

Planter en conditions arides et salines

Désertiques et/ou sahéliennes



Planter un arbre



Celebrating Forests for People

Célébrer les forêts pour les hommes

Bosquet d'arbres **Ghaf** (*Prosopis Cineraria*), une vue typique dans les zones forestières **d'Oman**. Chaque groupe d'arbres correspond probablement un système de racines anciennes, capturant du sable et construisant des collines coniques. Source : http://home.kpn.nl/lilian_schreurs/oman/Woodlands.htm

Auteur de l'étude : Benjamin LISAN

Email : benjamin.lisan@free.fr

Date de création du document : 20/07/2014. Date de mise à jour du document : 06/04/2016. Version V2.2

0. Sommaire

0bis. Avertissements

1. Introduction

1bis. Cartes des zones arides dans le monde

1ter. Définition

2. Introduction sur la salinité des sols

3. Exemples de plantes halophytes

4. Exemples de plantes xérophiles

5. Exemples d'arbres fruitiers résistants au sel et/ou à l'aridité

5.1. Jujubier commun (*Ziziphus jujuba*) (arbre)

5.2. Jujubier épine du Christ (*Ziziphus spina-christi*) (arbre)

5.3. Tamarinier (*Tamaridus indica*) (arbre)

5.4. Caroubier (*Ceratonia siliqua*) (arbre)

5.4. Pistachier commun ou pistachier vrai (*Pistacia vera* L.) (arbre ou arbuste)

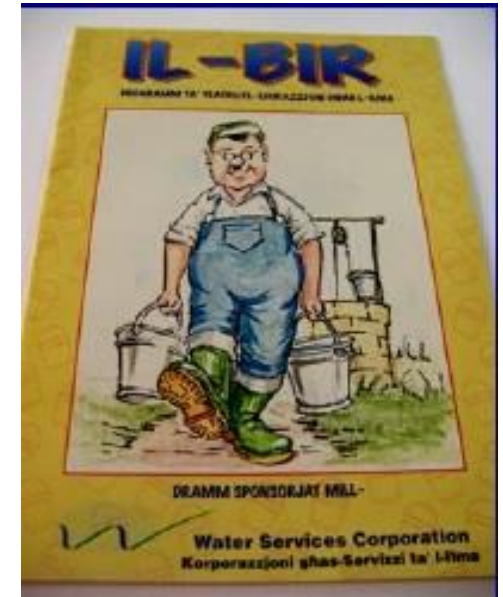
5.4bis. Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) (arbuste)

5.4ter. Pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*) (arbuste)

5.5. Grenadier commun (*Punica granatum*) (arbre)

5.5bis. Grenadier de [Socotra](#) ([*Punica protopunica*](#)) (arbre ou arbuste)

5.6. Arganier (*Argania spinosa*) (arbre)



0. Sommaire (suite)

5. Exemples d'arbres fruitiers résistants au sel et/ou à l'aridité (suite)

5.7. Palmier-dattier (*Phoenix dactylifera*) (arbre ?)

5.8. Arbre de Josué ou Joshua tree (*Yucca brevifolia*) (arbre ?)

5.9. "Palmier porcelaine" (*Yucca filifera*) (arbre ?)

5.9bis. *Washingtonia* sp. (arbre).

5.10. Olivier (*Olea europaea*) (arbre)

5.11. Amandier (*Prunus dulcis*) (arbre)

5.12. Figuier commun (*Ficus carica*) (arbre)

5.12bis. Figuier Sycomore (*Ficus sycomorus*) (arbre)

5.13. Dattier du désert (*Balanites aegyptiaca*) (arbre)



Sépales de grenadier et étamines sèches après la fécondation et la chute des pétales



Fleur de grenadier avant la chute des pétales



0. Sommaire (suite)

6. Exemples d'arbres utiles pour le fourrage, le bois et d'autres usages

6.1. Khejri ou Ghaf (*Prosopis cineraria*) (arbre)

6.1bis. *Callitris tuberculata* ou *Callitris preissii* (?)

6.2. Lebbeck ou bois noir (*Albizia lebbeck*) (arbre)

6.3. Cassier (*Acacia farnesiana*) (arbre)

6.4. *Acacia seyal* (arbre)

6.5. *Faidherbia albida* (syn *Acacia albida*) (arbre)

6.6. *Acacia dugeoni* (arbre)

6.7. *Acacia senegal* ou *Senegalia senegal* (arbre)

6.8. Arbre Salam (*Acacia ehrenbergiana*) (arbre)

6.9. *Acacia raddiana* (*Acacia tortilis* subsp. *raddiana*) (arbre)

6.10. *Acacia ampliceps* (arbre)

6.11. *Acacia nilotica* (arbre)

6.12. *Bauhinia rufescens* (arbre ou arbuste)

6.13. Arbre pilon ou Casse du Sénégal (*Cassia sieberiana*)

6.14. Mopane ou Mopani (*Colophospermum mopane*) (arbre)

6.15. Karanj ou arbre de pongolote (*Millettia pinnata*) (arbre)

6.16. Arroche halime, pourpier de mer ou arroche marine (*Atriplex halimus*) (arbuste)

6.16bis. Grande arroche (*Atriplex lentiformis*) (arbuste)



Citerne traditionnelle au Yémen



Construction d'une citerne en Syrie

0. Sommaire (suite)

6. Exemples d'arbres utiles pour le fourrage, le bois et d'autres usages (suite)

6.17. Les soudes (genre *Salsola*)

6.18. genre *Nitraria* sp. (arbuste)

6.18bis. *Nitraria retusa* (arbuste)

6.19. Saxaoul ou saxaul (*Haloxylon ammodendron*) (arbuste)

6.20. Taupata ou buisson miroir (*Coprosma repens*).

6.21. *Eleagnus* sp.



L'Aster maritime ou **oreille de cochon** (*Aster tripolium* L.) (Synonymes : *Tripolium pannonicum* ou *Tripolium vulgare*) (famille des [Astéracées](#) ou Composées). C'est une plante à fleur bisannuelle [halophile](#) typique des marais salés de 20 à 60 cm de haut. La plante pousse au bord de la mer, dans les [marais salants](#). Elle est **comestible** crue ou cuite surtout en période juvénile (taille de la feuille de 5 à 20 mm). Elle se cuisine très facilement et se marie avec toutes viandes et poissons.

0. Sommaire (suite)

6bis. Plantes tropicales ne résistant pas à la sécheresse mais poussant dans l'eau salée

6bis.1. Badamier (*Terminalia catappa*)

6bis.2. Raisinier bord de mer (*Coccoloba uvifera*)

6bis.3. Cachiman-cochon, Mamain ou Mammier (*Annona glabra*).

6bis.3b. Nypa buissonnant ou arbustif (*Nypa fruticans*)

6bis.4. Cocotier (*Cocos nucifera*).

6bis.5. Mancenillier (*Hippomane mancinella*)

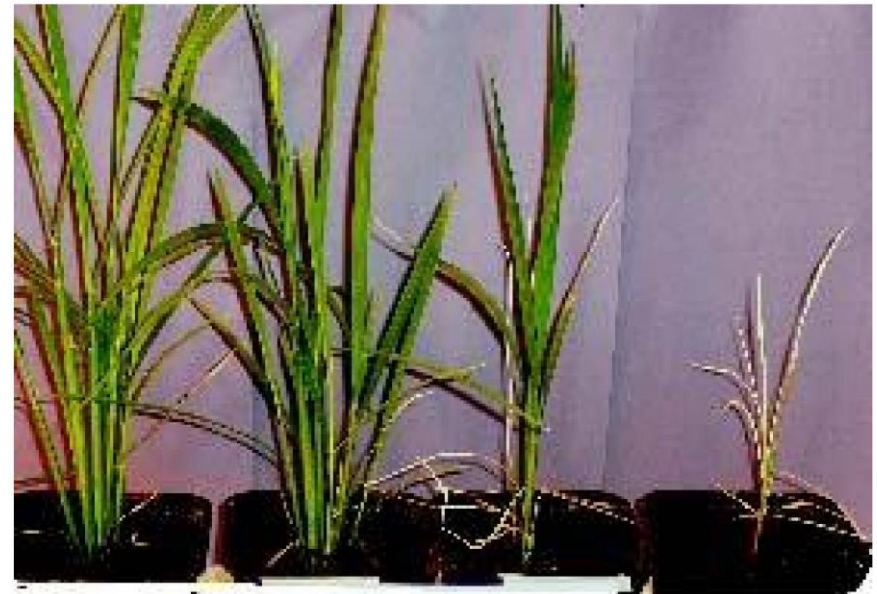
Voir aussi le chapitre :

A8. Annexe : Palétuviers

Plantes de riz (*Oryza sativa*), cv.
BRRI Dhan29, après 2 semaines
de traitement à différentes
concentrations de NaCl →

Source : *Salt Stress in Rice:
Adaptive Mechanisms for Cytosolic
Sodium Homeostasis* . Md. Abdul
Kader. Doctoral thesis.

http://pub.epsilon.slu.se/1095/1/Thesis_Abdul_Kader.pdf



Control

**NaCl
50 mM**

**NaCl
100
mM**

**NaCl
150
mM**

0. Sommaire (suite)

7. Exemples de plantes herbacées utiles, alimentaires et fourragères

7.1. Salicornes de climats tropicaux (*Salicornia bigelovii*, *Salicornia brachiata*)

7.1bis. salicorne naine (*Salicornia bigelovii*)

7.2. Asperge (*Asparagus officinalis*)

7.3. Betterave (*Beta vulgaris*)

7.4. Mélilot blanc (*Melilotus albus*) (fourrage)

7.4bis. Mélilot jaune (*Melilotus indicus*) (fourrage)

7.5. Luzerne cultivée (*Medicago sativa* var Tafilalet _ cultivar résistant au sel) (fourrage)

7.6. Orge commune ([*Hordeum vulgare*](#))

7.7. Tournesol ([*Helianthus annuus*](#))

7.8. Vétiver (*Chrysopogon sp.*)

7.8. Vétiver ([*Chrysopogon zizanioides*](#))

7.8bis. Vétiver ([*Chrysopogon nigritanus*](#))

7.8ter. Vétiver ([*Chrysopogon nemoralis*](#))

7.9. Riz (*Oryza sativa* x *Oryza coarctata* (°))

7.10. Blé dur (*Triticum turgidum* L. subsp. *Durum* (°))

7.11. Vesce amère ou lentille bâtarde (*Vicia ervilia*)

7.12. nipa (*Distichlis palmeri*)



La ficoïde glaciale
(*Mesembryanthemum cristallinum*)
Croissance en milieu sec, **salin** et froid.
(**feuilles comestible**). Désert de Namibie.

(°) Concerne les cultivars résistants au sel.

7. Exemples de plantes herbacées utiles, alimentaires et fourragères (suite et fin)

7.13. panic érigé (*Panicum virgatum*)

7.13bis. panic amer (*Panicum amarum*)

7.14. moutarde d'Abyssinie (*Brassica carinata*)

7.15. Canne de Provence (*Arundo donax*)

7.16. Ficoïde glaciale (*Mesembryanthemum crystallinum*)

7bis. Plantes médicinales et aromatiques

7bis.1. Siwak ou miswak (*Salvadora persica*) (arbuste médicinal)

7bis.2. Arbre à myrrhe ou balsamier (*Commiphora myrrha*)

7bis.3. Mukul, gugulon ou Guggulu (*Commiphora wightii*)

7bis.4. Myrrhe africaine (*Commiphora africana*)

7bis.5. L'arbre à encens (*Boswellia sacra*)

7bis.6. Salai ou Shallaki (*Boswellia serrata*)

7bis.7. Griffe du diable ou Harpagophyton (*Harpagophytum procumbens*)



↑ Orge maritime (*Hordeum marinum*), résistante au sel (climat tempéré et méditerranéen). Elle peut servir de fourrage. Source : http://crdp.ac-besancon.fr/flore/Poaceae/especes/hordeum_marinum.htm

0. Sommaire (suite)

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau

8.1. Liman israélien

8.2. Système Meskat ou Meskal et tabias (Magrehb)

8.3. Dignes filtrantes, lignes de contours

8.4. Barrages, Jessours, Tabia

8.5. Johad

8.5bis. Lac ou retenue collinaire

8.5ter. Déversoir

8.6quater. gabion et piège à silt

8.6. Citernes couvertes (matfia, joub ou notfia)

8.7. Cuvettes en demi-lunes

8.8. Banquettes antiérosives et les impluviums

8.9. Negarim

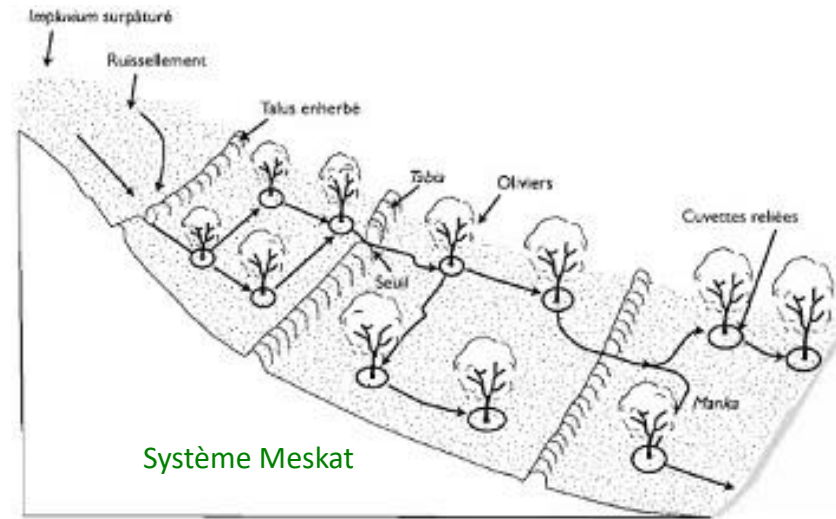
8.10. Alignement de pierres, cordons pierreux et murettes

8.11. Le système d'irrigation goutte à goutte ou micro-irrigation

8.12. zaï ou culture en poquets

8.13. haies vives

8.14. Plantation en tranchée



Légende :

- Impluvium sur-pâturé
- Ruisellement
- Talus enherbé
- Tabia (levée de terre)
- Oliviers
- Cuvettes reliées
- Manka



0. Sommaire (suite)

8.15. La régénération naturelle assistée d'espèces forestières locales

8.16. Le compostage organique

9. Protection des plants, des pépinières et de la plantation

9.1. Barrière électrique ou simple

9.2. Haie vive

10. Schéma d'implantation d'une pépinière

10bis. Devis approximatif pépinière

11. Conclusion

A1. Lexique botanique

A1bis. Glossaire irrigation et stockage de l'eau

A2. Instituts spécialisés et contacts

A3. Bibliographie

A4. Listes de plantes xérophytes et halophytes utiles

A5. Maladies

A6. Annexe : Résistance au sels de certaines variétés d'acacias



➤ Les pistachiers du verger expérimental de Wolfskill (USA) permettent botanistes à poursuivre les recherches sur la variété Kerman et autres nouvelles variétés prometteuses de pistaches. Source : <http://www.saudiaramcoworld.com/issue/201306/in.se.arch.of.the.mother.tree.htm#sthash.AnnPITwf.dpuf>



0. Sommaire (suite)

A7. Annexe : plantes invasives à ne surtout pas planter.



