

# Réduire l'utilisation d'eau grâce au hors-sol

---



Les cultures sur les substrats Grodan utilisent beaucoup moins d'eau que la culture conventionnelle en pleine terre ou dans d'autres substrats.

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

## Introduction

---

La rareté de l'eau est l'un des défis mondiaux (Glenn et al., 2015) et elle constitue un problème de plus en plus préoccupant. L'utilisation de l'eau progresse deux fois plus vite que la population au siècle dernier. L'alimentation et l'agriculture sont les plus grandes consommatrices d'eau. Parallèlement à la croissance démographique continue qui entraînera une utilisation toujours accrue de ressources limitées, les coûts et les efforts pour développer ou même maintenir l'accès à l'eau augmenteront. L'importance qu'aura l'eau vis-à-vis de la stabilité politique et sociale est appelée à s'accroître (The Waterproject, 2016).

## Question

---

Est-il prouvé scientifiquement que la quantité d'eau utilisée sur des systèmes hors-sol (p. ex., substrat en laine minérale) peut être moindre que dans les systèmes de culture en pleine terre conventionnels pour produire une quantité égale ou supérieure de produits frais ?

# Introduction



Figure 1.0  
Production de tomates sous serre conventionnelle en pleine terre (A) comparée à la culture sur laine minérale (B).

La quantité d'eau nécessaire pour les cultures sous serre dépend du besoin en eau de la plante inhérent à l'évaporation (la radiation est le facteur principal), de l'absorption de l'eau pour augmenter le poids frais et des pertes d'eau dues au lessivage, au drainage (infiltration) et à l'évaporation du sol. L'efficacité de l'utilisation d'eau (WUE) peut être exprimée de différentes manières, p. ex., en faisant référence à la production totale de biomasse, ou au rendement total en fruits frais et exprimé par unité d'eau distribuée, ou par unité d'eau absorbée par la plante. Ici, nous exprimons la WUE comme le produit commercialisable frais total (fruit) par unité d'eau fournie. Dans une culture sur substrat, il est possible de collecter et de réutiliser les eaux de drainage, alors que cela n'est généralement pas faisable dans la culture en pleine terre (Fig. 1).

C'est pourquoi ce type de système devrait utiliser moins d'eau, si les eaux de drainage sont réellement collectées et réutilisées (ce que l'on appelle le recyclage des solutions nutritives). L'horticulture sous serre néerlandaise est constituée à environ 90 % (8 500 ha) de cultures hors-sol. Dans ces serres, la collecte et la réutilisation des eaux de drainage sont obligatoires. Cette obligation n'induit pas des systèmes entièrement fermés, car il est parfois nécessaire de rejeter la solution nutritive (Beerling et al., 2014). De même, un système NFT (Nutrient Film Technique) recycle l'eau avec les éléments nutritifs et il devrait donc utiliser moins d'eau qu'une culture hors-sol en circuit ouvert ou une culture en pleine terre. Bradley et Marulana (2001) signalent que la technique de l'hydroponie simplifiée avec recyclage des solutions nutritives réduit de 90 % la quantité d'eau utilisée pour les cultures par rapport aux systèmes en pleine terre conventionnels.

## Efficiences de l'utilisation de l'eau dans les systèmes de culture en pleine terre et hors-sol

Selon la synthèse de Putra et Yulianto (2015), les techniques traditionnelles utilisées dans les serres peuvent être très productives, mais elles peuvent consommer une quantité importante d'eau à cause du lessivage et de l'infiltration. Par conséquent, l'efficacité de l'utilisation de l'eau peut être relativement faible. Grâce à un meilleur contrôle de l'environnement racinaire, la culture hors-sol génère généralement des rendements plus élevés que la culture en pleine terre (Engindeniz et Gül, 2009). La culture en pleine terre consomme générale-

ment entre 50 à 100 % plus d'eau en raison des pertes d'eau dues à un mouillage excessif de la terre et à l'évaporation de la surface du sol. Si nous considérons le rendement par unité d'eau appliquée, les systèmes hors-sol peuvent augmenter considérablement le rendement par rapport aux systèmes en pleine terre. Fandi et al. (2008) ont montré une nette amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau lorsque les tomates sont cultivées sur un substrat par rapport à la culture en pleine terre, sans importante modification du rendement ou

de la qualité des fruits. Cette étude a été menée durant les saisons de culture 2001 et 2002 dans la vallée du Jourdain. Elle visait à évaluer l'utilisation du tuf disponible sur place (substrat en zéolite ; roche volcanique relativement tendre) et des substrats constitués de sable par rapport à la terre pour la culture de tomates en utilisant une culture hors-sol ouverte. Cette étude a indiqué qu'un système hors-sol ouvert utilisant du tuf comme substrat peut être adapté à la production de tomates sans grande modification du rendement ou de la

qualité du fruit. Il a permis d'économiser environ 65 à 70 % de l'eau appliquée par les producteurs conventionnels pour les tomates cultivées sous serre en plastique.

