

Initiation, découverte de la culture hors-sol

Le 28 juillet 2016

Formateur: Vaïmoana FOGLIANI



1. INTRODUCTION

1.1. Généralités

1.1.1. Historique

- Les aztèques plantent sur l'eau
- Babylone plante sur gravier
- 1860: 1^{er} expérimentation en Allemagne
- 1930: 1^{ère} commercialisation système hors-sol aux Etats Unis.
- 1970: introduction en Europe
- 1990: introduction en Nouvelle-Calédonie

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

1.1.2. Principes de base

Plein champ

- Différents types de sols adaptés à chaque culture
- Travail au niveau du sol
- Soumis aux aléas climatiques
- Gestion de l'eau très aléatoire suivant le type de sol
- Il faut adapter la nutrition à la culture et au sol.

Hors-sol

- Milieu neutre reconstitué et isolé du sol
- Ergonomie de travail
- Permet de limiter les effets du climat
- Economie d'eau, d'engrais, de temps de travail, ...
- Les éléments nutritifs sont envoyés à la plante et elle prélève ceux qui lui sont nécessaires
- Rendement supérieur

1.1.3 Les différents substrats

Origine minérale



Perlite



Laine de roche



vermiculite



Bille d'argile



Graviers



Sable

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Origine organique



Ecorce de pin



Fibre de coco



Terreau



Tourbe

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

1.1.4. Les rôles du substrat

- Remplace la terre
- Ne nourrit pas la plante
- Aération suffisante des racines
- Capacité à retenir l'eau
- Substrat inerte

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

1.2. Intérêts et limites de la culture hors sol

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

1.2.1. Avantages et inconvénients par rapport au plein champ

Avantages :

- Elimination des problèmes liés au sol
- Simplification et optimisation des techniques culturales
- Amélioration de la qualité marchande des produits
- Rendement élevé
- Gain de précocité

Inconvénients :

- Besoin d'une forte technicité
- Maîtrise des déchets
- Coût d'installation et d'entretien élevés
- Contrôle journalier des solutions nutritives
- Risques de pollution par les nitrates
- Gestion des effluents