A7.1. Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* etc.) (cactée arbustif)

A7.2. Agave sisal ([*Agave sisalana*](#), *Agave ixtli* etc.) (cactée arbustif)

A7.3. Acacia auriculé (*Acacia auriculiformis*) (arbre)

A7.4. Bois de fer des marais (*Casuarina glauca*) (arbre, buisson)

A7.5. Filao (*Casuarina equisetifolia*) (arbre)

A7.6. Acacia à bois noir ou Mimosa à bois noir (*Acacia melanoxylon*) (arbre)

A7.6bis. *Acacia saligna*

A7.7. « Mesquite » (*Prosopis juliflora*)

A7.7bis. *Prosopis chilensis*

A7.8. Texas blueweed (Texas vipérine) ou yerba parda (*Helianthus ciliaris*)

A7.9. *Atriplex* sp.

A7.10. *Tamarix* sp.

A7.10b. Tamaris d'Afrique (*Tamarix africana*)

A7.11. kikuyu grass ou herbe kikuyu (*Pennisetum clandestinum*)

A7.12. Genêt blanc ou Retam blanc (*Retama monosperma*).

A7.14. Réutilisation du *Typha* sp. (« massette »)

0. Sommaire (suite et fin)

A8. Annexe : Palétuviers

(plantes ne résistant pas à la sécheresse mais poussant dans l'eau salée)

- A8.1. Palétuvier (*Pterocarpus officinalis*) (famille *Fabaceae*)
- A8.2. Palétuvier grand bois (*Tovomita plumieri*) (famille *Clusiaceae*)
- A8.3. Palétuvier gris (*Avicennia schaueriana*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.4. Palétuvier gris (*Avicennia germinans*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.5. Palétuvier gris (*Conocarpus erectus*) (famille *Combretaceae*)
- A8.6. Palétuvier gris montagne (*Amanoa caribaea*) (famille *Phyllanthaceae*)
- A8.7. Palétuvier jaune (*Symphonia globulifera*) (famille *Clusiaceae*)
- A8.8. Palétuvier montagne (*Clusia mangle*) (famille *Clusiaceae*)
- A8.9. Palétuvier noir (*Rhizophora mangle*) (famille *Rhizophoraceae*)
- A8.10. Palétuvier noir (*Avicennia vitida*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.11. Palétuvier noir (*Avicennia germinans*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.12. Palétuvier rouge (*Rhizophora mangle*) (famille *Rhizophoraceae*)
- A8.13. Palétuvier blanc (*Laguncularia racemosa*) (famille *Combretaceae*)
- A8.14. Palétuvier noir (*Bruguiera gymnorhiza*)
- A8.15. Toto margot (*Heritiera littoralis*).

0. Sommaire (suite et fin)

A9. Halophyte : définition

A10. La sélection des cultures

A11. Pratiques appropriées dans toutes les étapes du cycle de culture (Programme de Formation)

A12. Utilisation de la bactérie *Pseudomonas extremorientalis* pour améliorer la résistance des plantes au sel

A13. Carte mondiale des terres arides

A14. Processus de salinisation des sols

A15. Plantes recommandées pour la fixation biologique des dunes mobiles

A16. Espèces pastorales recommandées pour le rétablissement des parcours en milieux arides.

A17. Système Vallerini ou VALLERANI SYSTEM (VS).

A18. Les ressources en sols du monde (carte FAO).

A19. Dispositions agroforestières.

A20. filets capteur de brouillard (ou filets à nuages)

A21. Les projets contribuant à reverdir les déserts.

A22. Création de variétés alimentaires résistantes au sels

A23. Projet Watershed Organization Trust (WOTR) (Inde)

Obis. Avertissements :

• Les scores indiqués, pour chaque plante, pour leur taux « d'invasivité », sont ceux fournis par la « base de données PIER des plantes invasives du Pacifique » (Pacific Island Ecosystems at Risk (PIER) _ Plant threats to Pacific ecosystems _) : <http://www.hear.org/>. Dans certains cas, le score d'une plante n'est pas indiqué parce que la base PIER ne lui a donné aucun score. Par ce sigle, nous indiquerons les plantes :

a) invasives, à éviter →



b) toxiques, soit pour l'homme, soit pour les animaux →



c) à pousse rapide → ↗

d) très utiles à l'homme par ce sigle → U

e) sources de forts revenus ou plus-value → \$

f) résistantes aux conditions arides, par ce sigle →



g) résistantes aux conditions salines, par ce sigle →



h) En danger critique d'extinction → CR



i) vulnérables (ou *préoccupante*) → VU



j) Plantes de marécages ou de mangroves ↘



k) Culture sol gorgé d'eau ou milieu aquatique / plante aquatique ↘



1. Introduction

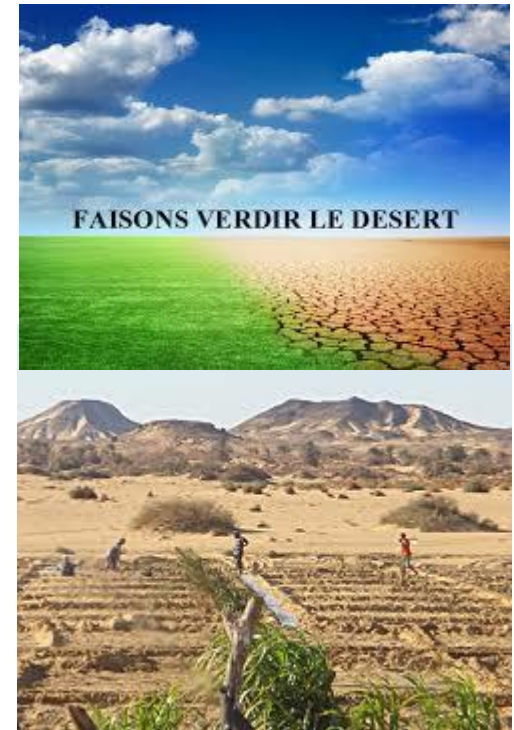
- *Qui n'a pas rêvé de reverdir le désert ou d'arrêter l'avance « inexorable » du désert, par exemple dans les zones sahéliennes en Afrique ? Et d'y réduire la pauvreté ?*
- Or en généralement, les régions arides et/ou salines sont les plus pauvres.
- Le but de notre projet est donc de montrer que ***l'on peut assurer la sécurité alimentaire et des compléments de revenus aux populations locales, grâce à la création d'un écosystème équilibré, stable et prospère, en choisissant les plantes adéquates et adaptées, poussant en milieu aride et salin.***
- Un règle pour cela : si possible, ***éviter d'y introduire des plantes invasives et agressives.***



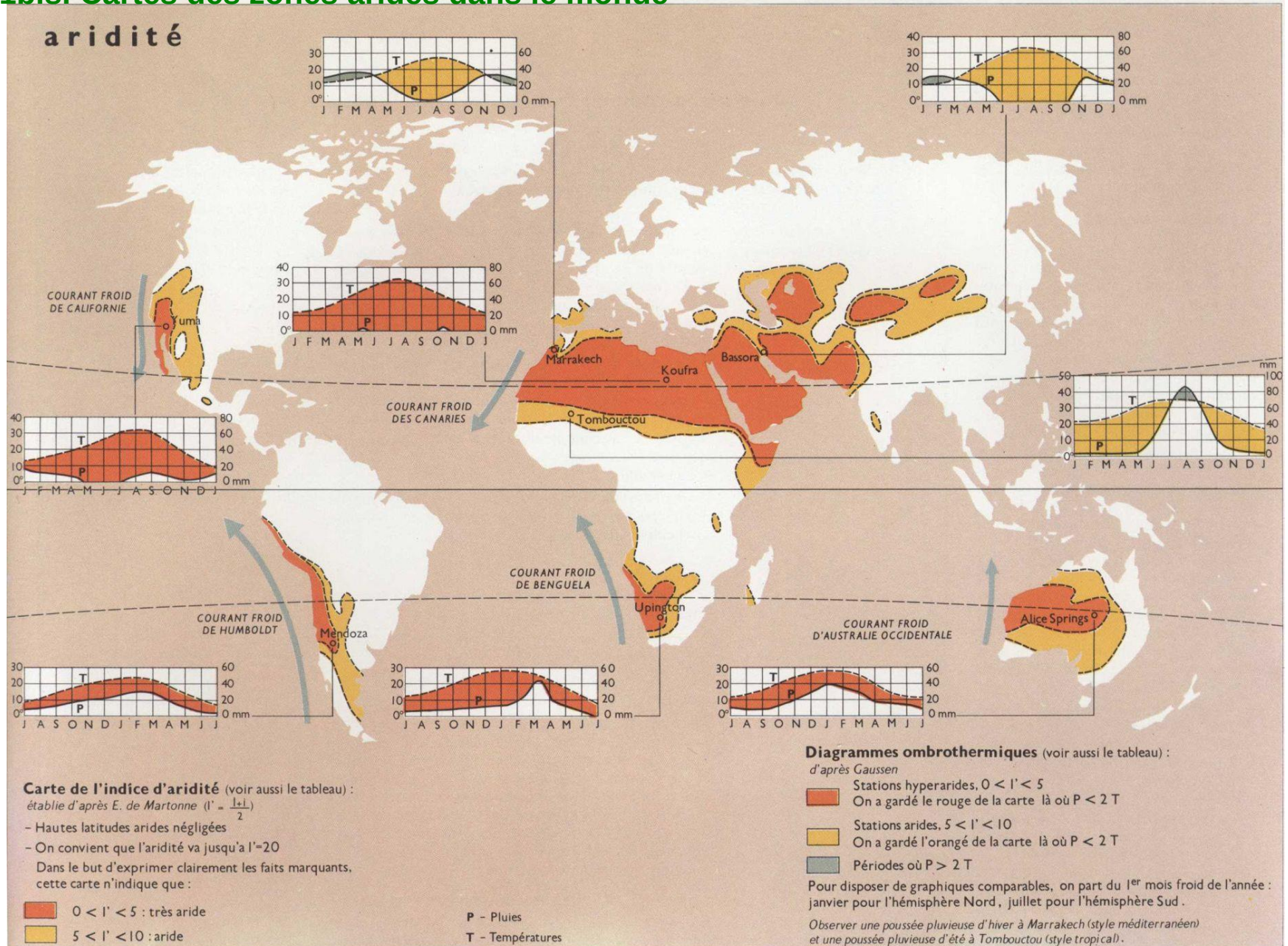
↑ La « muraille verte », en Afrique



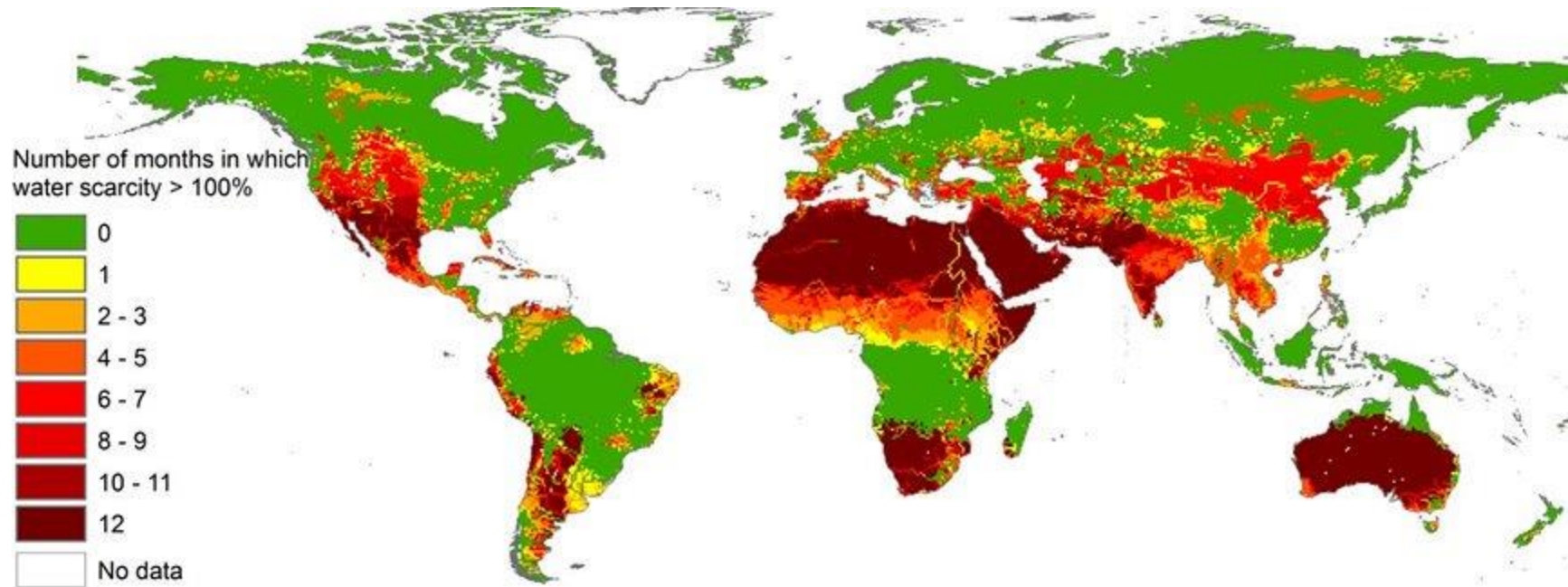
Yacouba Swadogo, l'homme qui arrêta le désert (au Burkina faso).



1bis. Cartes des zones arides dans le monde



1bis. Cartes des zones arides dans le monde



La carte de la pénurie d'eau. Photo: Mekonnen et al

Sources : a) <https://twitter.com/SaltFarmTexel>, b) http://www.theguardian.com/environment/2016/feb/12/for-billion-people-face-severe-water-scarcity-new-research-finds?CMP=share_btn_tw

1ter. Définition

Aride (adjectif) :

Sens 1 : Sterile, sec. Anglais : *arid*.

Sens 2 : Peu attrayant, dépourvu d'intérêt [sens figuré].

Synonymes: désertique, déshérité, desséché, froid, incultivable, indifférent, ingrat, insensible, pauvre, pelé, polaire, rébarbatif, rebutant, sec, sévère, stérile, vide.



L'aridité se traduit par l'absence d'écoulement superficiel (*aréisme*), ou par son indigence. Dans ce dernier cas, il y a impossibilité pour les cours d'eau d'atteindre les mers et océans libres (*endoréisme*). L'aridité impose un paysage minéral dû à l'inexistence ou à la rareté de la végétation, et des formes de relief spécifiques (pédiments et glacis d'érosion, dépressions fermées, dont les sebkhas couvertes de sel en phase d'intense évaporation, surfaces caillouteuses, grandes formations dunaires).