Dans les systèmes de culture en pleine terre conventionnels, la perte d'eau par drainage est importante. Toutefois, un apport d'eau plus précis, basé sur les mesures de la teneur en eau dans la terre prises par un tensiomètre, peut améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau d'un système de culture en pleine terre. Valenzano et al. (2008) ont signalé pour les tomates que les pratiques de gestion de l'irrigation dans deux essais sur la terre en utilisant des tensiomètres ont permis d'obtenir une efficacité d'utilisation de l'eau supérieure (exprimée en g de fruit frais par litre d'eau distribué) à la moyenne obtenue dans les systèmes hydroponiques (NFT et culture sur laine minérale en circuit ouvert). Ce résultat est rarement obtenu dans les serres classiques à cause d'une utilisation d'eau et de fertilisants excessive et souvent peu rigoureuse. Entre les deux systèmes hydroponiques, le NFT en circuit fermé a une efficacité de l'utilisation de l'eau supérieure à une culture sur laine minérale en circuit ouvert.

Tout comme dans le sol, l'efficacité d'utilisation de l'eau dans une culture sur laine minérale dépend également de la stratégie d'irrigation. Saha et al. (2008) en donnent un exemple. Ces auteurs ont comparé six stratégies d'irrigation, en intégrant la conductivité (EC) de la solution nutritive dans le pain de laine minérale (pain-EC) ainsi que la teneur en eau (WC) dans le pain de laine minérale (pain-WC) comme variables pour la prise de décision relative à l'irrigation. Des différences importantes au niveau de l'efficacité de l'utilisation de l'eau entre les stratégies de contrôle de l'irrigation ont été signalées (Fig. 2).

Les plants de courgette cultivés dans un système hors-sol fermé (culture sur fibre de coco, perlite et pierre ponce) ont affiché un rendement (nombre de fruits et commercialisable total), un indice de récolte et une efficacité d'utilisation de l'eau supérieurs à ceux des plants cultivés en pleine terre (Rouphael et al. 2004). L'efficacité de l'utilisation de l'eau (c.-à-d., le ratio du poids sec du fruit par unité d'eau appliquée) était nettement supérieure de 76 % pour les plantes cultivées dans des traitements hors-sol par rapport aux cultures en pleine terre.

Barbosa et al. (2015) ont signalé une différence marquée de l'efficacité de l'utilisation de l'eau entre les systèmes de culture conventionnels et hydroponiques. La consommation d'eau pour la production hydroponique et conventionnelle de laitue en Arizona était comparable sur la base de la surface cultivée, mais après normalisation par production, la moyenne était  $13 \pm 2,7$  fois inférieure aux besoins en eau dans la production hydroponique par rapport à la production conventionnelle. Précisément, la culture hydroponique de laitue avait des besoins en eau estimés à  $20 \pm 3,8$  L kg<sup>-1</sup> par an, tandis que ceux de la culture conventionnelle de laitue étaient estimés à  $250 \pm 25$  L kg<sup>-1</sup> par an (Fig. 3). Notez que dans cette comparaison, la différence entre la production en plein champ (conventionnelle) et la production sous serre (hydroponie) joue aussi un rôle important. On sait que la culture sous serre améliore l'efficacité de l'utilisation de l'eau par rapport à la culture en plein champ (Fig. 4).

