutefois, les rendements peuvent être entre 10 à 20 fois supérieurs, lorsque l'on compare la culture de plein champ à la culture hors-sol sous serre.
- Pour les cultures sur substrats, il n'y a aucune exigence spécifique pour la qualité du sol, car le système de culture est isolé du sol. Par conséquent, des terres impropres à la culture en pleine terre (sols pauvres et sols contaminés, c.-à-d., niveaux de salinité et de métaux lourds élevés) ou des sols infectés par des maladies présentes dans le sol peuvent être utilisées pour produire des légumes ou des plantes ornementales sur substrats. La qualité du sol n'est pas pertinente pour les systèmes de culture hors-sol et la production peut même se faire en l'absence de sol (p. ex., sur sols en béton dans des bâtiments ; agriculture urbaine, agriculture verticale). Cela veut dire que la culture hors-sol est un moyen de fournir de la nourriture à la ville.

# Autres livres blancs

---



Supports de culture et utilisation efficiente des éléments nutritifs

---



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

---



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

---

Vous pouvez les télécharger ici

[www.grodan.com/sustainable](http://www.grodan.com/sustainable)



# Bibliographie

- Abak, K. and Celikel, G. (1994). Comparison of some Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soilless culture. *Acta Horticulturae* 366: 423-428. DOI: 10.17660/ActaHortic.1994.366.52
- Barbosa, G.L., Almeida Gadelha, F.D., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., Wohlleb, G.M. and Halden, R.U., 2015. Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International Journal on Environmental Research and Public Health* 12: 6879-6891. doi:10.3390/ijerph120606879
- Despommier, D., 2013. Farming up the city: the rise of urban vertical farms. *Trends in biotechnology* 31:388-389. doi:10.1016/j.tibtech.2013.03.008
- Glenn, J.C., Florescu, E., and The Millennium Project Team, 2015. 2015-16 State of the Future. The Millennium Project, Washington DC, USA, 289 pages; ISBN: 978-0-9882639-2-5
- Godfray, H.C.J., J. R. Beddington, I. R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J.F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. M. Thomas, C. Toulmin, 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People *Science* 327(5967): 812-818. DOI: 10.1126/science.1185383
- Guler, H.G., Olympios, C. and Gerasopoulos, D. 1995. The effect of the substrate on the fruit quality of hydroponically grown melons (*Cucumis melo* L.). *Acta Horticulturae* 379: 261-266. doi: 10.17660/ActaHortic.1995.379.32
- FAO, 2008. FAO Land and Plant Nutrition Management Service. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>
- ICTSD, 2011. Bridges: Trade news from a sustainable development perspective. <http://www.ictsd.org/bridges-news/bridges/news/fao-land-water-scarcitypose-growing-danger-to-food-security>
- Hortidaily, 2014. <http://www.hortidaily.com/article/10224/Tomatoes-second-most-popular-vegetable-in-Germany>
- Hussain, A., Iqbal, K., Aziem, S., Mahato, P., Negi, A.K. 2014. A review on the science of growing crops without soil (soilless culture) – A novel alternative for growing crops. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 7: 833-842.
- Lambin, E., Meyfroid, P., 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108(9): 3465–3472, doi:10.1073/pnas.1100480108
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681.
- Olle, M., Ngouajio, M. and Siomos, A. 2012. Vegetable quality and productivity as influenced by growing medium: a review. *Žemdirbystė=Agriculture* 99: 399–408.
- Singh S, Singh BS. 2012. Hydroponics – A technique for cultivation of vegetables and medicinal plants. In: *Proceedings of 4th Global conference on Horticulture for Food, Nutrition and Livelihood Options* Bhubaneshwar, Odisha, India. p.220.
- Sonneveld, C., 2000. Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture. Dissertation Wageningen University, 150 pp.
- Stamm, P., Ramamoorthy, R., Kumar, P.P., 2011. Feeding the extra billions: strategies to improve crops and enhance future food security. *Plant Biotechnol Rep* 5:107–120. DOI 10.1007/s11816-011-0169-0
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)*. ISBN 978-92-1-151517-6
- Vijayvargiya, S. and Kumar, A., 2011. Influence of Salinity Stress on Plant Growth and Productivity: Salinity stress influences on plant growth. Germany. Lap Lambert Academic Publishers. 170 pp.
- Wikipedia, 2016. [https://en.wikipedia.org/wiki/Demographics\\_of\\_Berlin](https://en.wikipedia.org/wiki/Demographics_of_Berlin)
- Garming, H., Strohm, K., Dirksmeyer, W. (Editors), 2014. *Horticulture Report: understanding agriculture worldwide*. Thünen Institute of Farm Economics, Germany.

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](mailto:info@grodan.com)  
**i** [www.grodan.com](http://www.grodan.com)  
**in** [www.linkedin.com/company/grodan](http://www.linkedin.com/company/grodan)  
**➤** [www.twitter.com/grodan](http://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.