Source : <http://www.larousse.fr/archives/grande-encyclopedie/page/1050>

L'aridité est une caractéristique permanente du climat, définissable par un déficit pluviométrique structurel par rapport aux besoins en eau de la végétation naturelle et cultivée. Elle est caractéristique des zones pour lesquelles les besoins en eau sont au moins une fois et demie plus élevés que les précipitations. En termes scientifiques, le rapport entre précipitations et évapotranspiration potentielle (P/ETP) est compris entre 0,005 et 0,65. Source : <http://www.cirad.fr/publications-ressources/science-pour-tous/dossiers/la-desertification/ce-qu-il-faut-savoir>

Désertification :

Le surpâturage, la coupe des forêts, le changement climatique (lui-même lié aux activités humaines, qui produisent du CO₂ ...) et le prélèvement excessif de l'eau de la nappe phréatique et des cours d'eau peuvent provoquer la *désertification* d'une région. Pour l'éviter, il faut économiser l'eau, préserver les forêts, gérer d'une façon intelligente toutes les ressources, en général (eau, biodiversité etc. ...).



2. Introduction sur la salinité des sols

- ~20% des terres cultivées, dont ~50% de terres irriguées, sont affectées par la salinité dans le monde (la salinisation) (Au Pakistan, en Australie etc. ...).
- 10 millions (ha) de terres cultivées abandonnés/an, par accumulation de sels (irrigation).
- En Europe, entre 1999 et 2007, 6 à 10 % de la SAU est frappée par la salinité (FAO-2007). Les pays les plus touchés (gros producteurs de maïs irrigué) : l'Espagne, l'Italie et la Hongrie.
- 3,8 millions d'hectares de terres trop salines (Problème de la monoculture) (CE - 2007).
- Les causes de cette salinisation sont diverses : mauvaises techniques d'irrigation, montée du niveau des mer, due au réchauffement climatique ...
- Variation [Sels] dans la rhizosphère : Insuffisance (Problème nutritionnel) ou **Excès**.
- Le stress salin s'applique plutôt à un Excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- .

2. Introduction sur la salinité des sols (suite)

- Aujourd'hui dans le monde, près de 20 % des cultures sont irriguées avec l'eau saumâtre.
- **Si certaines cultures comme la betterave ou l'asperge s'accommodent fort bien d'un sol salé, il n'en est pas de même pour d'autres cultures comme les agrumes ou certaines légumineuses.**
- Les ressources en eau douce menacent donc de diminuer dans les prochaines décennies.
- Plus de la moitié des terres d'Irak sont salines. La salinisation des terres survient en Egypte, Pakistan, Tunisie, Turquie etc.



Acanthus ilicifolius ([Inde](#), [Sri Lanka](#), Asie, [Malaisie](#), Australie et les îles du Pacifique). Petit arbuste qui pousse le long des lacs et des marais et des rivages. Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Acanthus_ilicifolius

2. Introduction sur la salinité des sols (suite et fin)



Saligne à balai (*Haloxylon scoparium* ou *Hammada scoparia*). Distribution : Afrique subtropicale (Sahara, très commune au Sahara Septentrional jusqu'au Tademaït, Egypte), Asie tempérée et subtropicale (Israël, Arabie, Jordanie, Irak). Déserts, steppes. Ce buisson pérenne, de 20 à 40 cm, composé de branches ramifiées, épineuses, dont les feuilles opposées sont réduites à des écailles, aux fleurs dépourvues de pétales et disposées en épi terminal dense, e... **plante médicinale** en Afrique du Nord et au M... s la pharmacopée marocaine traditionnelle pour l'... te aux rameaux grêles et charnus, articulés, d... eux. Les rameaux foncent et noircissent en s... x âgés sont gris-brun et les rameaux nouveaux s... ment blanchâtre. Feuilles opposées très petites e... s sont généralement solitaires à l'aisselle des fe... nt un fruit entouré de 4 à 6 ailes de taille ic... nt vivement coloré (jaune, rose ou rouge). Les cendres de cette plantes mélangées à de l'huile d'olive permet de fabriquer un **savon**. Sources : a)



<http://www.plantarium.ru/page/view/item/48340.html>,

https://pl.wikipedia.org/wiki/Haloxylon_scoparium,

c) http://www.ethnopharmacologia.org/recherche-dans-prelude/?plant_id=6553

3. Exemples de plantes halophytes (résistantes au sel - climats tempérés ou tropicaux)



genre *Salicornia* : la salicorne
(comestible) (climats tempérés et
tropicaux)



Le palétuvier (climat tropical)
Au moins 14 espèces.



Le genre *Suaeda* : la soude. Exemple : *Suaeda maritima* (L.) Dumort. - Soude maritime
(climat tempéré)



Cakile maritima : cakilier maritime ou Roquette de mer
(climat tempéré et méditerranéen) (comestible). Source :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Roquette_de_mer



↑ *Spartina maritima*. Elle contribue à fixer la vase.
Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Spartina_maritima
genre *Spartina* : les spartines (climat tempéré)

4. Exemples de plantes xérophiles (résistantes à l'aridité)



Plante de la résurrection
Craterostigma plantagineum
plante reviviscente. Source :

http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/species.php?species_id=151360



Xerophyta viscosa. Certaines espèces de ce genre sont des plantes poikilochlorophylles et tolèrent la dessiccation.



Xerophyta retinervis. Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Xerophyta_retinervis



Anastatique (*Anastatica hierochuntica*) ou [Rose de Jéricho](#)
Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Anastatica_hierochuntica



« Plante de la résurrection » ou « fleur de rocher », sélaginelle (*Selaginella lepidophylla*). Plante douée de la capacité de [reviviscence](#). Cette capacité lui permet dans son milieu naturel de reprendre sa croissance en se réhydratant après une longue période de sécheresse ↑

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Selaginella_lepidophylla

5. Exemples d'arbres fruitiers résistants au sel et à l'aridité



Caroubier (*Ceratonia siliqua*). Sud-ouest du Maroc. Source : <http://www.teline.fr/fre/Photographies/Toutes-les-familles/Fabaceae/Ceratonia-siliqua>



Graines d'arbre de Josué (*Yucca brevifolia*)

Les plantes pouvant apporter la prospérité →→→→



\$

Planter en conditions arides et salines



U

25

5.1. Jujubier commun (*Ziziphus jujuba*)

Risque invasif élevé, score inconnu ?

- Originaire de Chine et répandu dans les régions méditerranéennes, c'est un arbuste épineux, aux feuilles luisantes et caduques, de 6 à 10 m de haut.
- Le jujubier a été domestiqué en Asie du Sud, depuis 9000 AJC.
- Plus de 400 cultivars ont été sélectionnés.
- Son fruit comestible, riche en vitamines A et C, ayant la consistance et le goût d'une pomme, entrant dans diverses préparations médicinales, est appelé jujube (°).
- Le miel de jujubier, réputé au Yémen, est censé avoir des vertus médicinales.
- Les jujubiers fournissent un bon bois pour le charbon de bois.
- Cet arbre se développe, *à la faveur des feux de brousses*.
- **Il possède une bonne résistance au feu.**

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Jujubier_commun, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Jujube>,
c) <http://edis.ifas.ufl.edu/st680>, d) <http://selectree.calpoly.edu/treedetail.lasso?rid=1483>
e) http://www.hear.org/pier/species/ziziphus_jujuba.htm
(°) La couleur des fruits vont de vert à rouge brun.



Selon certains auteurs (voir bibliographie), *Ziziphus jujuba* et *Ziziphus mauritania* seraient des synonymes (sur le *Ziziphus mauritania*, voir page suivante).



Fruits



Fruits et feuilles



\$

Planter en conditions arides et salines



U

26

5.1bis. Jujubier commun (*Ziziphus mauritania*) (suite)

Risque élevé, score 9,5

- Ce petit arbre, atteignant 15 m de haut, avec un tronc de 40 cm de diamètre ou plus, en ombrelle (cime étalée), produit des fruits comestibles, les jujubes.
- Le fruit est de forme et de taille variable. Il peut être ovale, obovale, oblongue ou ronde, et peut être 1 à 2,5 cm (2.5 à 6.25 cm) de long, selon la variété. La chair est blanche et croquante. Ce fruit est un peu juteux et a une odeur agréable.
- **Cet arbre rustique se développe dans des conditions plutôt sèches et une pluviométrie annuelle de 300 à 500 mm (150 à 2225 mm).**
- **En Inde, sa température minimum de survie est 7-13 ° et la t. maximale est de 50 °C.**
- Des études indiquent que cette espèce prospère dans les sols alcalins avec un pH plus élevé que 9,2. Les sols limoneux avec un pH neutre ou légèrement alcalin sont considérés comme optimale pour la croissance. [6]
- **L'arbre a une grande tolérance à la fois à l'engorgement et à la sécheresse.**
- **Il résiste bien aux feux.** « Il rejette des pousses après les incendies » (Weber, 2003;. p 460).
- Habitat : bords de rivières, oueds, sources, plaines alluviales, sites côtiers ...
- Multiplication : semences dispersés par animaux, oiseaux, humains. Une espèce très variables avec de nombreuses variétés et cultivars.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Ziziphus_mauritania, b) Plantes de Madagascar (Atlas), Lucile Allorge, Ulmer, 2008.

http://www.hear.org/pier/species/ziziphus_mauritania.htm



www.shutterstock.com · 62644822





\$

Planter en conditions arides et salines



U

27

5.2. Jujubier épine du Christ (*Ziziphus spina-christi*)

Risque invasif élevé, score inconnu

- Le **Jujubier épine du Christ**, est un arbre à feuilles persistantes, atteignant 20 m de haut, originaire de l'Afrique du Nord, tropicale et australe et [l'Asie occidentale](#).
- Il est largement cultivée pour ses fruits agréables au goût et son ombre ^[3]. Ses fleurs sont une source importante de miel en [Erythrée](#) et [le Yémen](#) ^[4].
- Habitat : oueds du désert ...

Maladie : Il est parasité par le gui hémiparasite *Plicosepalus acaciae*. Source : <http://www.cabi.org/isc/abstract/20073185345>

Sources : a) Zohary M. Flora Palaestina. II. Jerusalem: The Israel Academy of Science and Humanities; 1972. pp. 307–308 cited in Amots Dafni, Shay Levy, and Efraim Lev, *The ethnobotany of Christ's Thorn Jujube (*Ziziphus spina-christi*) in Israel*, doi:[10.1186/1746-4269-1-8](https://doi.org/10.1186/1746-4269-1-8) & <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1277088/?tool=pubmed>

b) Eden Foundation. "[Nutritional study on *Ziziphus spina-christi*](http://eden-foundation.org/Nutritional%20study%20on%20Ziziphus%20spina-christi)". eden-foundation.org.

c) http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Zizyphus_spina-christi.pdf

d) <http://www.beesfordevelopment.org/info/info/flora/christs-thorn-ziziphus-sp.shtml>





\$

Planter en conditions arides et salines



U

28

5.2. Jujubier épine du Christ (*Ziziphus spina-christi*) (suite et fin)

Risque invasif inconnu ?

Il est **très robuste**, **très résistant à la chaleur** et **peut être trouvé dans les zones désertiques**, même avec **100 mm précipitations par an**. Il préfère les bords des étangs, rivière et les rives des oueds (wadi), où l'eau souterraine est disponible. **L'arbre est sensible au gel**. Il peut résister à un engorgement d'eau pour un maximum de 2 mois et à **8-10 mois de saison sèche**.

C'est un colonisateur agressif, formant fourrés épineux impénétrables.

Limites biophysiques :

Altitude: 0-2 000 m.

Température moyenne annuelle: 19-28 °C

Pluviométrie annuelle moyenne: 100-500 mm

Type de sol: *Z. spina-christi* préfère les plaines alluviales avec des sols profonds, mais il peut aussi se développer sur des terres argileuses [clay]; où l'eau est disponible, et sur les sols salins.

Nom vernaculaire arabe : « Zizouf ».

Source : http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Zizyphus_spina-christi.pdf





\$

Planter en conditions arides et salines

U

29

5.3. Tamarinier (*Tamaridus indica*)

Originaire des régions tropicales sèches de l'Afrique de l'Est, cet arbre (famille des Fabacées, sous-famille des *Caesalpinioïdées*), atteignant 20 m de haut, à *croissance lente* et à longue durée de vie, a été diffusé dans toutes les régions tropicales et subtropicales, en raison des nombreuses utilisations du tamarinier _ gousses comestibles, usages médicaux et culinaires, ombre, bois ...

Le tamarinier est sensible au gel mais peut supporter de brèves températures proches de 0°C. Lors de sécheresses, il perd une partie de son feuillage. Le tamarinier est bien adapté à des conditions semi-arides tropicales, de faible altitude (Climat chaud et sec). Il préfère les zones semi-arides et les savanes boisées, et peut également être trouvée de plus en plus le long du ruisseau et des rives. Il ne pénètre pas dans la forêt tropicale. Son système racinaire étendu contribue à sa résistance à la sécheresse et au vent. **Il tolère également de l'air et du brouillard salin dans les régions côtières.**

Ces arbres donnent habituellement des fruits au bout de trois à quatre ans, si les conditions de croissance sont optimales.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Tamarinier>, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Tamarind>, c)

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Tamarin_\(fruit\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tamarin_(fruit)), d) <http://benjamin.lisan.free.fr/projetsreforestation/Fiche-presentation-tamarinier.pdf>





\$

Planter en conditions arides et salines



30

5.3. Tamarinier (*Tamaridus indica*) (suite et fin)



Vieux tamarinier (village près de Morombe, côte ouest de Madagascar) © B. LISAN



\$

Planter en conditions arides et salines

U

31

5.4. Caroubier (*Ceratonia siliqua*)

Originaire des régions méditerranéennes, Afrique du Nord, Proche-Orient, Europe méridionale, cet arbre thermophile (famille des fabacées) a été largement répandu, car cultivé pour son fruit, la **caroube**, et se plaît sur des pentes arides.

Il est adaptable à une large gamme de sols, sols sablonneux et pauvres, coteaux rocheux, les sols profonds. Préfère les terreaux [en Anglais « loams »] sableux bien drainés. Les sols calcaires à haute teneur en chaux conviennent également. **Il semble bien tolérer la salinité** (Source : World Agroforestry Centre). **Il ne tolère pas les sols gorgés d'eau.**

Le caroubier ne résiste que très peu au froid (environ - 5 °). Un arbre peut fournir entre 300 et 800 kg de caroubes par an.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Caroubier>, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Ceratonia_siliqua,

c) <http://benjamin.lisan.free.fr/projetsreforestation/Fiche-presentation-caroubier.pdf>



Flours mâles ↑ et femelles ↗

Forme basse de ramification naturelle de l'arbre dans l'habitat naturel à l'Oasis WWF de Monte Arcosu , Sardaigne , Italie.

Source : Wikipedia En.