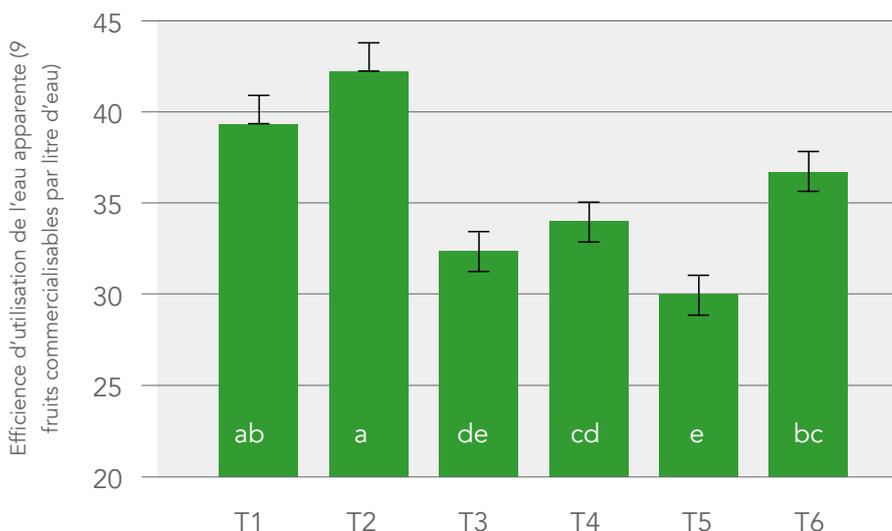


Figure 2.0

Efficacité d'utilisation de l'eau pour des tomates de serre cultivées sur laine minérale influencée par six stratégies de contrôle de l'irrigation intégrant la conductivité (EC) de la solution nutritive dans le pain de laine minérale (pain-EC) ainsi que la teneur en eau (WC) dans le pain de laine minérale (pain-WC) comme variables pour la prise de décision relative à l'irrigation : (T1) pain-WC  $\leq 70$  % ou pain-EC  $\geq 1,4$ -normale ou supérieure, (T2) pain-WC  $\leq 70$  % ou pain-EC  $\geq 1,7$ -normale ou supérieure, (T3) pain-WC  $\leq 80$  % ou pain-EC  $\geq 1,4$ -normale ou supérieure, (T4) pain-WC  $\leq 80$  % ou pain-EC  $\geq 1,7$ -normale ou supérieure, et (T5) la perte de poids combinée (WL) 700 g ou supérieure et (T6) WL 500 g ou plus, où « normale » représente l'EC de la solution nutritive recommandée dans le programme de fertigation saisonnier pour une culture de tomates de printemps-été. Les barres verticales indiquent les SE. Les colonnes avec la même lettre ne sont pas sensiblement différentes à un niveau d'importance de 5 % (Saha et al., 2008).

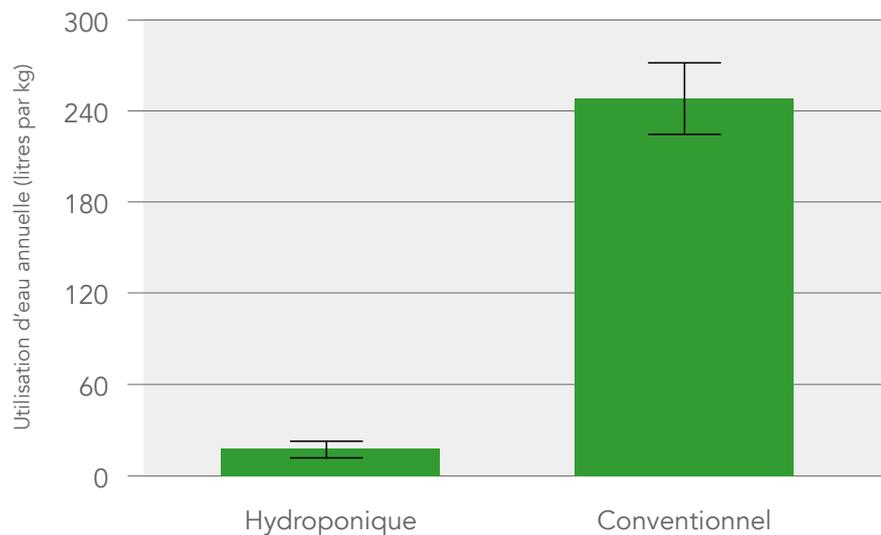


Figure 3.0  
Modélisation de l'utilisation d'eau annuelle en litre par kilogramme de laitue produit dans le sud-ouest de l'Arizona en utilisant les méthodes hydroponiques comparées aux méthodes conventionnelles (les barres d'erreur indiquent une déviation standard) ; Barbosa et al. 2015).

Verhaegh et al. (1990) ont montré pour les légumes fruits cultivés sur laine minérale avec drainage libre une efficacité de l'eau (rapport entre l'apport d'eau et l'assimilation d'eau) d'environ 0,70. Pour les radis cultivés en pleine terre (Korsten et Voogt, 1994) et les chrysanthèmes (Korsten et al., 1994), ce chiffre était légèrement inférieur, 0,60, et 0,52, respectivement. Stanghellini (2014) signale une utilisation totale d'eau de 6 831 et 8 632 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> pour des tomates cultivées sur laine minérale, avec ou sans réutilisation des eaux de drainage (irrigation en circuit fermé). La réutilisation des eaux de drainage a ainsi permis d'économiser 21 % d'eau. La qualité et le rendement commercial (oBrix) étaient identiques dans les deux traitements.