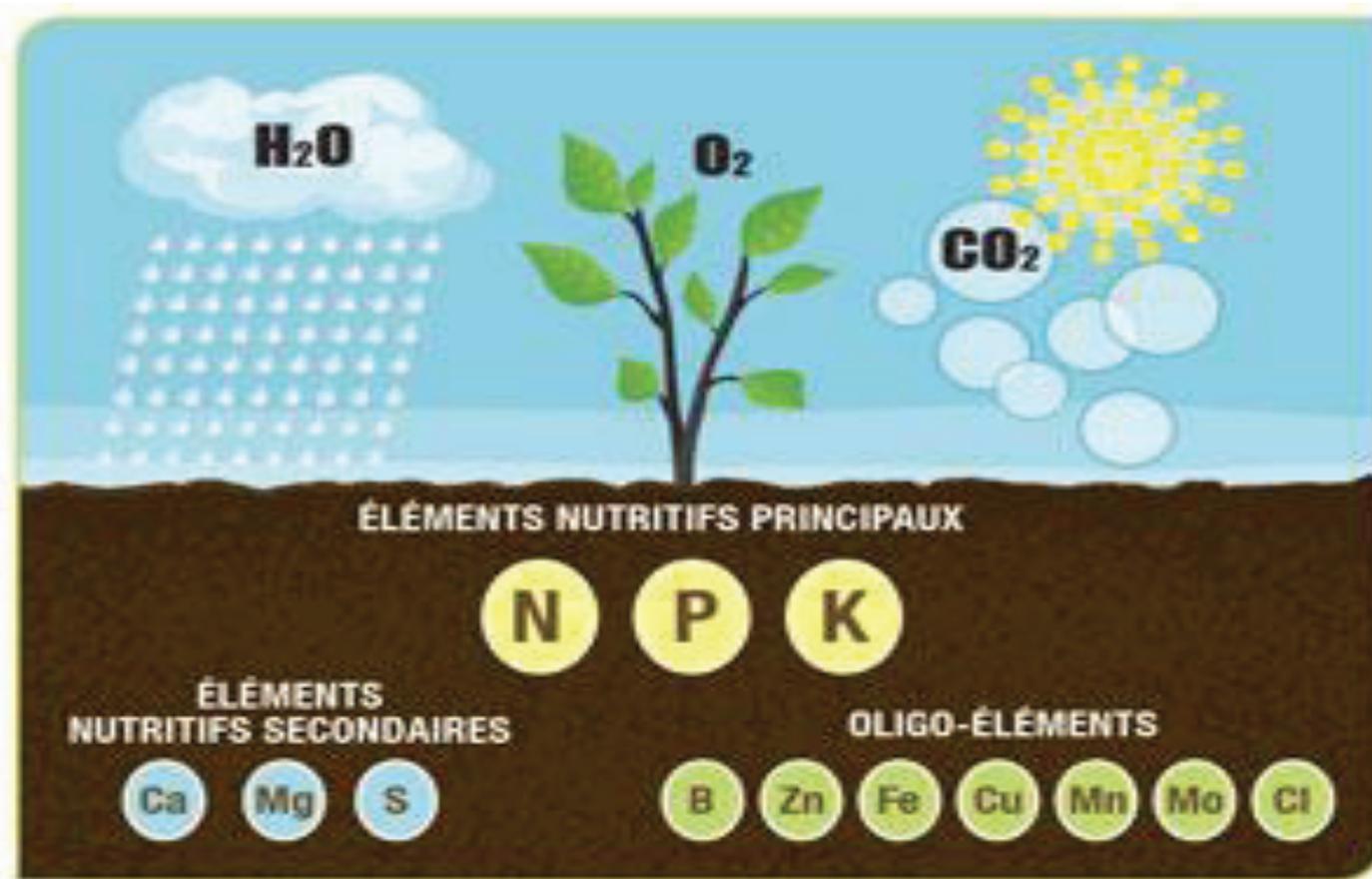
2. LES TECHNIQUES DE PRODUCTION

2.1. Comprendre les solutions nutritives

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

2.1.1. Rappels sur la nutrition des plantes



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

2.1.2 Les éléments nutritifs primaires

N.P.K

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

L'azote (N)

- Rôles :
 - Croissance des tiges et des feuilles
 - Intervient dans la fabrication de la chlorophylle → couleur verte des plantes
- Excès :
 - Fragilise la culture (verse)
 - Sensibilité à certaines maladies et insectes
 - Croissance excessive de la plante (feuille et tige)
 - Altère la qualité et la conservation du fruit

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- Symptômes de carences en Azote :
 - Jaunissement du feuillage
 - Retard de croissance
 - Faible rendement



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Le phosphore (P)

- Rôles :

- Développement racinaire
- Fécondation
- Maturation des fruits
- Croissance vigoureuse et uniforme
- Augmente les rendements

- Particularité :

Peut être indisponible (bloqué) dans des milieux trop acides ($\text{pH} < 4,5$) ou trop basiques ($\text{pH} > 8$)

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- Symptômes de carences en Phosphore :
 - Floraison retardée
 - Couleur violacée



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Le potassium (K)

- Rôles :

- Régulation de l'absorption de l'eau
- Favorise la synthèse des sucres et des protéines et leur migration dans le fruit
- Améliore le développement des racines et la rigidité des tiges
- Facilite l'absorption de l'azote et du phosphore
- Augmente la résistance de la plante
- Accroît la fermeté des fruits et leur conservation après récolte

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- Symptômes de carences en Potassium
- Décoloration ou coloration anormale



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Le calcium (Ca)

- Structure cellulaire des feuilles
- Meilleure résistance des tissus végétatifs
- Nécroses des feuilles et des fruits



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Les oligo- éléments :

- Bore (B) :
Enracinement
Formation du fruit

- Fer (Fe) :
Favorise la synthèse de la
chlorophylle



Symptôme de carence
en fer

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- Manganèse (Mn) :

Formation de la chlorophylle

- Molybdène :

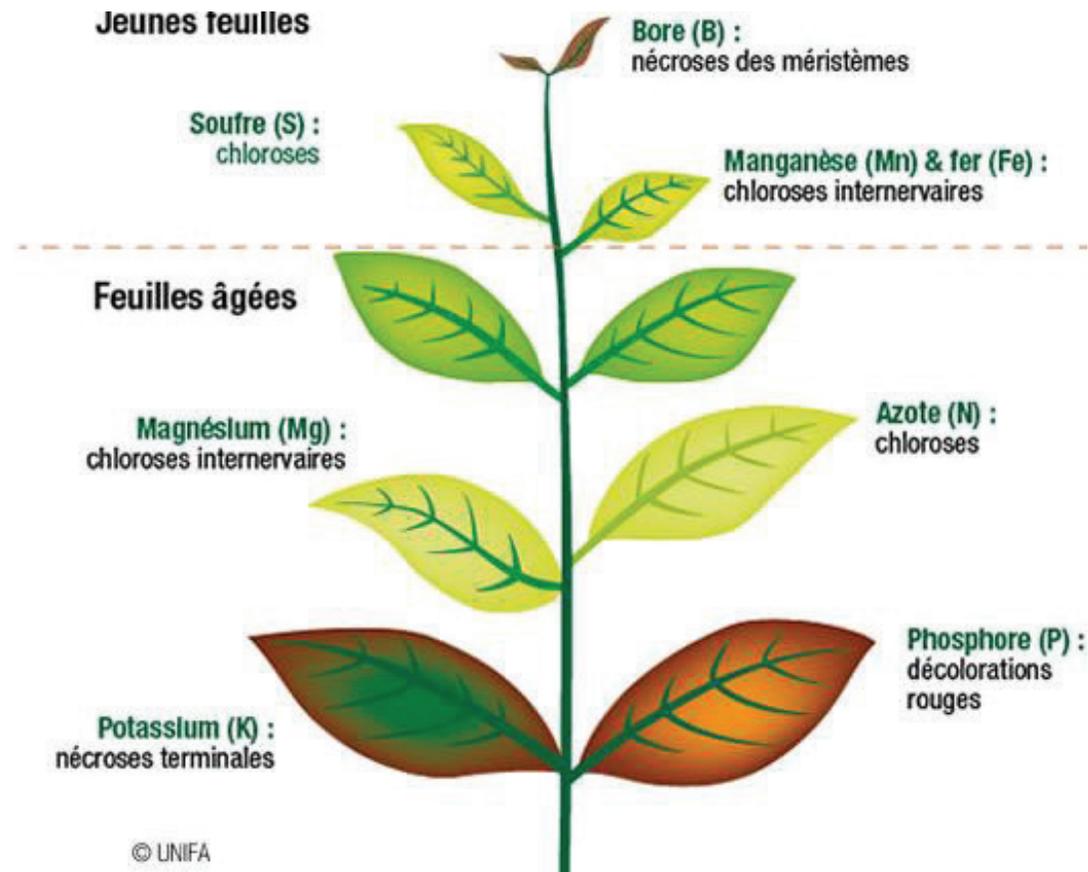
Assimilation des nitrates et fixation de l'azote de l'air au niveau des racines des légumineuses