Gousses verte et mûres



\$

Planter en conditions arides et salines

U

32

5.4. Pistachier commun ou pistachier vrai (*Pistacia vera* L.)

- Le **pistachier cultivé** (famille des *Anacardiaceae*) est un arbuste de 3 à 10 mètres, qui pousse dans les garrigues et surtout dans les maquis au climat méditerranéen.
 - Le pistachier est une plante du désert et est très tolérant au sol salin. Il a été rapporté bien grandir lorsqu'il est irrigué avec de l'eau ayant 3000-4000 ppm de sels solubles [7]. Les pistachiers sont assez robustes dans de bonnes conditions, et peuvent survivre à des températures comprises entre -10 ° C (14 ° F) en hiver et 48 ° C (118 ° F) en été. Ils ont besoin d'une situation ensoleillée et d'un sol bien drainé.
 - Les pistachiers deviennent malades dans des conditions de forte humidité, et sont sensibles à la pourriture des racines, en hiver, si ils ont trop d'eau et si le sol n'est pas suffisamment drainé. Des étés longs et chauds sont nécessaires pour le bon mûrissement du fruit.
 - Les pistachiers sont vulnérables à une grande variété de maladies (°). Parmi ceux-ci est l'infection par le champignon *Botryosphaeria*, ce qui provoque la panicule et la brûlure des pousses (c'est-à-dire qu'il tue les fleurs et les jeunes pousses), et peut endommager des vergers entiers de pistachiers.
 - *Pistacia vera* est souvent confondue avec d'autres espèces du genre *Pistacia* qui sont également connue sous le nom de pistachier. Ces espèces peuvent être distinguées de *P. vera* par leurs distributions géographiques (dans la nature), et leurs graines qui sont beaucoup plus petites et ont une coque plus fine. Il se reproduit par semis.
- Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Pistacia_vera, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Pistachio>,
c) New pistachio varieties, <http://californiaagriculture.ucanr.edu/landingpage.cfm?article=ca.v063n01p18&fulltext=yes>
(°) Liste des maladies des pistachiers : http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_pistachio_diseases



Fleurs ↑ et graines ↗



\$

Planter en conditions arides et salines

U

33

5.4. Pistachier commun ou pistachier vrai (*Pistacia vera* L.) (suite)



As with most wind-pollinated plants, pistachio flowers are small and not showy, as with, *left*, the female 'Golden Hills' and, *center*, male 'Randy'. In California, male trees are commonly planted as every fifth tree in every fifth row to provide adequate pollination. *Right*, a 'Golden Hills' nut cluster demonstrates greater development of red color in the hull than 'Kerman'.



Galle (maladie)

L'industrie de la pistache Californienne a toujours été dominée par une seule variété femelle, 'Kerman'. Source : <http://californiaagriculture.ucanr.edu/landingpage.cfm?article=ca.v063n01p18&fulltext=yes>



\$

Planter en conditions arides et salines

U

34

5.4bis. Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*)

• L'arbre au mastic est un arbuste (famille des Anacardiaceae), ne dépassant pas 6 mètres, à feuillage persistant, poussant dans les garrigues et les maquis des climats méditerranéens. Il donne des fruits, d'abord rouges, puis noirs.

• Il est courant d'observer des galles formées aux dépens du limbe foliaire du pistachier lentisque. Les parasites qui induisent la production de ces galles, et s'en nourrissent ensuite, sont l'acarien Eriophyes stefanii (galle par enroulement marginal serré par en haut) et surtout le puceron Anopleura lentisci (galle réniforme)³.

• Habitat : fruticées [formation végétale formée d'arbustes ou d'arbrisseaux] et forêts sclérophylles.

• **Il résiste bien aux feux.** Il est considéré comme un arbre écologiquement important. Il se reproduit par semis.

• La graine est identique aux pistaches et peut être préparée en la faisant bouillir avec des petites fèves, du blé et des pois chiches, à la cuisson, arrosée légèrement avec de l'huile d'olive. Cette préparation est très appréciée dans l'Est Algérien.

• En médecine traditionnelle, on utilise la résine aromatique de pistachier lentisque afin de combattre les ulcères d'estomac.

• Les indications principales de son huile essentielle sont les problèmes des systèmes veineux et lymphatique.

• L'huile de lentisque est utilisée contre la bronchite, l'asthme, la sinusite, l'eczéma (psoriasis et lichen plan) et les brûlures.

• Une tisane, préparées avec ses feuilles, agirait contre les problèmes de l'appareil digestif (ulcère, colopathie, parasites).

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Pistacia_lentiscus, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Pistacia_lentiscus



Fleurs



Fruits



Galle (maladie)



Mastic



\$

Planter en conditions arides et salines

U

35

5.4bis. Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*)



Fleurs



Un vieux pistachier lentisque dans le parc de Fenerbahçe à [Istanbul](#)



Fruits



Pistachier lentisque (Sant Tomás à Minorque)



Maquis à pistachiers lentisques ([Saubaudia](#), Italie). Le sol présent sous les buissons de cette espèce est considérée comme un bon substrat pour le jardinage. Source : <http://www.flickrriver.com/photos/luigistrano/3848000774/>



\$

Planter en conditions arides et salines

U

36

5.4ter. Pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*)

- Le « Térébinthe » est un arbuste (famille des Anacardiaceés), atteignant 10 mètres de haut, à feuillage caduc, poussant dans la garrigue et le maquis, commun dans tout le bassin méditerranéen (sauf la Corse).

- L'essence de térébenthine était à l'origine fabriquée avec la sève de cet arbre.

- Habitat : Le pistachier térébinthe est rustique et tolérant à la sécheresse. Plante des garrigues, il nécessite un sol parfaitement drainé, *souvent calcaire*, et se plaira là où pousse le chêne vert, une exposition abritée (du vent) et ensoleillée. Jusqu'à une altitude de 500 m. Source : <http://gardenbreizh.org/modules/gbldb/plante-1071-pistacia-terebinthus.html>

- Il est **plus exigeant en humidité** et plus résistant au froid (au gel) que le pistachier lentisque.

- La résine, qu'on peut mâcher, peut être utilisée comme antiseptique et à la fabrication de vernis et de friandises.

- Les graines, comestibles mais aigrettes, peuvent être utilisées pour produire une huile comestible.

- La galle du pistachier térébinthe amène la feuille à subir une mutation pour contenir les œufs de son parasite. Les galles les plus courantes sur cette espèce sont causées par les pucerons *Forda marginata*, *Forda formicaria* et *Baizongia pistaciae* (feuille transformée en énorme « corne » atteignant 20 cm de long)³. Très sensible aux pucerons parasites, utilisant ses feuilles pour y abriter leurs larves, ils présentent très souvent des galles rougeâtre ourlant leurs feuilles ou proliférant en forme de cornes brun rougeâtre atteignant 20 cm de long (*Baizongia pistaciae*) ne mettant pas en péril le végétal.

- Il est utilisé comme porte-greffe pour le pistachier vrai. Il se reproduit par semis.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Pistachier_t%C3%A9r%C3%A9binthe , b)

http://en.wikipedia.org/wiki/Pistacia_terebinthus



Fleurs



Fruits



gorges du Gardon (France)

Galles par *Baizongia pistaciae*



\$\$

Planter en conditions arides et salines

U

37

5.5. Grenadier commun (*Punica granatum*)

• Cet arbre fruitier (famille des Lythracées) autofertile, pouvant vivre 200 ans, est cultivé pour ses fruits comestibles (les grenades) et pour les qualités ornementales de ses grandes fleurs.

• L'espèce tolère bien les sols calcaires et **salins**, une légère sècheresse (qui pourra modifier la qualité des fruits) et peut supporter de courtes périodes de gel (jusqu'à -15 °C). Il préfère les climats secs. Il se reproduit par boutures et mal par semis. Les oiseaux sont friands des fruits mûrs.

• En zone humide, le grenadier a du mal à fructifier _ car il a besoin de fortes chaleurs pendant toute la période de fructification _ sinon il est attaqué par des maladies fongiques dont il ne se remet pas.

• Le grenadier est un arbre robuste qui ne nécessite que peu de soins, mais il peut tout de même être attaqué par un puceron s'attaquant aux jeunes pousses et provoquant la fumagine, le papillon Virachola isocrates, la punaise Leptoglossus zonatus, le coléoptère xylophage Xylébore (Xyleborus dispar ...), le zeuzère (Zeuzera pyrina ...), la mouche du fruit (Ceratitis capitata), un parasite moins courant, ne sévissant que par temps très chaud en zone méditerranéenne, une maladie fongique (Aspergillus castaros), en zone humide, pourrissant les fruits de l'intérieur (à traiter par bouillie bordelaise en préventif).

• L'écorce du fruit est utilisée contre la dysenterie. Les fleurs fraîches du grenadier sont utilisées en infusion contre l'asthme.

• Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Grenadier_commun,

b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Pomegranate>



Fleurs



Fleurs et fruits (Tunisie)



5.5. Grenadier de Socotra (*Punica protopunica*)

Arbuste de 2 m à 4,5 m de haut aux feuilles persistantes, endémique de l'île de Socotra, près de la corne africaine de Somalie (genre *Punica*).

Le feuillage n'est pas brouté par les animaux, le bois ne présente aucun intérêt économique, ni comme source énergétique, ni comme matériaux technologique. Le fruits est très acide et âpre et n'est consommé ni par les humains ni par le bétail.

Aire de répartition : Son aire total de répartition occupe une zone d'une centaines de kilomètres carrés sur des terrains humides calcaires ou granitiques à une altitude de 300-1 200 m parmi les bosquets de crotons. Les implantations sont très fragmentés est présentent différentes sous-populations par exemple sur les plateaux les plus hauts il a un port prostré alors qu'il est érigé au altitude plus basses. Dans certaines zones, il est très commun et la population se régénère normalement alors qu'ailleurs, l'arbre peu pour des raisons inconnus avoir disparu ou ne présenter que quelques individus reliquaire.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Punica_protopunica,

Source : http://www.israelimages.com/see_image_details.php?idi=1087 →



Source : [http://www.viaggio-](http://www.viaggio-vacanza.it/tour_a_socotra_yemen/04_trekking_a_socotr_a_monte_skand_wadi_ayhaft.htm)

[vacanza.it/tour a socotra yemen/04 trekking a socotr a monte skand wadi ayhaft.htm](http://www.viaggio-vacanza.it/tour_a_socotra_yemen/04_trekking_a_socotr_a_monte_skand_wadi_ayhaft.htm)

Sources : <https://www.flickr.com/photos/dweickhoff/8101484247/>
https://www.flickr.com/photos/ayra_j2/galleries/72157623117840237/



? \$\$

Planter en conditions arides et salines

U

39

5.6. Arganier (*Argania spinosa*)

• Arbre endémique du Maroc (dans la région du Sud-Ouest et en particulier la plaine du Souss) ¹ et de la région de Tindouf en Algérie² (famille des Sapotaceae), aux rameaux épineux, de 8 à 10 m de haut, vivant jusqu'à 150-200 ans, il fournit l'huile d'argan, extraite de ses amandes.

- Son fruit jaune-brun à maturité contient une noix très dure abritant deux ou trois amandons.
- Un arbre produit, chaque année, de 10 kg à 30 kg de fruits environ¹⁷. Il a besoin de soleil.
- Il faut environ 38 kg de fruits (affiache) ou bien 2,6 kg d'amandons pour produire 1 litre d'huile⁹.
- Son système racinaire particulièrement profond est dépourvu de poils absorbants. Il profite d'une symbiose avec différents types de champignons pour pallier cette déficience, seuls ces derniers pouvant apporter les différents nutriments à l'arbre. La reproduction artificielle et la mise en culture de celui-ci nécessite ainsi l'inoculation de plusieurs espèces de champignons au niveau de ses racines⁴. L'aire géographique de l'arganier bénéficie d'une forte humidité, tant par les précipitations saisonnières que par une fraîcheur relative, que l'arganier piège et restitue au sol⁵. Peu exigeant en eau (climat aride à semi-aride).
- S'il est peu exigeant en matière de sol, il semble apprécier l'air humide (influence océanique).
- Pluviométrie annuelle : 150 à 250 mm en plaine; 200 à 450 mm en montagne. Source : <http://ma.chm-cbd.net>
- L'arganier supporte les températures élevées (50°C à Taroudant), mais pas les basses temp. On l'a vu résister à 7°C à Agadir.
- Les feuilles, vert sombre et coriaces, sont consommées par les dromadaires et les chèvres.
- S. Aziki estime que des forêts d'arganiers plus vastes et denses existaient autrefois mais qu'elles ont été dégradées par l'homme et ses troupeaux domestiques ⁶. Les semences peuvent être conservées au sec, plus de 8 ans.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Arganier>, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Argania>, c) <http://www.vulgarisation.net/bul95.htm>, d) <http://benjamin.lisan.free.fr/projetsreforestation/Fiche-presentation-arbre-arganier.pdf>, e) Multiplication végétative de l'arganier au Maroc (projet John Goelet), http://bft.revuesonline.com/gratuit/BFT64_304_5BellefonMonte304.pdf





\$

Planter en conditions arides et salines

U

40

5.7. Palmier-dattier (*Phoenix dactylifera*)

C'est une plante (famille des Arécacées / Palmiers, sous-famille des *Coryphoideae*), de 15 à 30 m de haut, largement cultivé pour ses fruits : les dattes.

Dans l'agriculture d'oasis saharienne, c'est la plante (et non pas un arbre, au sens botanique, car ne produisant pas de vrai bois), dominant la strate arborée des arbres fruitiers, poussant à son ombre et couvrant cultures maraîchères, fourragères, voire céréalières.

Le palmier dattier résiste à un grand écart de température (-5 à 50 °C), a un optimum de croissance entre 32 et 38 °C et ne pousse plus en dessous de 7 °C. L'activité végétative se réduit dès 40 °C et cesse autour de 45 °C. **Le givre fait des dégâts.**

La pollinisation se fait normalement par le vent. Le plus souvent à la main.

La propagation des palmiers dattiers se fait par clonage, soit par prélèvement de drageons ou rejets, soit par culture *in vitro*.

En Tunisie, on compte plus de 300 variétés^{2,3}, au Maroc, environ 150. En Algérie, plus de 1160 cultivars sont recensés.

Toutes les parties de l'arbre sont utilisées, pour faire des cordes, des paniers, des ruches, comme poutres pour les maisons ...

Il est sujet à de nombreuses maladies dont le bayoud (fusariose, champignon *Fusarium oxysporum*) etc.

Ses graines ou semences [et leur pouvoir germinatif] se conservent très longtemps.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Phoenix_dactylifera, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Date_palm,

c) Date Palm Cultivation, FAO, <http://www.fao.org/docrep/006/Y4360E/Y4360E00.HTM>,

d) http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_date_palm_diseases

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) peut tolérer environ 5 g/l de sel. Source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Halophyte>



Palmeraie d'Elche



Avant la cueillette
à Tolga (Aurès, Algérie)



Régime de dattes





5.8. Arbre de Josué ou Joshua tree (*Yucca brevifolia*)

Originaire du sud-ouest d'Amérique du Nord, de Californie, Arizona, Utah et Nevada, cet arbre (famille des Asparagacées) est à croissance rapide pour le désert; les nouveaux plants peuvent croître à un taux moyen de 7,6 cm (3,0 po) par année, dans leurs dix premières années, puis que croître d'environ 3,8 cm (1,5 po) par an par la suite ^[16]. Il tolère les sols pauvres, alcalins et salins. Il résiste à des températures entre 4 & 46°C.

Les fleurs sont produites au printemps, en panicules de 30-55 cm de hauteur et 30-38 cm de large.

Les amérindiens ont utilisé les feuilles de *Y. brevifolia* pour tisser des sandales et des paniers et ont récolté les graines et boutons floraux pour se nourrir. Les racines de ce yucca contiennent des glycosides de saponine ^[22] (toxiques).