Bien que les producteurs aux Pays-Bas recyclent la solution nutritive, les rejets de la solution nutritive des concombres, gerberas et tomates (tableau 1) sont en moyenne d'environ 770 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>, ce qui correspond environ à 10 % de la solution nutritive utilisée annuellement (Beerling et al., 2014). La quantité rejetée varie considérablement d'une culture à l'autre, mais également entre serres avec les mêmes systèmes 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 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> pour les

20 % plus petits producteurs de tomates (Tableau 1).

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 de l'eau, la solution nutritive est rejetée. 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 %. Ce pourcentage peut être amélioré pour atteindre (presque) 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 pauvre en sodium, matériel de désinfection adapté et surtout réutilisation de l'eau à contre-courant du filtre (Beerling et al., 2014). Ainsi, les systèmes de culture hors-sol peuvent ne générer aucune perte d'eau, car les solutions nutritives peuvent être redistribuées. Dans le sol, l'irrigation de précision peut considérablement réduire les pertes d'eau (Voogt et al., 2012), mais elles ne seront jamais nulles.



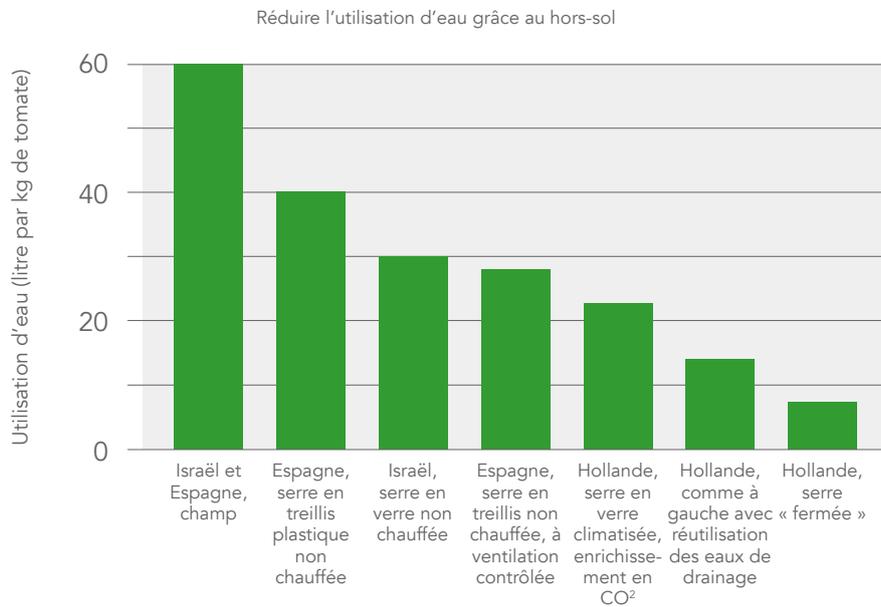


Figure 4.0  
Quantité d'eau d'irrigation nécessaire pour produire 1 kg de produit commercialisable frais dans plusieurs climats et systèmes de culture (Van Kooten et al., 2008). Les trois dernières barres (Hollande) représentent la culture sur laine minérale. La serre « fermée » fait référence à « sans fenêtre d'aération et système de refroidissement actif ».

**Quantité moyenne d'effluents (m3 ha-1 an-1)**

	Par culture	20 % plus importantes serres avec les effluents les plus faibles	20 % moins importantes serres avec les effluents les plus élevés
Concombre (n=37)	662	133	2.077
Tomate (n=42)	335	52	746
Gerbera (n=33)	1.308	337	2.370

Tableau 1.0  
La quantité annuelle de solutions nutritives rejetées dans différentes cultures, avec moyennes par culture, moyennes par 20 % de serres avec les effluents les plus élevés et moyenne par 20 % de serres avec les effluents les plus faibles (Beerling et al., 2014).