Symptômes de carence en molybdène (cucurbitacées)

Initiation

Découverte de la culture hors-sol



2.1.3. le pH et la conductivité

Ces 2 facteurs permettent d'ajuster et de contrôler la solution nutritive

Le pH :

- Le potentiel hydrogène est une unité qui permet de mesurer dans une solution :
 - L'acidité
 - La neutralité
 - La basicité

La Conductivité :

- Elle permet de mesurer la quantité de sels minéraux dans la solution.

Exprimée en EC, ppm ou mg/l

En Nouvelle-Calédonie, on utilise EC

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Les valeurs du pH :

Le pH est exprimé par un chiffre compris entre 0 et 14

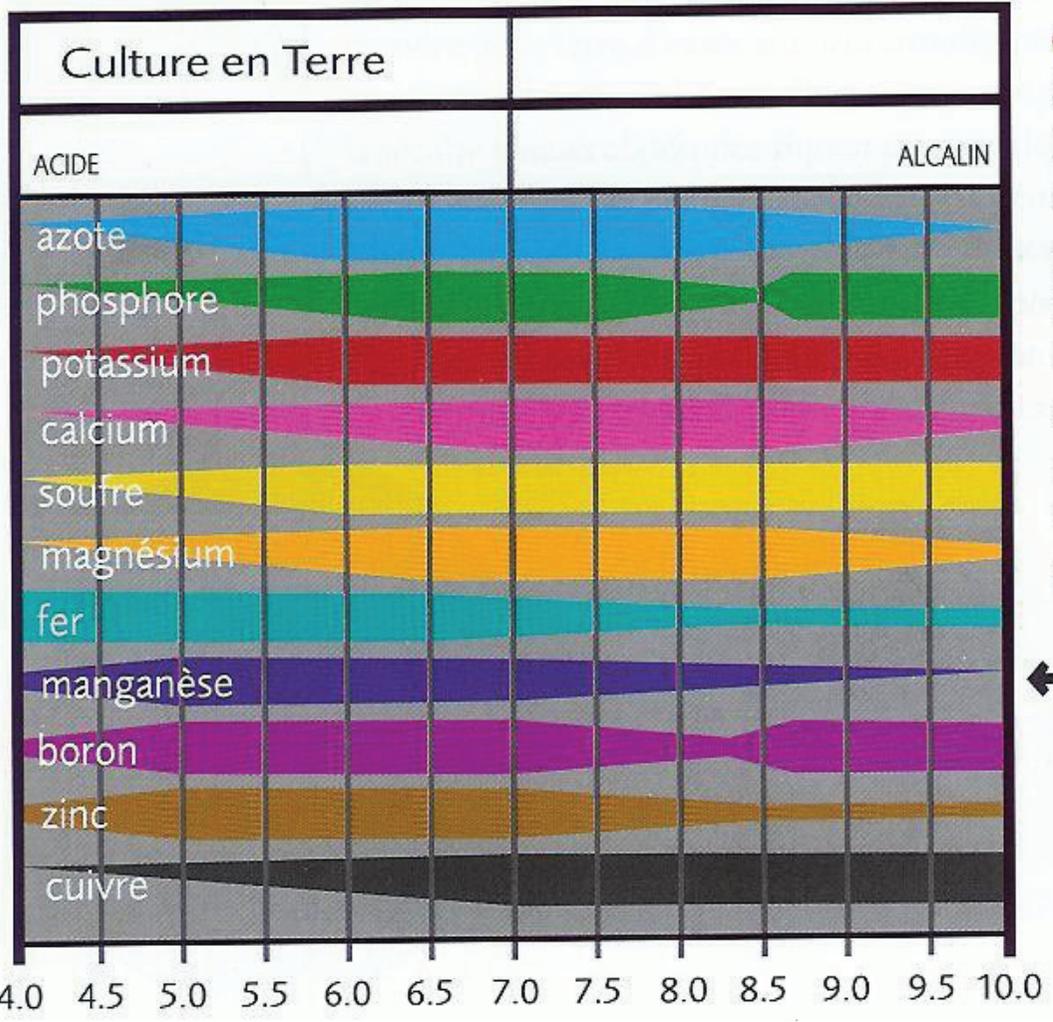
- 0 à 6,9 pH acide
- 7 pH neutre
- 7,1 à 14 pH basique



**pH optimum pour une solution nutritive
= 5,8 à 6,2**

Initiation

Découverte de la culture hors-sol



✓ Un bon pH déterminera l'assimilation des nutriments par les racines et doit avoisiner les 6,5. Pour obtenir un bon pH, on utilise des amendements telle que la chaux.