Comme la plupart des plantes du désert, leur épanouissement floral est tributaire de la pluviométrie au bon moment. **Ils ont également besoin d'un gel de l'hiver avant de pouvoir fleurir.**

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Yucca_brevifolia, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Yucca_brevifolia;

c) *Yucca brevifolia*, <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/yucbre/all.html#94>





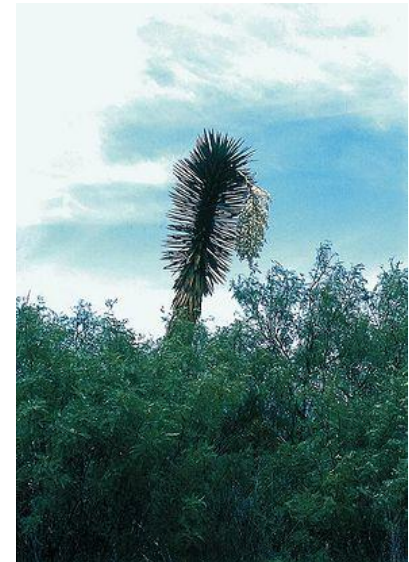
5.9. "Palmier porcelaine" (*Yucca filifera*)

Originaire des zones arides du Nord-est du Mexique, ce Yucca, très ramifié, aux feuilles droites ensiformes, se développant en rosettes en forme de grappes à la fin de chaque branche, peut atteindre 15 m de hauteur [2]. On le distingue des autres yuccas par son inflorescence de fleurs blanches, en grappe retombante [2].

Ses fleurs et ses feuilles sont utilisées au Mexique pour l'alimentation humaine. Dans l'agro-industrie, ses fibres servent à la fabrication du papier ou pour certains combustibles. La saponine extraite du tronc ou est utilisée dans l'industrie pharmaceutique et comme nutraceutique dans l'élevage. La saponine extraite des racines est toxique.

Cette plante est pollinisée par un papillon de nuit (*Tegiticula yuccasella* ^{10,11}) qui ne se trouve que dans son habitat naturel, ailleurs l'intervention de l'homme est nécessaire pour obtenir une fructification. Il prospère dans des régions sèches et semi-arides _ les précipitations annuelles moyennes sont de 250 mm, et les températures varient de 40 °C à -30 °C _ au climat subtropical tempéré par la continentalité et l'altitude (l'essentiel de cette région se trouve entre 1 000 et 1 500 m d'altitude) et dont les sols drainant sont sableux ou pierreux. Les gelées sont occasionnelles dans son aire de répartition naturelle, notamment dans la partie mexicaine du désert de Chihuahua et il peut supporter des températures minimales de -15 °C ¹⁵.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Yucca_filifera, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Yucca_filifera, c) http://es.wikipedia.org/wiki/Yucca_filifera





5.9bis. *Washingtonia* sp.

Washingtonia est un genre de la famille des Arécacées (Palmiers). Originaire du Sud-Ouest des États-Unis (Californie, du sud-ouest de l'Arizona) et du nord-ouest du Mexique, il se développe en colonies, dans les gorges et les canyons humides des régions arides. Les deux espèces (*Washingtonia filifera*, *Washingtonia robusta*) sont très cultivées en dehors de leur habitat naturel, notamment dans les pays tempérés, pour leur bonne résistance au froid qui avoisine les - 10°/-12°C. Elles ont de plus une croissance très rapide. Les Amérindiens utilisaient leurs feuilles comme chaume et faisaient de la farine avec les fruits du *Washingtonia filifera*, qui sont comestibles et présentent de bonnes qualités nutritives. les fruits sont des drupes. Parvenus à maturité, ils prennent une couleur marron-noir. Ils mesurent de 6 à 10 mm de diamètre. Le palmier jupon mesure jusqu'à 23 m de hauteur. Le palmier à jupon ou palmier de Californie (*Washingtonia filifera*) est considéré comme envahissant à Hawaii et en Australie dans la région de Perth.

Sources : a) <https://fr.wikipedia.org/wiki/Washingtonia>, b) https://fr.wikipedia.org/wiki/Washingtonia_filifera



Washingtonia filifera dans son habitat naturel (Palm Canyon, USA).



Palmiers *Washingtonia filifera* dans le Parc d'État d'Anza-Borrego Desert





5.10. Olivier (*Olea europaea*) (arbre)

Variété, domestiquée depuis plusieurs millénaires et cultivée dans les régions de climat méditerranéen, de l'une des sous-espèces d'arbre fruitier toujours verts de *Olea europaea* (famille des Oléacées), produisant les olives, un fruit consommé sous diverses formes et dont on extrait une huile alimentaire, l'huile d'olive.

Résistance à la sécheresse : En cas de sécheresse, les feuilles sont capables de perdre jusqu'à 60 % de leur eau, de réduire fortement la photosynthèse et de fermer les stomates permettant les échanges gazeux pour réduire les pertes en eau par évapotranspiration, permettant ainsi la survie de l'arbre au détriment de la production fructi-florale. C'est grâce à sa feuille que l'olivier peut survivre en milieu aride. Quand il pleut, les cellules foliaires s'allongent pour emmagasiner l'eau. Et, en cas de sécheresse, les feuilles se rétractent et bloquent l'activité de photosynthèse au détriment des fruits.

Racines : Lors de la germination du noyau, le jeune plant développe une racine pivotante. Puis en croissant, l'olivier développe un système racinaire essentiellement peu profond 60 à 100 cm à développement latéral, dont les racines principales débordent peu l'aplomb du feuillage, alors que les racines secondaires et les radicelles peuvent explorer une surface de sol considérable. Le chevelu racinaire se limite en général au premier mètre de sol et est particulièrement développé dans les zones plus humides. Au-delà du premier mètre poussent des racines permettant l'alimentation de l'arbre en cas de sécheresse. Seules les radicelles émises au cours de l'année permettent l'absorption de l'eau. Les racines de l'olivier sont capables d'extraire de l'eau en exerçant une importante force de succion de l'ordre de - 25 bars sur le sol, contre - 15 bars en général pour les autres espèces fruitières, lui permettant de prospérer là où d'autres se flétriraient. Pour limiter la concurrence hydrique entre les oliviers, l'espacement entre les arbres doit tenir compte des ressources en eau : la plantation sera plus rapprochée dans les oliveraies irriguées et plus espacée dans les vergers en culture pluviale soumis à la sécheresse.

L'Olivier cultivé (*Olea europaea europaea europaea*) descend de l'oléastre, l'olivier sauvage (*Olea europaea europaea silvestris*).

Multiplication : L'olivier peut être multiplié par différentes méthodes : noyaux d'olives (méthode hasardeuse), morceaux de souche et rejets (souquets), greffes et bouturage herbacé.

Maladie : une seule maladie est réellement mortelle pour l'arbre, le pourridié (*Armillaria mellea*). Autres maladies : Chancre ou « rogne » ou Tuberculose de l'olivier (*Pseudomonas savastanoi*), fumagine (*Capnodium oleaginum* ou *Fumago salicina*) etc.

Insectes : cochenille noire de l'olivier (*Saissetia oleae*), mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*), teigne de l'olivier (*Prays oleae*), hylésine de l'olivier (*Hylesinus oleiperda*), zeuzère du poirier (*Zeuzera pyrina*), otiorhynque de l'olivier (*Otiorhyncus cribricollis*) etc.

L'olivier cultivar '**Picual**', originaire d'Espagne, est autofertile, vigoureux, précoce, et s'adapte bien aux sols secs et **est résistant au sel** (jusqu'à 10dSm-1). Sources : a) <http://gardenbreizh.org/modules/gbdb/plante-275-olea-europaea.html>

b) Long term responses of olive trees to salinity, Agricultural Water Management, Volume 96, Issue 7, July 2009, Pages 1105–1113.



5.10. Olivier (*Olea europaea*) (arbre) (suite)

Il existe cinq autres sous-espèces d'*Olea europaea*³ :

- *Olea europaea subsp. cerasiformis* ([Madère](#) ; sous-espèce tetraploïde),
- *Olea europaea subsp. cuspidata* (la sous-espèce la plus largement répandue dans le monde : [Afrique du Sud](#) jusqu'au Sud de [Égypte](#), et du Sud de l'[Arabie](#) jusqu'en [Chine](#), régions sèches d'[Asie](#) ...),
- *Olea europaea subsp. guanchica* (îles Canaries),
- *Olea europaea subsp. laperrinei* (Massifs montagneux du Sahara : Hoggar ([Algérie](#)), Aïr ([Niger](#)), et Jebel Marra ([Soudan](#))),
- *Olea europaea subsp. maroccana* (Haut Atlas ([Maroc](#)) ; sous-espèce hexaploïde).

Production : L'olivier ne produit naturellement qu'une année sur deux en l'absence de taille, et la production s'installe lentement, progressivement, mais durablement : entre 1 et 7 ans, c'est la période d'installation improductive, dont la durée peut doubler en cas de sécheresse ; jusqu'à 35 ans, l'arbre se développe et connaît une augmentation progressive de la production ; entre 35 ans et 150 ans, l'olivier atteint sa pleine maturité et sa production optimale. Au-delà de 150 ans, il vieillit et ses rendements deviennent aléatoires.

Sa longévité est exceptionnelle, peut-être plus de 3000 ans. Il peut atteindre jusqu'à 15 m de hauteur.

Par ailleurs, des populations envahissantes ont été signalées en Australie et dans certaines îles du Pacifique. Les analyses génétiques ont démontré que ces populations ont deux origines distinctes, l'une à partir de formes cultivées méditerranéennes (Sud Australie) et l'autre à partir de formes sauvages de la sous-espèce *cuspidata* du Sud de l'Afrique (e.g. Est Australie, Hawaï). Une possibilité d'hybridation entre ces deux formes a également été rapportée⁴.

Climat et pluviométrie : L'olivier exige un climat doux, lumineux, et supporte tout à fait bien la sécheresse. Il craint plutôt le trop d'eau et donc les excès d'arrosage (apport de trente à quarante litres d'eau, une à deux fois en juillet et août, et seulement la première année après la plantation). Avec six-cents millimètres de pluie bien répartis sur l'année, l'olivier se développe et produit normalement. Entre 450 et 600 mm/an, la production est possible, à condition que le sol ait des capacités de rétention en eau suffisantes, ou que la densité de la plantation soit plus faible. Dans le sud de la Tunisie, où la pluviométrie peut être inférieure à 100 mm par an, la plupart des plantations comportent moins de vingt arbres par hectare.

L'olivier ne résiste pas en général à une température inférieure à -15 °C sauf pour certaines rares variétés (Mouflal -25 °C). De 35 à 38 °C, la croissance végétative s'arrête et à 40 °C et plus, des brûlures endommagent l'appareil foliacé, pouvant provoquer la chute des fruits, surtout si l'irrigation est insuffisante.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Olivier>, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Olive>,
c) http://fr.wikipedia.org/wiki/Olea_europaea, d) *Olea* (genre), <http://fr.wikipedia.org/wiki/Olea>

Fleurs jeunes →





\$

Planter en conditions arides et salines

U

46

5.10. Olivier (*Olea europaea*) (arbre) (suite et fin)



Fleurs



tronc



Fruits verts



Fruits mûrs



↑ Oliviers envahissants, [Adelaide Hills](#), [Australie](#)

Olea europaea ssp.
sylvestris (oléastre) à
Majorque →



← Planche d'illustration
d'*Olea europaea* par [Franz
Eugen Köhler](#) dans [Plantes
médicinales de Köhler](#).





5.11. Amandier (*Prunus dulcis*)

Arbre (famille des Rosaceae), dont les fleurs d'un blanc rosé, apparaissent avant les feuilles. C'est le premier arbre fruitier à fleurir à la fin de l'hiver.

peut atteindre 6 à 12 mètres de haut. Il vit en moyenne plus de 100 ans et se multiplie par semis ou par greffes. Son bois, de bonne qualité, s'utilise en ébénisterie.

Il valorise les terres pauvres car il peut pousser sur des sols dolomitiques, caillouteux, secs, pauvre en matière organique. Il a très peu d'exigences *sauf un sol profond et perméable*. **Il s'accommode même des sols légèrement salés** et se plaît sur les sols calcaires. L'amandier qui préfère un *sol calcaire et sec* (ph 7,5), *très perméable* pour évacuer les excès d'eau. **Il craint la pluie quand cela dure trop longtemps, surtout si le sol est lourd et non drainé.**

Les fleurs de l'amandier sont très sensibles au froid et cet arbre a besoin de lumière, de soleil et d'air sec. La pollinisation dépend essentiellement des abeilles. La récolte d'amandes fraîches (en vert) se fait manuellement en mai et juin. La récolte d'amandes sèches a lieu en septembre, octobre, lorsque l'écaille (la partie verte qui entoure la coque) est bien ouverte et sèche. Il aime le soleil, **il résiste bien à la sécheresse** (50 à 60 mm d'eau par mois pour se développer / 800 à 850 mm/an). Son fruit est l'amande et est consommable par l'Homme. L'amande est très riche en huile, protéines, glucides et vitamines. Elle contient 50 % de lipides avec en majorité des acides gras, soit en moyenne : 75 % d'acide oléique, 18 % d'acide linoléique et 7 % d'acide palmitique. Elle se mange telle quelle ou séchée. L'huile d'amande amère extraite du noyau est, depuis l'Antiquité, très utilisée pour ses propriétés cosmétiques, adoucissantes et hydratantes en cas d'inflammation cutanée (cicatrisante et anti-inflammatoire en cosmétologie). Elle adoucit et tonifie la peau et est utilisée en dermatologie. Elle est aussi laxative, utilisée par les éleveurs et vétérinaires comme purgatif pour le bétail.

Les espèces d'amandiers sauvages (*Prunus dulcis amara*) sont toxiques, alors que les amandes domestiques ne le sont pas. L'amande amère (fruit de l'amandier sauvage), est toxique pour l'homme et peut être mortelle à certaines doses car elle contient un glycoside cyanogénique (amygdaline), qui donne par hydrolyse de l'acide cyanhydrique lors de la consommation (°).

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Amandier>, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Almond>, c) http://frutales.files.wordpress.com/2011/05/manual_cultivo_almendro.pdf

(°) mais elle est utilisée dans la composition de certains médicaments.

On pourrait le faire pousser dans les **limans** (voir plus loin dans ce document).





\$

5.11. Amandier (*Prunus dulcis*) (suite et fin)

Cet arbre fruitier, à feuilles caduques, peut se multiplier par semis ou par greffes.

Maladies : Les maladies cryptogamiques comme la moniliose, l'antracnose, le *coryneum* et plus récemment le *verticillium* ainsi que les ravageurs tels que les pucerons, les scolytes, les acariens et le capnode sont les principaux agents biotiques qui compromettent la production et la longévité des amandiers. Il existe des différences de sensibilité variétale.

Des observations sur le terrain et l'intervention des services de la protection des végétaux permettent d'établir un calendrier de traitements en fonction des conditions climatiques locales et des cycles des parasites.

On cultive généralement l'amande douce *Prunus dulcis* var. *dulcis* à coque épaisse et dure, dont on se sert en pâtisserie surtout pour fabriquer la pâte d'amande. L'amande à coque tendre (*Prunus dulcis* var. *fragilis*) est aussi comestible et très appréciée pour la table à l'état frais, moins par l'industrie, car la coque très mince se brise facilement.