# Conclusions

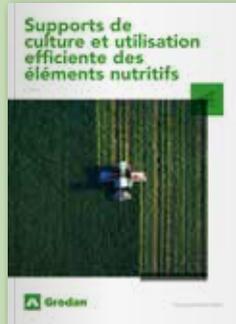
---

Pour répondre à la question sur la raréfaction de l'eau et la comparaison entre la culture hors-sol et la culture en pleine terre, il ressort après étude de la littérature que :

- L'utilisation de l'eau dans la culture hors-sol (substrats tels que la laine minérale et les systèmes NFT) est potentiellement nettement inférieure à celle dans les systèmes (conventionnels) de culture en pleine terre. La réalisation de ce potentiel dépend de la stratégie d'irrigation, de l'application de la redistribution et de la qualité de l'eau d'irrigation. Les systèmes de culture hors-sol peuvent en principe ne générer aucune perte d'eau, car les solutions nutritives peuvent être redistribuées (Beerling et al., 2014).
- La culture hors-sol peut générer un rendement nettement supérieur par rapport à la culture en pleine terre.
- Une réduction de l'utilisation de l'eau, et une augmentation du rendement pour la culture hors-sol par rapport à la culture en pleine terre, améliorent fortement l'efficacité d'utilisation de l'eau. Cela signifie qu'il est possible d'obtenir une production plus élevée avec une culture hors-sol avec moins d'intrants (quantité d'eau distribuée). Ou dit différemment, la quantité d'eau nécessaire pour produire 1 kg de tomates en pleine terre est potentiellement nettement supérieure à la quantité nécessaire dans la culture hors-sol. Cette différence est souvent un facteur 2 ou plus.

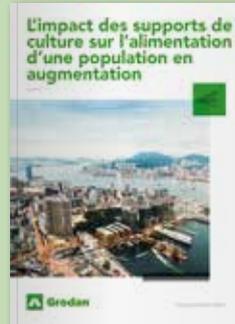
# Autres livres blancs

---



Supports de culture et utilisation efficiente des éléments nutritifs

---



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

---



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

- 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
- Beerling, E.A.M., C. Blok, 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
- Bradley, P. and Marulanda, C. (2001). Simplified hydroponics to reduce global hunger. *Acta Horticulturae* 554: 289-296. doi: 10.17660/ActaHortic.2001.554.31
- Engindeniz, S., and Gül, A., 2009. Economic analysis of soilless and soil-based greenhouse cucumber production in Turkey. *Scientia Agricola* 66(5): 606-614. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162009000500004>
- Fandi, M., Al-Muhtaseb, J.A. and Hussein, M.A., 2008. Yield and Fruit Quality of Tomato as Affected by the Substrate in an Open Soilless Culture. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 4: 65-72.
- 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
- Korsten, P. and Voogt, W., 1994. Mineralenbalans kent nog veel hiaten. *Groenten en Fruit/Glasgroenten* 4(35):21-29.
- Korsten, P., Voogt, W., and Bloemhard, C., 1994. Verschillen door inzijging, wegzijging, giet- en bemestingsgedrag. *Vakblad voor de Bloemisterij* 49(35):44-47.
- Putra A.P. and Yuliando, H. 2015. Soilless culture system to support water use efficiency and product quality: a review. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 3: 283 – 288. doi: 10.1016/j.aaspro.2015.01.054
- Rouphael, Y., Colla, G., Battistelli, A., Moscatello, S., Proietti, S. and Rea, E. 2004. Yield, water requirement, nutrient uptake and fruit quality of zucchini squash grown in soil and closed soilless culture. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 79: 423-430.
- Saha, U.K., Papadopoulos, A.P., and Hao, X. 2008. Irrigation strategies for greenhouse tomato production on rockwool. *HortScience* 43:484-493.
- Stanghellini, C. 2014. Horticultural production in greenhouses: Efficient use of water. *Acta Horticulturae* 1034: 25-32. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1034.1
- The Waterproject, 2016. [https://thewaterproject.org/water\\_scarcity](https://thewaterproject.org/water_scarcity) (consulted 8 February 2016).
- Valenzano, V., Parente, A., Serio, F. and Santamaria, P. 2008. Effect of growing system and cultivar on yield and water-use efficiency of greenhouse-grown tomato. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 83: 71-75.
- Van Kooten, O., Heuvelink, E., Stanghellini, C., 2008. New developments in greenhouse technology can mitigate the water shortage problem of the 21st century. *Acta Hortic.* 767: 45-52. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.767.2a
- 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.
- Verhaegh, A.P., Vernooy, C.J.M., Van der Sluys, B.J., and Van der Velden, N.J.A., 1990. Vermindering van de milieubelasting door de glastuinbouw in Zuid-Holland. Landbouw-Economisch Instituut, The Hague, Interne nota 386, 81 pp.

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.