← **Assimilation des nutriments en fonction de la valeur du pH**

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Le pHmètre :

Comment mesurer le pH



1. Prendre un récipient
2. Récupérer de la solution nutritive au goutteur ou après la centrale fertilisante
3. Plonger le pHmètre dans la solution, une mesure doit apparaitre

En Nouvelle-Calédonie, le pH de l'eau est souvent supérieur à 7

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

La conductivité :

- Elle donne la valeur globale de la **concentration** en sels minéraux (engrais) de la solution nutritive
- Elle ne doit pas être trop faible : **la culture risque d'être carencée**
- Elle ne doit pas être trop haute : **l'excès de sel est dangereux pour les racines**
- Elle est propre à chaque culture
- Elle varie suivant le stade de culture et les saisons

Initiation Découverte de la culture hors-sol

Le conductivimètre :



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Comment mesurer la conductivité :

1. Prendre un récipient
2. Récupérer de la solution nutritive au goutteur ou après la centrale fertilisante
3. Plonger le conductivimètre dans la solution, une mesure doit apparaitre

**La valeur 0 correspond
à une eau sans sels minéraux.
Plus il y aura d'engrais, plus la valeur sera élevée.**

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Il existe 2 types de système hors-sol en Nouvelle-Calédonie:

- ❖ **Système sans substrat** : Hydroponie
(Nutrient Film Technique **NFT**)
- ❖ **Système percolation** : culture sur pain de
COCO

Circuit fermé

Circuit ouvert

Initiation Découverte de la culture hors-sol

2.2. Système NFT (hydroponie)



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

2.2.1 Caractéristiques du NFT

- Les plantes sont positionnées dans des gouttières en plastique légèrement inclinées à 2%
- La solution nutritive est injectée en continu ou de 6h à 18h en amont des gouttières par du tuyau capillaire
- Elle est collectée en fin de gouttière, redirigée vers la cuve puis réinjectée en tête du système (circuit fermé).

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

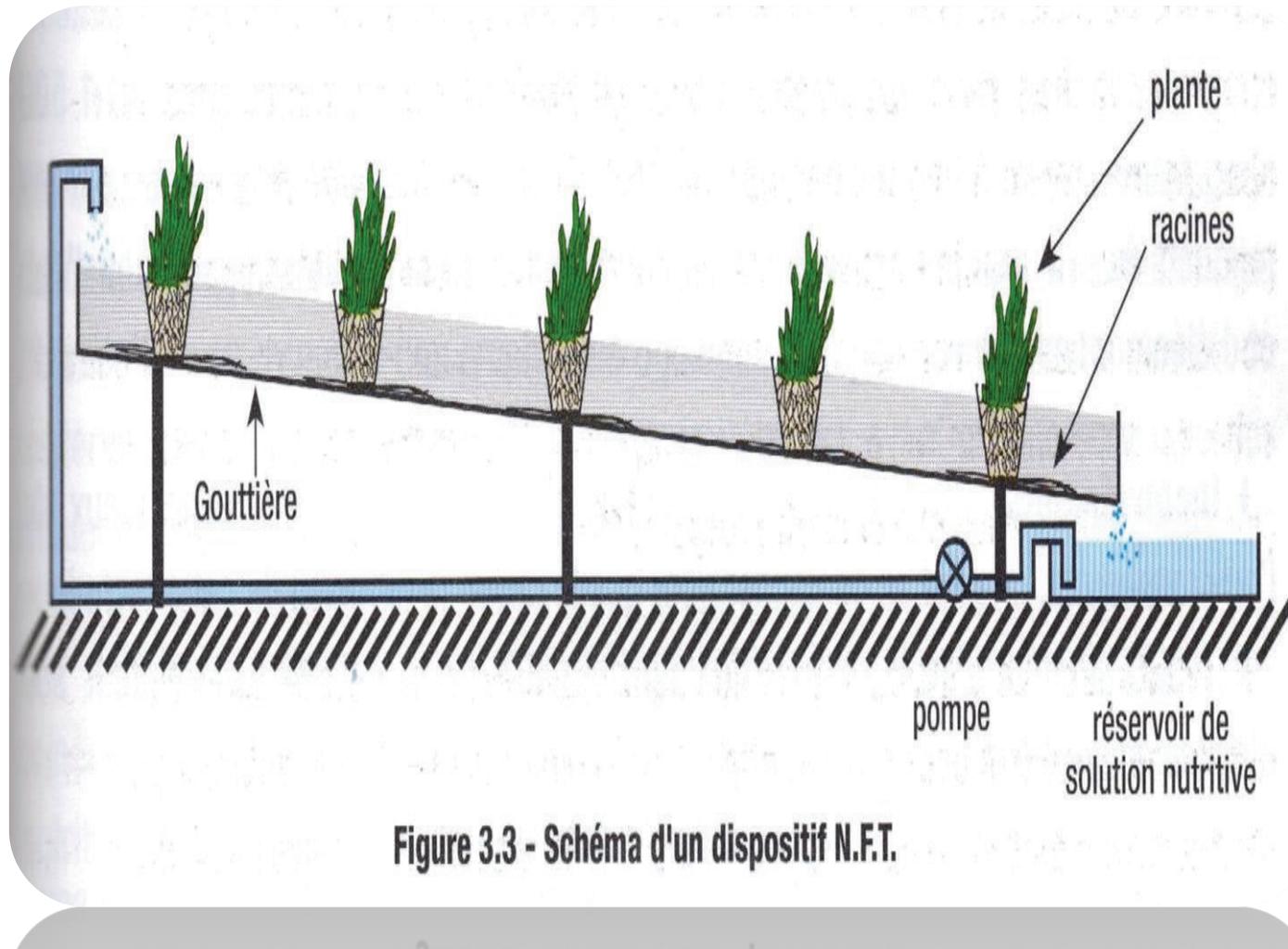


Figure 3.3 - Schéma d'un dispositif N.F.T.