Même autofertile, l'amandier sera bien productif s'il est en présence d'une autre variété pollinisatrice.

L'amandier n'est généralement pas autofertile ce qui implique la proximité d'un second arbre fleuri en même temps.

Noms Scientifiques : *Prunus amygdalus* var. *dulcis*. Synonymes : *Amygdalus communis* var. *dulcis*, *Prunus amygdalus* var. *sativa*, *Prunus communis* var. *sativa*, *Prunus dulcis*.

Sources : a) <http://www.legume-fruit-maroc.com/amandier.php>, b) Maladies amandiers, <http://www.agrimaroc.net/87.pdf>, c) <http://www.jardiner-malin.fr/fiche/amandier-taille-plantation.html>

La moniliose (due à *Monilia taxa*) provoque le dessèchement des bouquets floraux. Puis des chancres se développent sur les rameaux, causant la mort des parties situées au-dessus. La criblure (due à *Coryneum beijerinckii*) se manifeste par la formation de taches circulaires brunâtres sur les feuilles, taches qui se perforent facilement. En outre, sur les rameaux naissent de petites lésions circulaires qui laissent exsuder de la gomme. Pour lutter dans les deux cas, commencer par couper les rameaux malades. Pulvériser des fongicides à base de cuivre (bouillie bordelaise), ou à base de captafol et de thirame pour la criblure. En cas d'attaques de pucerons ou de cochenilles au cours de l'été, traiter avec des insecticides spécifiques.





5.12. Figuier commun (*Ficus carica*)

Le **Figuier comestible**¹ ou **Figuier commun**², est un arbre fruitier caduque, dioïque (famille des Moracées) donnant des fruits comestibles appelés figues.

C'est le seul représentant européen du genre Figuier qui représente près de 600 espèces, la plupart tropicales.

Le figuier mâle qui ne donne pas de fruits comestibles, est aussi appelé « Caprifiguiier » (c'est-à-dire « Figuier de bouc »).

Il semble originaire d'une zone de climat tempéré chaud, englobant le pourtour du bassin méditerranéen jusqu'à l'Asie centrale.

Certaines variétés peuvent cependant atteindre 8 mètres de hauteur pour dix mètres de périmètre en conditions favorables (zone peu gélive, sol frais et fertile) - au tronc souvent tortueux, au port souvent buissonnant. **Toutes les parties de la plante (rameaux, feuilles, fruits) contiennent un latex blanc et irritant.**

Les figuiers sauvages ont pour particularité d'avoir une reproduction dépendant d'une symbiose avec un insecte : le blastophage (sauf pour les variétés parthénocarpiques dites autofertiles). Cet insecte assure la pollinisation des fleurs femelles. En retour, le figuier abrite et nourrit l'insecte, dont le cycle se déroule quasi entièrement dans la plante. L'hiver, les ovaires, transformés en galles, des fleurs femelles des figues-mammes (des plants mâles) contiennent leurs larves .

Peu exigeant, le figuier est robuste, nécessitant peu voire pas de traitements, et peut produire très longtemps.

Le chancre du figuier (*Diaporthe cinerescens*), est la seule maladie ayant une incidence économique.

Le figuier peut être cultivé sur une large gamme de sols, sable aride et pauvre, riche limon, argile lourde ou calcaire, pourvu qu'il y ait suffisamment de profondeur, de drainage et de nourriture. Le sol sablonneux demi-sec contenant une bonne dose de chaux est idéal lorsque la récolte est destinée au séchage. Les sols très acides ne sont pas adaptés. Le pH doit être compris entre 6,0 et 6,5. **L'arbre est assez tolérant à une salinité modérée**⁷. Il se développe sauvage dans les zones sèches et ensoleillées, avec des sols profonds et frais, également dans les zones rocheuses, du niveau de la mer à 1.700 mètres.

Les racines du figuier étant souvent peu profondes, il faut éviter de travailler le sol au pied de l'arbre et procéder à un paillage en été pour conserver l'humidité du sol. Le paillage permet également de réduire la sensibilité aux nématodes⁹.

Le figuier commun se bouture très facilement en prélevant durant l'hiver des rameaux d'une vingtaine de cm de long de 2 ou 3 ans d'âge soit environ 1 cm de diamètre (ou à défaut un rameau avec bourgeon terminal intact mais le taux de réussite sera alors plus faible) qu'on plante tel quel dans un substrat maintenu humide et au chaud¹². On peut aussi le multiplier par semis.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Ficus_carica, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Common_fig

Le genre Figuier (*Ficus*) représente près de 600 espèces, la plupart tropicales.





5.12bis. Figuier sycomore (*Ficus sycomorus*)

Cet arbre (famille des [moracées](#)), mesurant jusqu'à 20 m de haut et 6 m de large, pousse du [Sénégal](#) au Nord Est de l'[Afrique du Sud](#), dans la [péninsule Arabique](#) et certaines régions de [Madagascar](#), à l'exclusion des régions [tropicales humides](#).

Ses [figues](#) comestibles, de 2 à 3 cm de diamètre, passant du vert au jaune rosé, poussent en grappe tout au long de l'année. Mais elles sont souvent remplies d'[insectes](#).

Une [guêpe](#) [Ceratosolen arabicus](#), vivant en [symbiose](#) dans son fruit, l'aide à se reproduire sexuellement. Dans les zones tropicales, où la guêpe est commune, des mini-écosystèmes complexes, impliquant la guêpe, les nématodes, les autres guêpes parasites, et divers grands prédateurs, tournent autour du cycle de vie de la figue.

Les fruits comme les feuilles peuvent servir d'alimentation pour le bétail en améliorant la production de [lait](#).

Il a un port étalé donnant une ombre appréciée dans les pays chauds.

Le figuier sycomore se propage bien par [bouture](#) classique ou même par large tronçon.

Dans son habitat d'origine, l'arbre pousse généralement sur des sols riches, le long des rivières et dans les forêts mixtes.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Figuier_sycomore, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Ficus_sycomorus

c) http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Ficus_sycomorus.pdf



Pas d'indication dans la littérature sur sa résistance au sel (?).

On pourrait faire pousser les figuiers dans les limans.





5.13. Dattier du désert (*Balanites aegyptiaca*)

Cet Arbre à feuilles caduques, fixateur d'azote, très épineux, atteignant 8 m de haut, aux branches nombreuses, très ramifiées, est utilisé en agroforesterie.

Il présente des adaptations morphologiques à la sécheresse : pubescence, sclérification, feuilles coriaces, rameaux chlorophylliens réduits à l'état d'épines de 2 à 7 cm, système racinaire double (un appareil racinaire superficiel étendu capte de manière très performante l'eau immédiatement après les précipitations dans un rayon de 20 mètres et un appareil racinaire profond puise dans les réserves du sol jusqu'à 7 mètres)⁶. Il peut survivre à de grandes sécheresses, telles celles de 1972-1973 et 1984-1985⁷, jusqu'à deux ans en l'absence de précipitations⁶. Il pousse lentement. Il sert aux haies vives. L'homme le cultive au Sahel, en Égypte, au Soudan, en Arabie et en Inde⁴. Il est commun au Sénégal et en Mauritanie.

Il pousse bien en sol sablonneux et désertiques sur tout type de géomorphologie : dépressions, fond des vallées, plaines, et même montagnes. Il tolère une grande variété de types de sols, du sable à fortement argileux et des niveaux d'humidité allant d'aride à subhumide. ^[7] Il est relativement tolérant aux inondations, à l'activité de l'élevage, et aux feux ^[7].

Ses feuilles sèches tombées (*talufakt* en tamasheq) et les fleurs (*azakalkal* en tamasheq)¹ sont consommées par différents ruminants : dromadaires, chèvres et moutons, les éléphants ... Il s'agit d'un excellent pâturage, très appétent.

Le pouvoir germinatif des graines est augmentée après leur ingestion par une chèvre.

La partie jaune du fruit, au goût sucré avec une pointe d'amertume¹, est souvent consommé frais par succion, une fois débarrassé de son épicarpe. De l'huile alimentaire est également extraite des amandes. Au Mali, on fait également macérer le fruit pour produire une boisson, l'*asaborad* et l'amande contenue dans le noyau, appelée *tandilba*, est consommée après une longue cuisson¹. Les feuilles sont quant à elles séchées et réduites en une poudre utilisable dans différentes saucés^{10,11}.

Le liquide obtenu en pressant le fruit est utilisé traditionnellement pour stimuler la production de lait des mères allaitantes, et les graines sont utilisées pour traiter des troubles digestifs¹¹. L'huile est également utilisée pour soigner des problèmes cutanés⁴.

Les graines et l'écorce de *Balanites aegyptiaca* ont des effets molluscicides sur l'escargot *Biomphalaria pfeifferi* ^{[4] [10]}.

Le bois jaune pâle à brunâtre est utilisé pour fabriquer des meubles et des outils. Il fournit un bon bois de feu et un bon charbon de bois. Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Balanites_aegyptiaca, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Balanites_aegyptiaca

c) http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Balanites_aegyptiaca.pdf



Pas d'indication
dans la
littérature sur
sa résistance
au sel (?).

6. Exemples d'arbres utiles pour le fourrage, le bois et d'autres usages



Albizia lebbeck



6.1. Khejri ou Ghaf (*Prosopis cineraria*)

Il est l' Arbre de Vie à Bahreïn. Ce petit arbre, de 3 à 5 m de haut, a une durée de vie d'environ 400 ans ou plus. Il pousse dans les déserts dépourvus de toute source visible de l'eau. Le bois de *P. cinéraire* est une bonne source d'énergie, et offre un excellent charbon de bois [4] [7]. Les feuilles, appelées "Loong" en Inde et les gousses sont consommées par le bétail et sont un fourrage bénéfique [4] [7]. Au Rajasthan, en Inde, *P. cinéraire* est cultivé dans un cadre de l'agroforesterie en collaboration avec le mil [7]. L'arbre est bien adapté à une agroforesterie souple, car il a une seule épaisseur de feuillage, il est un fixateur d'azote (contribuant ainsi à enrichir le sol), et sa profonde racine évite la concurrence pour l'eau avec les cultures [4].

Comme d'autres *Prosopis* spp., *P. cinéraire* a démontré une **tolérance pour les environnements fortement alcalins et salins** [7].

L'arbre se rencontre dans des conditions extrêmement arides, avec des précipitations aussi faibles que 150 mm par an; dans ces conditions, sa présence est indicative de la celle d'une nappe d'eau profonde.

Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Prosopis_cineraria

Cet arbre ne convient pas pour la plantation dans les zones riveraines (sur les berges de rivières) ou des environnements subhumides où il peut devenir un colonisateur agressif et se propager rapidement. Source :

www.winrock.org/fnrm/factnet/factpub/FACTSH/P_cineraria.htm

Mais il est à préférer au Mesquite (*Prosopis juliflora*).



Prosopis cinéraire ou Khejri ou Ghaf (*Prosopis cineraria*).





6.1bis. *Callitris tuberculata* ou *Callitris preissii* (?) (arbre)

Callitris tuberculata est un arbuste persistant, atteignant jusqu'à 8 m, la famille de la famille des cyprès (*Cupressaceae*), originaire du sud de *l'Australie occidentale*. **Selon l'INRA, il est l'arbre le plus résistant du monde à la sécheresse.**

Note : La *cavitation* correspond à la formation d'une bulle d'air dans les vaisseaux des arbres (xylème), qui rompt la colonne d'eau et rend ainsi impossible le transport de la sève dans l'appareil vasculaire. La cavitation se produit lors d'épisodes de sécheresse sévère et conduit à la mort de l'arbre lorsqu'elle atteint des taux importants. Or le *Callitris tuberculata* possède une grande résistance à ce phénomène. Synonyme : *Callitris preissii* Miq. Selon <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew-2692923>, *C. robusta* (?) partie orientale du sud des Wheatbelts de la région de Goldfields dans le Grand désert de Victoria. *Callitris tuberculata* pousse principalement sur les collines et les plaines de sable du désert rouge et sur les dunes côtières.

Sources : a) *Extreme aridity pushes trees to their physical limits*, Larter M., Brodribb J., Pfautsch S., Burlett R., Cochard H., Delzon S., 2015, *Plant Physiology*. doi:10.1104/pp.15.00223, b) http://de.wikipedia.org/wiki/Callitris_tuberculata, c) <http://www.bordeaux-aquitaine.inra.fr/Toutes-les-actualites/Communique-presse-Callitris-tuberculata-l-arbre-le-plus-resistant-du-monde-a-la-secheresse>, Contact scientifique : Sylvain Delzon (05 40 00 38 91) Unité Biodiversité, gènes et communautés (Inra, Université de Bordeaux), d) https://fr.wikipedia.org/wiki/Callitris_preissii, e) <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew-2692900> f) <http://bie.ala.org.au/species/urn:lsid:biodiversity.org.au:apni.taxon:409007> (?)



↑ Source :

<https://www.anbg.gov.au/photo/apii/id/dig/3343>



6.2. Lebeck ou bois noir (*Albizia lebeck*) (arbre)

A évaluer (Australie), Score : 4. Risque élevé (Pacifique), le score: 7

- Arbre (famille des *Fabaceae*) pouvant atteindre 18 à 30 m de haut, originaire des régions tropicales du sud de l'Asie, il est largement cultivé et naturalisé dans d'autres régions tropicales et subtropicales. Les bovins le préfèrent en tant que fourrage.

- A Porto Rico, il apparaît dans une liste gouvernementale sur les espèces envahissantes (Federal Highway Administration, 2001). En Afrique du Sud, *A. lebeck* envahit les brousses côtières et les berges. Il est considéré comme invasive au Venezuela, dans les Caraïbes, les îles du Pacifique, à la Réunion ...

- **Habitat / écologie:** « forêts fermées tropicales, zones perturbées. Les habitats indigènes de cet arbre fixateur d'azote comprennent les bancs de sable des rivières, les savanes, les forêts et les endroits broussailleux. Il est bien adapté aux sols pauvres, **tolère le brouillard salin côtier** ». (Weber, 2003, p 36.). Souvent planté comme arbre d'ombrage à croissance rapide.

- « L'arbre produit de grandes quantités de graines et des plantules à croissance rapide et il peut atteindre des densités élevées. les surgesons de ses racines, une fois établies forment des peuplements denses » (Weber, 2003, p 36.).

- Il est souvent utilisé pour son fourrage, en agroforesterie, ses applications médicinales, son bois, comme arbre d'ombrage. Certains herbivores l'utilisent comme ressource alimentaire.

Source : a) , b) http://www.hear.org/pier/species/albizia_lebeck.htm, b) http://fr.wikipedia.org/wiki/Albizia_lebeck,

c) http://www.mi-aime-a-ou.com/Albizia_lebeck.php





6.3. Cassier (*Acacia farnesiana*)

Risque élevé, score: 14 (Australie)

C'est un acacia atteignant une hauteur de 8 à 10 m environ, à inflorescence globuleuse et fortement parfumé largement répandu dans les régions tropicales. Les branches retombantes, de cet arbuste au port érigé, sont armées de longues épines stipulaires, droites et blanches, de 1,5 à 5 cm.

