Les cultures hors sol
histoire récente et développement

Michel Javoy

Journée d'information du 12 décembre 2017, Les sols : sources de vies

Société Nationale d'Horticulture de France
SNHF

Paradoxal!

- Parler de culture hors-sol dans une journée consacrée au sol!
- Dans la veine des paradoxes!
  - →Efforts pour redonner au sol sa richesse
    - →Agroécologie
  - →Développement de l'agriculture en ville
    - →Cultures hors sol
  - →Des substrats composés à partir de matériaux issus des sols, minéraux et organiques

Cultures hors sol - définitions

- Au sens strict: « sans lien direct avec le sol *in-situ,* issu de la roche mère qui l'a généré »
  - Subissant une évolution physico-chimique et biologique
    - → « naturelle »incluant la végétation qu'il porte: forêts, prairies…
    - → modifiée par l'Homme: amendements…

Cultures hors sol - définitions

- Milieux de cultures aux caractéristiques optimisées:
  - Sans lien physique avec le sol
    - → en contenants: pots, jardinières, conteneurs….
    - → Sans contenants: mottes pressées…
    - → Sans substrat: hydroponique…
  - Demeurant , en partie, en lien avec le sol
    - Fosses de plantation des arbres…

Sols remaniés

Historique des cultures hors-sol

- Origines autour de 2 finalités:
  - Production
  - Recherches sur le fonctionnement des plantes
- Tenochtitlan, actuelle Mexico

Cultures sur radeaux
de jonc des aztèques
« Chinampas »
IX ème/X ème siècles

Historique des cultures hors-sol

- Evolution des connaissances en Europe
  - Depuis Aristote jusqu'au XIIIème siècle
    - →La plante se nourrit de l'humus extrait par les racines
  - **Jean-Baptiste Van Helmont** (1579-1664) alchimiste, médecin (Pays- Bas)
    - Exp du saule
      - → les plantes se nourrissent de l'eau pure
  - **Jean-Baptiste Boussingault** (1802-1887)chimiste, agronome (France)
      - → plantes constituées de carbone d'oxygène et d'hydrogène provenant de l'eau et du CO2 de l'air

Historique des cultures hors-sol

- **Wilhelm Knop** (1817-1891) chimiste (Allemagne) & **Julius Von Sachs** (1832-1897) botaniste (Allemagne)
  - → Etude du rôle des sels minéraux dissous dans l'eau dans la croissance des plantes- Liquide de Knop
- **A partir de 1950** perfectionnement de connaissances et débouchés commerciaux
  - Pays-Bas
  - France: travaux de Yves Coïc & Christiane Lesaint (INRA – Versailles)
    - →Méthodes de calcul des solutions nutritives à partir de la composition de l'eau

Historique des cultures hors-sol

- **USA: seconde guerre mondiale** – cultures hors sol dans les îles du Pacifique (Hydroponics Units)
  - → production de légumes frais pour les armées
  - A partir de 1970: essor commercial des cultures hors-sol sous serres en Hollande et en France
    - Cultures avec substrat
    - Culture sans substrat 1980: travaux Alan Cooper sur le NFT

Motivations des cultures hors sol

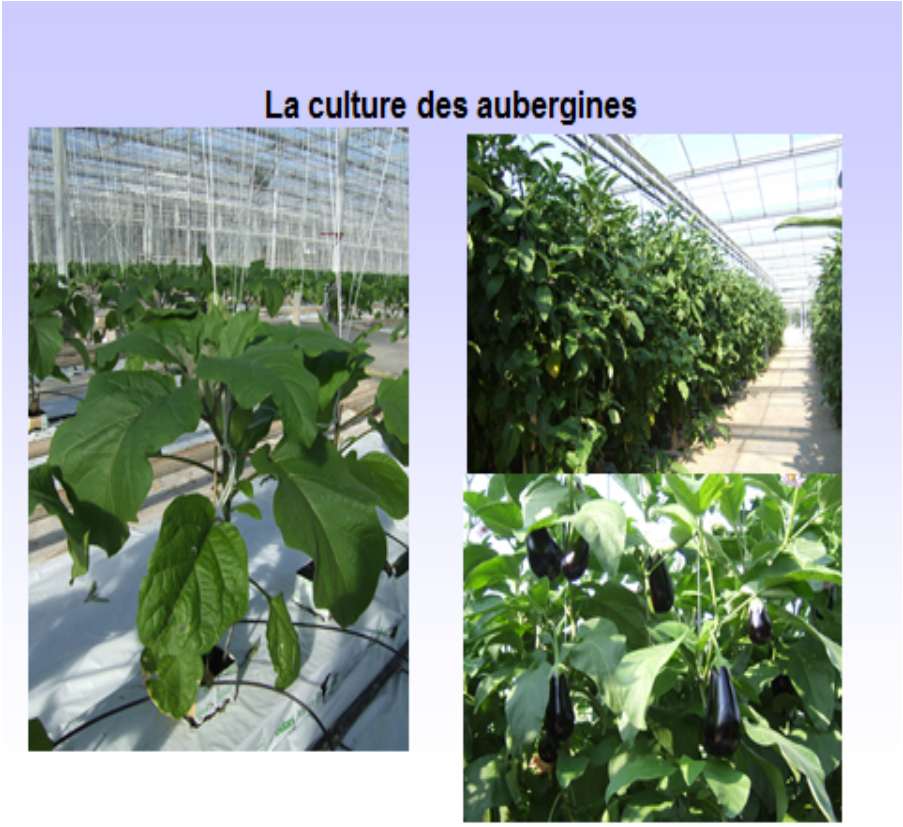
- Implanter des plantes aux endroits ou le sol a été fermé: rues, terrasses, balcons, locaux…