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- Ce système convient pour la culture des légumes feuilles (salade, choux chine, ...) et des aromates



- Ne convient pas aux cultures nécessitant un tuteurage car leur feuillage important rend difficile la stabilité de la plante



2.2.2. Atouts / contraintes du NFT

Atouts :

- Pas de gestion de l'irrigation, circulation permanente
- Installation rapide à mettre en place
- Circuit fermé donc économie d'eau, d'engrais et de substrat

Contraintes :

- Plus de risques de développement de maladies (racines dans l'eau)
- Réajustement quotidien de la solution
- Difficultés à cultiver en saison chaude : température de l'eau trop élevée
- Dépend entièrement de l'électricité

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

2.2.3. La mise en place

1ère étape : On place les supports des gouttières
(métal, bois, ...)



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- **2ème étape** : On place les gouttières de culture et les collecteurs sur les supports avec la cuve et la pompe



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

3ème étape : la mise en eau

- Remplir la bassine d'eau
- Brancher la pompe sur le programmateur 6h à 18 h ou mettre en continu
- La pompe puise l'eau dans la cuve principale
- Elle est amenée jusqu'aux tables par 1 conduite polyéthylène
- Chaque gouttière est alors alimentée par l'intermédiaire de 2 tuyaux capillaires piquetés
- L'eau récupérée en bout de table est collectée puis redirigée par gravité vers la cuve principale

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

4ème étape : création de la solution fille

Solution fille : obtenue par dilution de la « solution mère ». C'est elle qui va être mise en contact avec les racines des plantes cultivées

- Matériels nécessaires :
 - conductivimètre
 - pHmètre
 - une balance
 - Les engrais solubles : Plantain + calcinit
 - 1 récipient
 - eau

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

2.2.4. La méthode la plus simple : « casse pas la tête !!!! »

- Une fois la cuve remplie (60 l) et la pompe en fonctionnement
- Ajouter 1 dose (4 gr) de Plantain 1 + 1 dose (4 gr) de Calcinit. La conductivité doit monter !!!!
- Ajouter au fur et à mesure jusqu'à atteindre EC voulue =1,2-1,5 (attendre 2 à 3 min le temps que l'engrais soit dissout)

Attention : la dose des deux engrais doit être identique.

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Réglage du pH :

- Le pH de l'eau est environ de 7
- Matériels nécessaires:
 - Gants
 - Verre doseur
 - pHmètre
 - Acide nitrique

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Une fois la cuve remplie (60 l) et les engrais incorporés,

On peut alors ajuster le pH :

- Ajouter 10 ml d'acide nitrique
- Attendre 2 min et prendre la mesure du pH
- Ajouter de l'acide nitrique jusqu'à atteindre une valeur entre 5,8 et 6,2

Attention l'acide nitrique est très corrosif !!!!!!!!!!!

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

2.2.5 Les étapes pour la culture

Le semis :

- Le semis se fait dans des cubes de laine de roche ou de mousse
- Durée 1 mois
- Arrosage régulier mais sans excès



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Le repiquage :

- Placer le plant dans son gobelet
- Durée : 1 mois de culture



**Attention de ne pas casser le système racinaire
lors du repiquage**

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

La récolte :

- **Intégrale** : on enlève le gobelet pour sortir les plantes (salades, choux chine)
- **Partielle** : on coupe seulement 1 partie du végétal (aromates)

Attention : tous les 2 cycles, il faut désinfecter le matériel (gobelet, gouttière etc) à l'eau de javel ou au chlore

Initiation

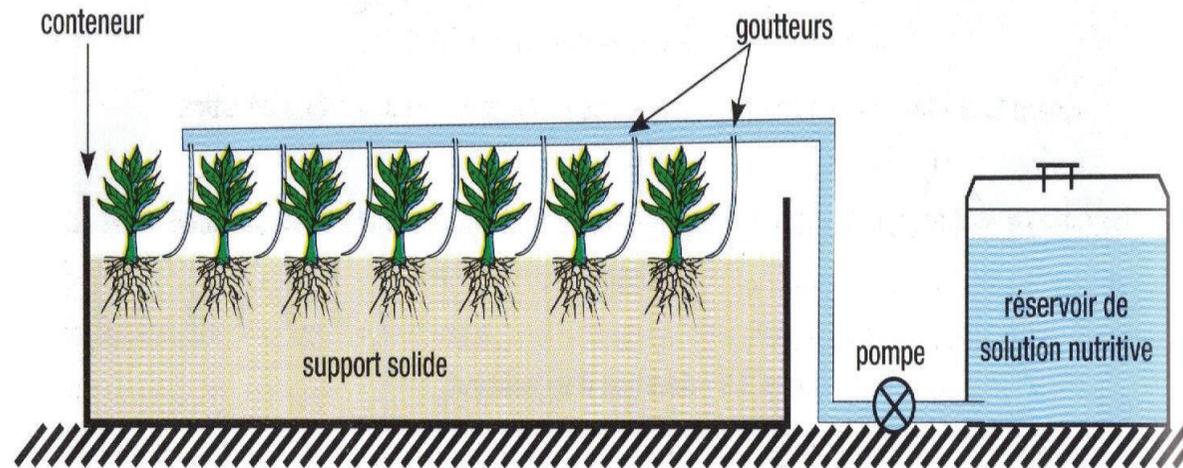
Découverte de la culture hors-sol

Travail à faire chaque jour :