Il possède une floraison en glomérules (12 mm de diamètre) [en boules] de fleurs jaunes, très parfumées.

Les graines, brunes _ dans des gousses rondes, brunes à noirâtres d'environ 7 cm de long _, mesurent jusqu'à 7 mm de long².

Usages : On extrait des fleurs une huile utilisée en parfumerie. Le feuillage est une source importante de fourrage, contenant environ 18% de protéine. En Australie, le feuillage de cet arbuste est parfois utilisé pour nourrir le bétail. L'écorce est utilisée pour son tanin ^[4]. Les feuilles sont utilisées comme un tamarin pour aromatiser les chutneys et les gousses sont torréfiées pour être utilisées dans les plats aigre-doux ^[10]. Mais son usage le plus commun est ornemental ; il peut être planté seul ou en bosquet, mais il est aussi utilisé pour constituer des haies². L'écorce et les fleurs sont, utilisées, en médecine traditionnelle, contre le paludisme, pour traiter les diarrhées et les maladies de la peau, en la frottant avec les feuilles ^[13].

Peu exigeant en ce qui concerne la nature du sol, cet arbuste préfère les situations ensoleillées et résiste à la sécheresse. Aux Antilles, on le trouve dans les fourrés épineux xérophiles.

Cette espèce est originaire d'Amérique tropicale, et répandue par l'homme dans d'autres zones chaudes du monde, comme dans de nombreux pays d'Afrique, et en Australie. Elle est commune dans les Antilles françaises.

Appelé parfois **Cassie ancienne**, **Cassie du Levant**, **Mimosa de Farnèse** (pour certains auteurs, *Vachellia farnesiana*).

Propagation : par les graines. Durée de vie : 25 à 50 ans. **Il prospère dans les endroits secs, salins, ou les sols sodiques.**

Il est considéré comme envahissant en Australie (Nouvelle-Galles du Sud), aux Fidji.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cassier>, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Vachellia_farnesiana,

c) http://www.hear.org/pier/species/acacia_farnesiana.htm





\$

Planter en conditions arides et salines

U

57

6.4. *Acacia seyal*

Arbre épineux à l'écorce verdâtre ou rougeâtre pâle de 6-10 m (20-30 pi) de hauteur. Avec l'[*Acacia senegal*](#), il s'agit d'une des deux espèces produisant de la [gomme arabique](#). La gomme obtenue à partir de cette espèce est de consistance plus friable¹. (ou *Vachellia seyal* selon certains auteurs).

Ses fleurs sont réparties dans des grappes rondes jaunes claires d'environ 1,5 cm dans (0,5 po) de diamètre. Ses épines peuvent atteindre 7-20 cm de long. Dans *Vachellia seyal* var. *Fistula*, plus fréquente sur les sols argileux lourds, la base renflée de des épines offrent un abris à certaines fourmis symbiotiques ^[4].

Son aire de distribution va de [Egypte](#) au [Kenya](#) et à l'ouest du [Sénégal](#). Au [Sahara](#), il pousse souvent dans les vallées humides. Cette espèce comprend plusieurs variétés distinctes : Selon [Catalogue of Life](#) (19 juin 2013)² :

variété *Acacia seyal* var. *fistula* et variété *Acacia seyal* var. *seyal*

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Acacia_seyal, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Vachellia_seyal

Famille des [Fabaceae](#), sous-famille des [Mimosaceae](#), selon la classification phylogénétique.





6.5. *Faidherbia albida* (syn *Acacia albida*)

Arbre épineux (famille des Fabaceae) mesurant jusqu'à 30 m de hauteur et 2 m de diamètre, originaire d'Afrique et du Moyen-Orient.

Sa racine pivotante pénétrant profondément le sol (jusqu'à 15 m de profondeur²) le rend très résistant à la sécheresse. Il pousse dans des zones recevant 250-600 mm de précipitations annuelles. Le *Faidherbia albida* a une stratégie de vie inversée par rapport à la plupart des arbres de zones arides. Il est le seul arbre de la zone semi-aride Sahélienne à perdre ses feuilles à la saison des pluies et à reverdir en fin de saison des pluies, en prolongeant sa période de feuillaison en saison sèche (« phénologie inversée »). Perdant ses feuilles en début de la nouvelle saison des pluies, elles se décomposent mieux. C'est une espèce intéressante pour l'agroforesterie car elle offre un ombrage et un fouage apprécié du bétail. L'arbre s'alimente dans les nappes phréatiques profondes et ne concurrence pas les cultures, de plus sa litière améliore les sols. En pleine saison sèche les stomates se ferment et les feuilles réduisent de moitié leur « pertes » d'eau, avec alors une moindre capacité photosynthétique, probablement liée à un manque d'azote disponible et mobilisable par l'arbre. Ils sont capables, en saison des pluies, de changer de stratégie et de prélever alors leur eau près de la surface. Ils évoapotranspirent beaucoup d'eau, surtout en début de la saison sèche (+/- 400 litres/jour pour un arbre dont le tronc mesure 65 cm de diamètre, cependant, comme il y a peu de ces arbres par hectare, leur rôle de transfert d'eau de la nappe vers l'atmosphère reste limité, bien qu'atteignant environ 5 % des pluies³.

Ses fleurs fournissent du pollen aux abeilles à la fin de la saison des pluies, quand la plupart des autres plantes locales n'en ont pas. Les gousses sont très importantes pour l'alimentation du bétail (bovins, dromadaires, etc.). Ses fruits et ses feuilles sont utilisés dans la pharmacopée traditionnelle. L'arbre fournit également du bois et le tannin de son écorce.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Faidherbia_albida, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Faidherbia_albida,

c) http://database.prota.org/PROTAhtml/Faidherbia%20albida_En.htm, d) <http://www.fao.org/docrep/006/s4009f/S4009F22.htm>



↑ Palmiers rônier et Faidherbia poussants en agroforesterie dans un champ de maïs.

Système de racines d'*Acacia albida*⁵⁸



6.5. *Faidherbia albida* (syn *Acacia albida*) (suite et fin)

L'acacia *Faidherbia Albida* est considéré par les populations soudano-sahéliennes comme l'« arbre miracle » du fait de ses nombreuses fonctions et de sa capacité à pousser dans des sols sablonneux semi-arides.

Sources : a) Les moissons du futur, Marie-Monique Robin, ARTE, <http://www.arte.tv/fr/faidherbia-l-arbre-miracle/6984730,CmC=6984954.html>

Il tolère l'inondation et la **salinité saisonnière** mais ne peut pas **supporter les sols argileux lourds** (selon l'ICRAF).

Sources: a) <http://benjamin.lisan.free.fr/projetsreforestation/Fiche-presentation-Faidherbia-albida.pdf> ,

b) *Faidherbia albida*, World Agroforestry Centre (ICRAF),

<http://www.worldagroforestry.org/sea/products/afdbases/af/asp/SpeciesInfo.asp?SpID=1>





6.6. *Acacia dudgeoni*

Petit arbre ou arbuste avec une houppe étalée [au port étalé], à fleurs blanches, en grappes de 2,5 à 6,0 cm de long.

Gousse oblongue, aplatie, glabre, 3,0-8,0 x 1,5-2,5 cm, brun pâle, comme du papier, ressemblant à ceux d'*Acacia Sénégal*. Préfère les sols à texture moyenne à fine.

Distribution : Écozones soudaniennes et guinéennes, dans des conditions de sol relativement humide dans le sud du Sahel (vallées étages, autour des étangs, etc.).

Produits et utilisations : broutage / pâturage, bois de service, bois de feu, charbon de bois, de fibre (racines), médecine (anti diarrhéique) et la réhabilitation des terres et des sols.

Il s'hybride avec *Acacia laeta* et *Acacia Sénégal* dans leur zones de chevauchement.

Sources : a) <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/gbase/DATA/Pf000353.htm>

b) *L'acacia au Sénégal*, IRD,

<http://horizon.documentation.ird.fr/exl->

[doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010016064.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010016064.pdf)





\$\$

Planter en conditions arides et salines

U

61

6.7. *Acacia senegal* ou *Senegalia senegal*

Cet arbre épineux, encore appelé *gommier blanc*, peut atteindre une hauteur de 5-12 m et un tronc de 30 cm de diamètre ¹ [2]. Il peut être multiplié par semis ou boutures.

S. Sénégal est la source de la gomme arabique de la plus haute qualité dans le monde. On tire de l'exsudat de l'acacia Sénégal la gomme arabique, utilisée à large échelle dans les industries pharmaceutique, alimentaire, cosmétique et textile (elle est utilisée comme additif alimentaire, dans l'artisanat, et comme cosmétique). On le récolte en pratiquant des entailles dans le tronc et les branches de l'arbre. Le bois très dense sert à fabriquer des manches d'outils et à produire un charbon de haute qualité. L'écorce est riche en tannins et est utilisée dans la pharmacopée populaire pour ses propriétés astringentes et expectorantes. Le jeune feuillage est très utile comme fourrage ^[4] (les éléphants, les girafes ... l'apprécient). Les graines séchées sont utilisées comme nourriture par l'homme ^[4]. L'écorce de l'arbre et ses racines sont utilisées pour fabriquer de la corde ^[4].

Comme les autres espèces de légumineuses, *S. Sénégal* fixe l'azote dans les rhizobiums ou bactéries fixatrices d'azote qui vivent dans les nodules des racines . ^[3] Cette fixation de l'azote enrichit les sols pauvres où il est cultivé, permettant la rotation d'autres cultures dans les régions naturellement pauvres en éléments nutritifs. Sa croissance est lente.

Il est adapté aux régions chaudes et sèches, même à des pluviométries pouvant atteindre 300 à 500 mm par an.

Il aurait des propriétés médicinales et traiterait les saignements, la bronchite, la diarrhée, la gonorrhée, la lèpre, la fièvre typhoïde et les infections des voies respiratoires supérieures ^[4] (à vérifier).

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Acacia_S%C3%A9n%C3%A9gal, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Senegalia_senegal, c) http://database.prota.org/PROTAhtml/Acacia%20senegal_En.htm



De 2003 à 2007, le prix de la tonne de gommages est passé de 1500 \$ à 4500 \$.





6.8. Arbre Salam (*Acacia ehrenbergiana*)

Arbuste d'environ 4 ½ m de haut, *très résistant à la sécheresse*, présent dans le Sahara, au nord du Sahel, Afrique de l'Est et de l'Arabie.

Il peut survivre dans les zones avec une gamme de précipitations entre 50 et 400 millimètres (2,0 et 15,7 po) par an ^[3]. Il croît généralement dans les dépressions et des ravins peu profonds, les lieux où l'on peut s'attendre que l'eau s'infiltre dans le sol, lors des rares occasions où la pluie tombe ^[3]. Il est souvent dominant dans le type de végétation de la zone dans laquelle il se développe. Il est important qu'il ne soit pas surexploité en raison de son importance pour les peuples autochtones ^[1].

Le feuillage d'*Acacia ehrenbergiana* est utilisé pour l'alimentation du bétail et les arbres sont parfois étêtés à cet effet ^[3]. Il s'agit d'une plante fourragère importante pour les chameaux, les chèvres et les moutons. Les fleurs sont visitées par les abeilles qui font du miel d'*acacia* à partir du nectar ^[3]. Le bois est utilisé pour le charbon de bois et le bois de chauffage. La fibre de l'écorce sert à faire des cordes. La sève produit une faible qualité de gomme qui suinte de parties endommagées du tronc. Une pommade est faite à partir de parties broyées la plante ^[3] ^[1].

Difficultés pour sa multiplication : faible taux de germination des graines et une forte mortalité des semis. Il existe une technique de multiplication in vitro (voir biblio ci-dessous).

La plante ressemble un peu à *A. seyal* avec lequel il a été parfois confondu.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia_ehrenbergiana, b) http://plants.istor.org/upwta/3_271, c) The useful plants of west tropical Africa, Vol 3, Burkill, HM 1985. d) *In vitro regeneration and multiplication for mass propagation of Acacia ehrenbergiana Hayne: a potential reclamation of denude arid lands*, S. B. Javed, M. Anis, P. R. Khan, I. M. Aref, Agroforestry Systems, June 2013, Volume 87, Issue 3, pp 621-629 (article payant), <http://link.springer.com/article/10.1007/s10457-012-9583-8>





6.9. *Acacia raddiana* (*Acacia tortilis* subsp. *raddiana*)

Arbuste puis arbre, au port en parasol, à rameaux âgés blanc ivoire, aux fleurs blanches en capitules denses de 1 à 2 cm de diamètre et aux longues épines droites, généralement blanches. Gousses contournées en spirale.

La plante est connue pour tolérer une haute alcalinité, la sécheresse, les températures élevées, les sols sablonneux et caillouteux, des surfaces d'enracinement en pente forte, et à un fort criblage par le sable.

Habitat : Il est présent depuis le niveau de la mer (au Sénégal par exemple) _ en Afrique tropicale, en Arabie, au Sahara septentrional, central et méridional (probablement l'arbre le plus commun du Sahara) _ jusqu'à 2 100 m dans l'Ahaggar. À cette altitude cependant les individus deviennent rabougris. Il est fréquent dans les zones les plus sèches le long des cours d'eau temporaires, sur des sols à la fois légers et bien drainés. Il est utilisé pour reverdir le désert. Sa croissance est lente.

Usages : Il a de l'intérêt dans l'alimentation animale et occasionnellement humaine (disettes). Les gousses et les feuilles qui poussent abondamment sur l'arbre, sont utilisées comme fourrage pour les animaux du désert.

Sur le plan de la médecine traditionnelle, il fournit un cicatrisant des plaies réputé efficace. Son bois constitue un combustible recherché (bois de chauffe et charbon de bois) et un matériau très apprécié dans l'artisanat (mortiers, plats, etc.).

Sources : a) <http://www.sahara-nature.com/plantes.php?aff=nom&plante=acacia%20tortilis%20raddiana>,

b) http://fr.wikipedia.org/wiki/Acacia_tortilis, c) http://en.wikipedia.org/wiki/Vachellia_tortilis,

d) https://de.wikipedia.org/wiki/Vachellia_tortilis





6.10. *Acacia ampliceps*

Arbuste ou petit arbre 2-8 m de haut, aux fleurs blanc ou de crème par 25-50 formant une boule.

Durée de vie: jusqu'à 50 ans. Il nécessite 200-800 mm et 3-7 mois de saison des pluies. Il peut être trouvé sur les sols sableux ou limoneux alluviaux **ou alcalins**. Il est très tolérant à la salinité. L'arbre est sensible au gel.

A. ampliceps fait parti, avec *A. bivenosa*, d'un complexe qui comprend également *A. ligulata*, *A. salicina* et *A. sclerosperma*, bien que les trois derniers sont morphologiquement très différents du premier.

Usage : bois dur rond, bon combustible, bon fourrage, les graines sont consommées par les humains. Il se propage par ses semences.

Note : *A. ampliceps*, *A.* et *A. bivenosa sclerosperma* se développent bien au Sahel et Cap-Vert, mais pas *A. ligulata* et *A. salicina* (Delwaulle, 1979; Hamel, 1980; Cossalter, 1985, 1986, 1987).