Motivations des cultures hors sol

- Permettre le déplacement des plantes pour optimiser leurs conditions d'environnement

Motivations des cultures hors sol

- Se substituer au sol en place dont les qualités physiques, chimiques, biologiques ont été altérées:
  -pollutions
- bioagresseurs du sol
- fatigue des sols…



Société Nationale d'Horticulture de France
SNHF

Motivations des cultures hors sol

- Optimiser les conditions de travail

Motivations des cultures hors sol

- Meilleures maîtrise des facteurs de production
  - →réduction du système racinaire dans un milieu contrôlé (eau, éléments minéraux, température racinaire…) pour une amélioration des performances agronomiques
- Réduction de l'impact environnemental
  - → recyclage des solutions nutritives
  - → moindre utilisation de produits phytopharmaceutiques

grodan Master

Les cultures hors sol

Cultures sur substrats	Cultures sans substrat
• Permet l'ancrage de racines	solutions nutritives circulantes ou pulvérisées sur les racines • Aquaponique Syn. Hydroponique - Aéro-hydroponique -

Cultures hors sol sur substrats

- **Objectifs**
  - Recherche d'optimisation au profit de la plante des facteurs:
    - Alimentation en eau
    - Respiration racinaire
    - Equilibre souhaité entre les 3 phases: solide- liquide- gaz

Principales catégories de substrats

- **Minéraux bruts**
  - Sables, graviers, pouzzolane…
    - Origine naturelle
    - Pas de CEC, rétention de la solution par voie capillaire essentiellement à la périphérie des grains
    - Granulométrie: tamisage, concassage
    - Utilisés seuls ou en mélange

Principales catégories de substrats

- **Minéraux transformés** par voie industrielle
  - Perlite: sable siliceux expansé à la chaleur
  - Vermiculite: roche basaltique exfoliée à la chaleur
  - Argile expansée: billes d'argile expansées à chaud
  - Laine de roche : basalte ou diabase fondue, fibrée et agglomérée en « Pains »
  - Laine de verre: Silice fondue fibrée et agglomérée en « pains »

Avantages et inconvénients des minéraux transformés

- Matériaux chimiquement « inertes », pas ou peu de CEC
- Se dégradent très lentement
- Structure stable → bonne conservation des rapports entre les phases
- Se recycle assez facilement
- Consomment de l'énergie à la fabrication

Principales catégories de substrats

- **Matériaux organiques** (les plus nombreux)
  - Tourbes plus ou moins évoluées
  - Ecorces et fibres de bois
  - Fibres végétales diverses: coco, lin…
  - Déchets végétaux divers compostés ou non

Avantages et inconvénients des matériaux organiques

- Avantages:
  - Utilisation de sous produits facilement recyclables après usage
  - Rétention en eau intracellulaire
  - CEC plus ou moins développée selon les matériaux
- Inconvénients:
  - Matériau évolutif se décomposant plus ou moins rapidement →tassement qui entraine des modifications de rapport de phases en cours de culture nécessitant des ajustements

Principales catégories de substrats

- **Produits de synthèse**
  - Mousse de polyuréthane ….
    - Très peu développés :
      - utilisateurs d'énergie fossile à la source et à la fabrication
      - Fragilité à la manipulation
      - Difficultés de recyclage

Cultures hydroponiques (sans substrat)

- **NFT** (nutrient film technique)
  - Les racines de développent dans un film circulant de solution nutritive recyclées
  - Contraintes:
    - Qualité de l'eau
    - Maintien extérieur des plantes
    - Fortes exigences de sécurité

Société Nationale d'Horticulture de France
SNHF

Cultures Aéro-hydroponiques

- Les racines suspendues dans l'air placées dans des gouttières obscures reçoivent des pulvérisations séquentielles de solutions nutritives recyclées
  - Avantage: meilleure oxygénation des racines
  - Inconvénients:
    - forte consommation d'énergie
    - nécessite encore plus de sécurité

Cultures hors sol
Avantages mais aussi contraintes!

- Absence ou faible pouvoir tampon chimique et biologique et thermique
  - Tampon chimique: pas ou peu de capacité de stockage d'éléments minéraux dans le substrat
    - → solutions complètes (macro + oligo) adaptées à la cinétique des besoins
  - pH fluctuant très rapidement dépendant de:
    - pH initial de l'eau →correction acide
    - Nature des engrais solubles
    - Activité racinaire de la plante

Cultures hors sol
Avantages mais aussi contraintes

- Forte importance de la composition minérale de l'eau de départ
  - →Accumulation d'ions peu consommés par la plante dans les systèmes recyclés
- Tampon biologique et aspects pathologiques

– Substrats microbiologiquement pauvres (substrats organiques) ou très pauvres(substrats minéraux) engendrant une quasi-absence de populations régulatrices
  - → Nécessite un désinfection des solutions recyclées ou un enrichissement microbien bénéfique préalable, ainsi qu'un environnement très « clean »

Cultures hors sol
Avantages mais aussi contraintes

- Faible inertie thermique lié au faible volume
- Adaptation de la morphologie racinaire lié à la contrainte volumique et la forte disponibilité en eau pour les racines

Comportement racinaire des plantes

Développement des cultures hors sol

- Développement en lien avec la raréfaction des terres cultivables du fait de l'urbanisation galopante
- Engouement pour le retour à l'agriculture péri-urbaine, mais surtout à l'agriculture urbaine sous toutes ses formes

Sur les toits de Paris

Pour en savoir plus

- La culture hydroponique: définition et histoire

« http://hydroponie.fr/culture-hydroponique-definition-histoire/ »

- Les parisiculteurs saison 2: 43 nouveaux sites pour développer l'agriculture urbaine

Société Nationale d'Horticulture de France

SNHF