rééquilibrage de la solution nutritive

1. Rajout d'eau pour remise à niveau de la cuve
2. Mesure de l'EC : plus basse en fin de journée
3. On réajuste l'EC en rajoutant à dose égale les deux engrais
4. On mesure le pH (doit être compris entre 5,8 et 6,2)
5. On réajuste le pH si besoin avec l'acide nitrique pour baisser le pH
6. Une fois par mois vider le bac de solution nutritive.

2.3. Système par percolation



- Les plantes poussent dans 1 substrat solide
- La solution nutritive est apportée par des cycles d'arrosages
- Elle n'est pas réutilisée (circuit ouvert)

2.3.1. Le substrat le plus utilisé : le pain de coco



le plus simple et le plus ergonomique

Les techniques :

- Sous serre ou en plein air
- Directement au sol ou sur table de culture

2.3.2. Atouts / contraintes du système par percolation

Atouts :

- Permet de cultiver toute l'année comparée à du « plein champ »
- Meilleure oxygénation du système racinaire (/NFT)
- Meilleur enracinement (/NFT)
- Rôle tampon du substrat si mauvaises manipulations (/NFT)

Contraintes :

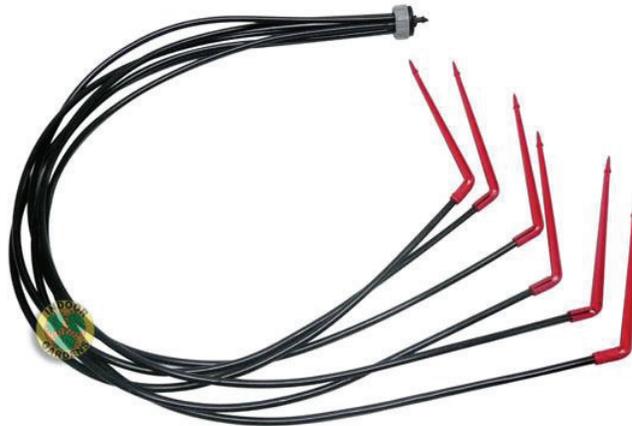
- Exige de la technicité
- Demande des infrastructures : gouttières, système d'irrigation
- Renouvellement des pains de coco tous les 2 ans
- Perte du drainage : **attention à l'environnement**

Initiation Découverte de la culture hors-sol



2.3.3. Les systèmes d'irrigation

Capillaire



Goutte à goutte



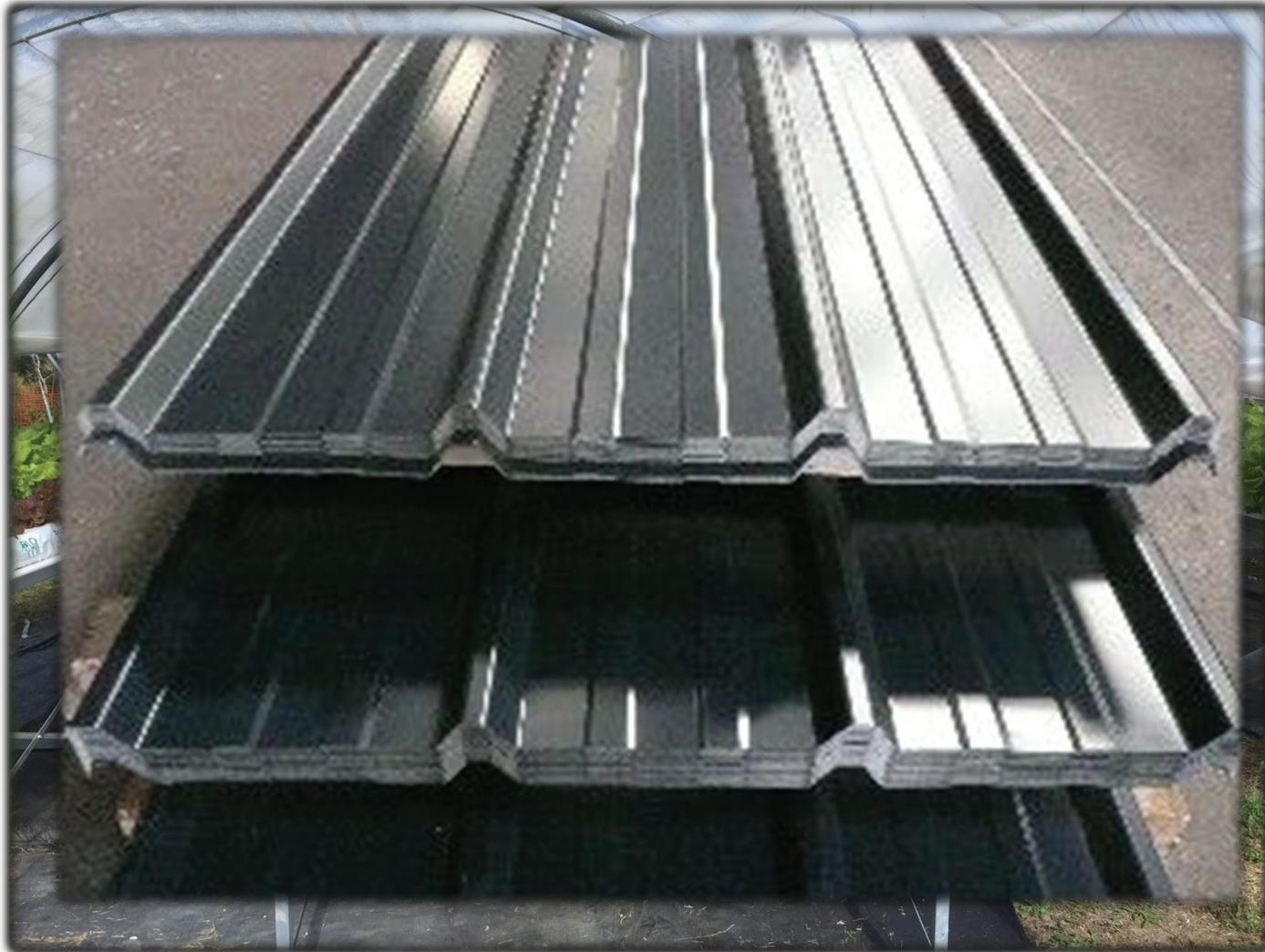
Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Irrigation gérée par un programmateur et une électrovanne:



Initiation Découverte de la culture hors-sol



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

2.3.4. Préparation de la solution nutritive

Solution mère :

Solution concentrée qui est utilisée pour la préparation de la « solution fille ». Elle ne doit pas être injectée pure.

Solution fille :

C'est la « solution mère » qui a été diluée. C'est elle qui va être mise en contact avec les racines des plantes cultivées

Engrais :

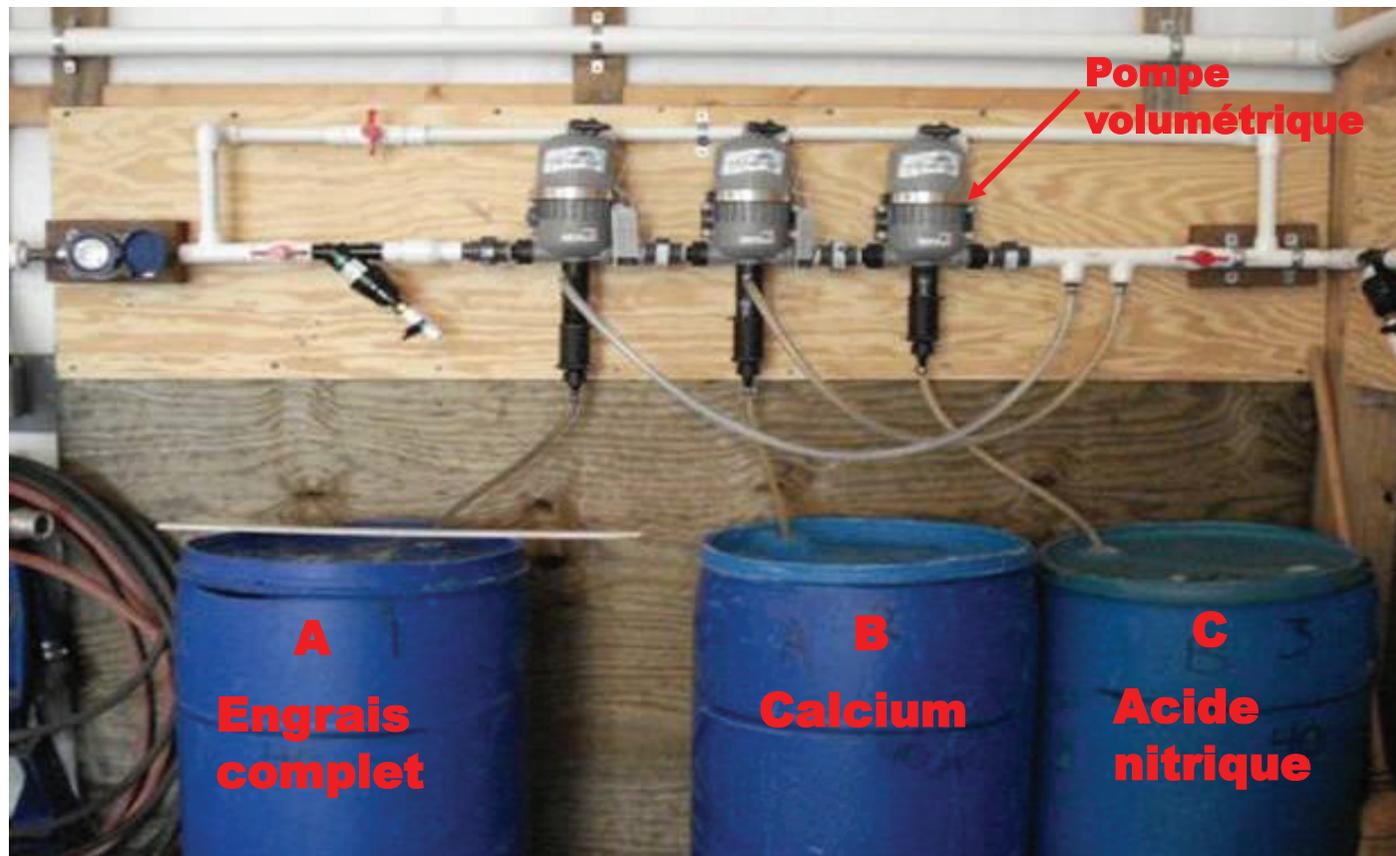
- Utilisation d'engrais complet par simplicité
- Mais impossibilité d'apporter tous les sels minéraux ensemble

**ATTENTION toujours mettre le calcium à part
sinon ils deviennent insolubles**

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

La centrale fertilisante prépare la solution nutritive:



Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- **1ère étape** : remplir les bacs d'eau 100 l
- **2ème étape** : mettre l'engrais
 - bac A : 15 kg Plantain (engrais complet)
 - bac B : 15 kg de Calcinit (calcium)
- **3ème étape** : positionner les pompes doseuses à 1 %
- **4ème étape** : déclencher l'irrigation et mesurer l'EC

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Conductivité des cultures

Légumes feuilles : salade, fines herbes, radis etc...

- Été : 1,3 / 1,5
- hiver 1,6 / 2

Légumes fruits : poivrons, tomates, concombres etc...

- Été : 2,8/3
- Hiver : 3,2/3,8

Pour réajuster l'EC:

- si l'EC est trop haut : tourner la molette (de la pompe doseuse) vers le bas pour diminuer la concentration
- si l'EC est trop bas : tourner la molette (de la pompe doseuse) vers le haut pour augmenter la concentration

- Attention les pompes A et B doivent avoir le même réglage
- Réduire ou augmenter l'EC par tranche de 0,1 à 0,2 %

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

- **5eme étape : Réglage du pH à 5,8/6,2**

Ajouter 100 ml d'acide nitrique dans le bac C et faire tourner le système

- Si le pH est proche de 5,8 et 6,2, la solution est correcte
- Sinon rajouter par tranche de 100 ml d'acide nitrique dans le bac C jusqu'au pH optimum

Une fois le pH optimum atteint, la dose sera la même à chaque remplissage du bac C

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

Indications diverses :

- Une fois les bacs vides, reprendre les mêmes doses d'engrais et la même dose d'acide
- Attention toujours mettre l'eau en premier dans les bacs
- Les mesures peuvent varier en cours de culture si vous utilisez l'eau d'une rivière ou de l'eau communale
- Pour les légumes fruit (tomate...) : EC plus faible en début de culture et augmente au fur et à mesure

2.3.5. Le Drainage

- Evite l'accumulation de sels minéraux dans le pain pour éviter les brûlures du plant
- Valeur optimale 30 %
- L'irrigation va dépendre du drainage et du stade de la culture

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

La gestion de l'irrigation tient compte du drainage :

Durée

- Pour des goutteurs de 2 l/heure
- Durée 8 à 11 minutes (selon le stade de culture, en tenant compte du drainage)

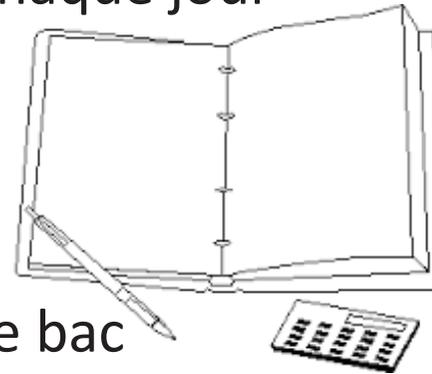
Fréquence

- Légumes fruits
 - Été : 6 arrosages
6h30/8h45/11h/13h30/15h30/17h
 - Hiver : 5 arrosages
7h/9h30/12h/14h/16h
- Légumes feuilles
 - Été : 4 arrosages
6h30/9h45/13h/15h
 - Hiver : 3 arrosages
7h45/10h45/14h30

➤ **Début des arrosages 1 heure après le lever du soleil et arrêt 1 heure avant le coucher du soleil**

2.3.6. Le cahier de suivi :

- Il faut faire un contrôle visuel chaque jour (pendant environ 1 heure) :
 - du pH
 - de la conductivité
 - du niveau de solution de chaque bac
 - de l'état sanitaire des cultures



➤ **Les informations seront retranscrites dans un cahier de suivi.**

Initiation

Découverte de la culture hors-sol

MESURES HORS SOL

Culture :
Date de semis :
pH de l'eau :
EC de l'eau :

Fertilisation :
Bac A Litres :
Bac B Litres :
Bac Acide Litres :

Irrigation :
Nombres d'arrosage :
Temps d'arrosage :
Fréquence :

Mesures de la solution fille

date	Culture	Heure de relevé	nbre de démarrage	temps d'arrosage	eau aux goutteurs		eau aux drainage		Action/Observation
					EC	pH	EC	pH	

3. REGLEMENTATION

Gestion des effluents et des produits phytosanitaires

4. LES DIFFERENTS INTERVENANTS EN CULTURE HORS-SOL

Institutions :

- Direction du développement rural
- Chambre d'agriculture
- ADECAL

Groupement de producteurs :

REPAIR

Fournisseurs :

- AGRI LOGIC systèmes
- ESQ
- Coopérative agricole
- Dock des engrais de la Chambre d'agriculture

MERCI DE VOTRE ATTENTION