Tandis que les trois autres *A. sclerosperma*, *A. ligulata* et *A. salicina* se développent très bien dans les zones arides méditerranéennes de Tunisie et d'Israël (Le Houérou et Pontanier, 1987). *A. sclerosperma* est donc le seul du groupe à être en forme à la fois au Sahel et dans les terres arides du bassin méditerranéen dans l'état actuel des espèces introduites dans les deux écozones. En raison de son port buissonnant, complexe, s'étendant latéralement, *A. sclerosperma* est particulièrement adapté à des projets de lutte contre l'érosion (Dommergues et al., 1999).

Sources : a) <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000362.htm>,



Plantation en Australie.

Source : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>





6.11. *Acacia nilotica*

Risques modérés (USA).

Le **gommier rouge**, un arbre de 5 à 20 m de haut (en zone humide), avec une couronne sphérique, est originaire d'Afrique de l'Est et du sous-continent indien.

Les tiges et les branches sont généralement de couleur noire, écorce fissurée, gris-rosé, exsudant une gomme rougeâtre de faible qualité mais qui est comestible, et est utilisée dans la confection de confiserie.

Habitats : habitats riverains et zones inondées, de façon saisonnière, au sein de son aire d'origine. Cependant, dans les région d'introduction, il se propage en dehors des zones ripisylves par le bétail et ses pousses.

Cet arbre aux "multi usages" est utilisé aussi bien comme fouillage pour les herbivores, pour la reforestation des zones en voie de désertification, pour la production de gomme arabique, de tanin, de colorants, de bois de chauffage, ainsi que ses propriétés médicinales (vermifuge, contre les hémorragies internes, la diarrhée, et pour les problèmes de peau. Il est utilisé en Afrique comme hémostatique et cicatrisant. Il est également préconisé dans le traitement des dysenterie, les aphtes et des gingivites. C'est un antidiarrhéique puissant). Les fleurs produisent un miel de bonne qualité.

L'*Acacia nilotica* est considérée comme une plante invasive en Australie (risque élevé, score : 14).

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Acacia_nilotica, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Vachellia_nilotica

c) http://database.prota.org/PROTAhtml/Acacia%20nilotica_En.htm





?

Planter en conditions arides et salines



66

6.12. *Bauhinia rufescens*



Arbuste de la famille des Fabacées, de 1-3 mètres de haut, mais pouvant atteindre 8 mètres, originaire des régions semi-arides de l'Afrique comme le Sahel, où il est fréquent.

Les rameaux sont disposés dans un même plan, les plus petits sont en forme d'épines. L'écorce est grise, lenticellée. Les feuilles sont petites, fortement bilobées, gris-vert mat, persistantes. Les fleurs sont jaune-verdâtre à blanc rose, de type cinq, groupées en racèmes de 5 cm. Ses gousses sont indéhiscentes, contournées en spirale et brun foncé, presque noires à maturité ; elles contiennent de 4 à 10 graines.

La multiplication par graines après traitement à l'eau bouillante et refroidissement lent donne un taux de germination de 40%.

Sols : peu exigeant, sur des sites secs et sablonneux, pierreux, également sur des sols argileux latéritiques, souvent dans des terres en jachère. Elle est rustique et pousse sur tous les types de sol. Espèce recommandée pour la création de haies-vives défensives, fourragères ou ornementales.

Bauhinia fixe l'azote de l'air. C'est un arbuste fourrager important : la valeur fourragère des rameaux feuillés est de 0,12 UF/kg et celle des gousses vertes ou sèches est de 0,94 UF/kg. Les rameaux sont appréciés des ovins, des caprins et des chameaux, les feuilles par les bovins. L'écorce est tanifère. Elle est découpée en bandes pour tresser des cordes.

De nombreux usages en pharmacopée : fébrifuge, diurétique, antientéralgique et autres usages. Le bois est brun clair à grain fin. On l'utilise en charpente, sculpture, artisanat et comme bois de feu. Il est également utilisé comme plante ornementale.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Bauhinia_rufescens,

b) (CIRAD) <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/92/75/PDF/Bauhinia-rufescens.pdf>,

c) <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/data/pf000148.htm>

d) <http://ne.chm-cbd.net/biodiversity/la-diversite-biologique-vegetale/les-especes-vegetales-et-leurs-utilites/bauhinia-rufescens>



66



?

Planter en conditions arides et salines

U

67

6.13. Arbre pilon ou Casse du Sénégal (*Cassia sieberiana*)

Cassia sieberiana est un arbre caduque, de 10-20 mètres de hauteur, ayant des fleurs jaunes très lumineuses (famille des [Fabaceae](#)).

On le trouve dans la partie sud du Sahel, au Sénégal, Soudan et Ouganda. On le trouve aussi en Afrique de l'Est ^[2].

Dans les régions très sèches, c'est un arbuste. En général, il n'est jamais seul et pousse au sein de groupes d'autres plantes ^[2].

Il pousse mieux dans les sols bien drainés et humides avec une pluviométrie annuelle d'environ 500 mm (20 pouces).

L'extrait doux des tiges est utilisé comme nourriture ^[3]. Des bâtonnets à mâcher peuvent également être fabriqués à partir de la racine. Il a de nombreuses utilisations médicinales. Les racines sont utilisés comme diurétique et vermifuge et pour traiter des maladies telles que l'éléphantiasis, la lèpre, la diarrhée, les hémorroïdes, la dysenterie et les maladies vénériennes ^[2]. Il peut également être utilisé pour soulager les symptômes, liés au cycle menstruel, et les douleurs. D'autres utilisations incluent le traitement des oreilles avec la racine et les graines. Les graines sont aussi utilisés comme sédatifs. L'écorce de racine est également utilisée en outre pour l'hydropisie, l'enflure et la goutte. Enfin, les feuilles aident à traiter les symptômes de l'arthrite et les rhumatismes ^[4]. Les gousses font également l'objet d'un commerce local, en particulier comme vermifuge.

Sa racine est très utilisée comme tonique et aphrodisiaque en poudre ou en macération (allégations à vérifier).

Cassia sieberiana est utilisé pour fabriquer des outils, des pilons, mortiers, et également utilisé pour la construction car c'est un bois très dur, **résistant aux termites**. En outre, il est aussi un arbre d'ornement en raison de ses fleurs aux couleurs vives.

Il est présent dans les savanes arborées ou arbustives où la **pluviométrie annuelle est inférieure à 800 mm**. Il pousse le plus souvent dans les lieux argileux (°). Il est principalement multiplié par graines.

Sources : http://en.wikipedia.org/wiki/Cassia_sieberiana, http://database.prota.org/PROTAhtml/Cassia%20sieberiana_Fr.htm,

(°) Selon http://www.seyilaabe-htkm.com/2011/01/la-chronique-du-mardi-au-jardin_11.html

Note : Selon la base de données PROTA, il préfère un sol sableux et acide (!).

Contradiction ! Donc donnée à vérifier.





? \$

Planter en conditions arides et salines



6.14. Mopane ou Mopani (*Colophospermum mopane*) U

Arbre caduque d'Afrique australe, de 4 et 18 m de haut. Sa feuille en forme de papillon et sa gousse fine et fragile sont caractéristiques. Il dégage une forte odeur de térébenthine. Ses graines sont résineuses.

L'arbre existe exclusivement en Afrique. Il pousse dans les régions chaudes et sèches [sans gel] situées de 200 à 1 150 mètres d'altitude des parties les plus septentrionales de l'Afrique australe (°). Selon leur taille, ils sont regroupés en fruticées ou en forêts, forêts parfois comparées à des cathédrales de mopanes (jusqu'à 30 m). Il est de la famille des Caesalpinaceae.

Il pousse dans les sols alcalins (à haute teneur en chaux (calcaire ?)), peu profonds et mal drainés. Il croît aussi dans les sols alluviaux (formés par les sédiments déposés par les rivières). Il pousse mal en dehors des zones chaudes et arrosées par des pluies estivales. Pluviométrie annuelle moyenne : 200-800 mm. Sa croissance est lente.

La forte densité du bois lourd de *mopane* le rend résistant aux termites et pour cette raison et pour sa riche couleur rougeâtre, il est depuis longtemps utilisé dans la construction de maisons, palissades, planchers, traverses de chemin de fer ou bois de soutènement de mine. Il est également de plus en plus utilisés dans la fabrication d'instruments de musique, en particulier des instruments à vent (clarinettes ...), le *Dalbergia melanoxylon* (ébène du Mozambique ou grenadille), étant de plus en plus difficile à trouver. Il est assez huileux, sèche très bien avec peu de fentes et donne aux instruments un son chaud et riche¹.

Il fournit des brindilles à mâcher en guise de brosse à dents. Son écorce est employée pour fabriquer de la ficelle et des produits de tannage. Il a des usages médicaux (ses feuilles aideraient à la cicatrisation des plaies...). Son écorce est employée pour fabriquer de la ficelle et des produits de tannage. L'arbre est une source importante de nourriture pour le ver mopane (chenille de la pyrale de l'*Imbrasia belina*). Les chenilles sont riches en protéines et couramment consommées. La vente de vers mopane grillés ou séchés contribue significativement à l'économie rurale. L'arbre agit également comme plante hôte du vers à soie sauvage d'un papillon de nuit (*Gonometa rufobrunnea*). Les cocons sont récoltés pour donner de la soie sauvage. Le bois est aussi utilisé pour faire du charbon de bois. **Son écorce résiste aux feux. Il ne supporte pas le gel.**

(°) en Afrique du Sud, Zimbabwe, Mozambique, Botswana, Zambie, Namibie, Angola et Malawi.

(Seule espèce du genre *Colophospermum*, de la famille des légumineuses (*Fabaceae*)). Il peut fournir un fourrage aux bovins.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Mopane>, b) http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Colophospermum_mopane.pdf,

c) <http://en.wikipedia.org/wiki/Mopane>, c) <http://www.plantzafrica.com/plantcd/colomopane.htm>



ver de mopane
(*Gonimbrasia belina*)



Planter en conditions arides et salines

69

6.15. Karanj ou arbre de pongolote (*Millettia pinnata*)



Arbre (famille des *Fabaceae*), à *croissance rapide*, fixateur d'azote, résidant en zone tropicale ou subtropicale humide (250 à 2500 ml/an) mais résistant à la sécheresse. Il pousse en plein soleil, **sur des sols difficiles, même salés.**

L'arbre pousse dans la plupart des sols (sablonneux et rocheux, calcaires ...), même avec ses racines dans l'eau salée [7].

Il « s'auto-ensemence » fortement et peut propager ses racines latérales jusqu'à 9m. S'il n'est pas géré avec soin, il peut rapidement devenir une espèce envahissante [10] (c'est le cas en Floride). **Ses racines peuvent menacer les fondations de maisons.** Cependant, son réseau dense de racines latérales rend cet arbre idéal pour contrôler l'érosion des sols et fixer les dunes de sable [6]. Précipitations annuelles de 500 -2500 mm (20-100 po). Températures : de -3°C à 50°C.

L'Inde encourage actuellement fortement la plantation de cet arbre ainsi que de l'arbuste *Jatropha curcas* dans les zones impropres aux cultures traditionnelles, ceci dans l'optique de produire de l'huile végétale.

On peut planter 200 arbres par hectare et chaque arbre permet de produire dès la 6 ou 7^e année de 25 à 40 kg de fruits dont la teneur en huile est de 30 à 35 %. Une personne peut récolter chaque jour (8 heures de travail) 180 kg de fruit. Les rendements moyens sont de 5 tonnes/hectare/an la dixième année. Tandis qu'avec *Jatropha curcas* avec lequel il faut attendre 3 ans pour obtenir de le rendement maximal, avec *Millettia pinnata*, cette phase de maturation dure 4 à 5 ans. Les tourteaux obtenus après extraction de l'huile sont d'excellents fertilisants. Il est souvent utilisé à des fins d'aménagement paysager comme brise-vent ou arbre d'ombrage, en raison de sa couronne large et dense et de ses fleurs odorantes voyantes. Son bois est utilisé pour faire des poteaux et des manches d'outils [6]. **Tandis que l'huile et les résidus de la plante sont toxiques et vont induire des nausées et des vomissements en cas d'ingestion**, les fruits, avec les graines (**toxiques**), et les pousses sont utilisés dans de nombreux remèdes traditionnels [7]. Les jus de la plante, ainsi que l'huile, sont antiseptiques. L'huile faite à partir des graines (en contenant 25-40%), connues sous le nom d'huile de pongamia, est utilisé comme huile de lampe, lubrifiant et pour fabriquer du savon.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Millettia_pinnata, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Millettia_pinnata,

c) <http://davesgarden.com/guides/pf/go/93109/#b>





6.16. Arroche halime, pourpier de mer ou arroche marine (*Atriplex halimus*)

Originnaire d'Afrique et du Sahara au Maroc, c'est un arbuste fouurrager, halophyte (°) de 1,5 m à 2 m de haut¹ (famille des Amaranthaceae). Avec son réseau très dense de rameaux dressés à partir du sol, il forme des buissons très touffus, impénétrables. *Sa croissance est rapide* et il peut s'étendre grâce à ses rejets souterrains.

Car tolérant des conditions sévères de sécheresse (très résistante à la sécheresse et aux embruns) et pouvant grandir dans des sols très alcalins et salins, cette plante est souvent cultivée comme fourrage et utilisée pour valoriser les zones dégradées et marginales. Elle supporte bien la taille. L'arroche marine est souvent plantée pour constituer des haies brise-vent sur le littoral. Les feuilles de l'arroche marine sont consommées crues dans les salades, dans certains pays d'Europe. Dans les zones arides d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, **elle constitue un fourrage très apprécié du bétail¹** (notamment pour les dromadaires). Les extraits des feuilles ont montré des effets hypoglycémiques importantes ^[1]. (°) qui pousse en terrain salé.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Atriplex_halimus, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Atriplex_halimus

Elle sert à la fixation biologique des dunes mobiles (par exemple, en Tunisie).





Planter en conditions arides et salines

6.16bis. Grande arroche (*Atriplex lentiformis*)

U



71

Atriplex lentiformis est originaire du Sud-Ouest des États-Unis et le nord du Mexique, où elle pousse dans les habitats salins ou les sols alcalins, comme les marais salants et les lacs asséchés, sur le littoral, et dans les broussailles du désert. Il peut également être trouvée dans les sols annulaires non salins sur les berges et les bois.

Cet arroche est un arbuste, fortement ramifié, atteignant un à trois mètres de hauteur et généralement plus en largeur.

Ce "Saltbush" peut atteindre 3,5 mètres (11 pi) de hauteur et de largeur dans les endroits les plus avantageuses, avec la forme d'une grande hémisphère aplatie, avec des hémisphères adjacentes fusionnant en un fourré impénétrable. Sa hauteur maximale est atteinte lorsqu'une source d'eau souterraine fournit une humidité abondante et les conditions de sol salin sont optimales. *Atriplex lentiformis* est utilisé dans la restauration d'habitats riverains [2].

Cependant, les espèces envahissantes _ le Tamaris - *Tamarix ramosissima* et le virevoltant ou Tumbleweed (de l'anglais, littéralement « l'herbe qui tourne ») (*Lechenaultia divaricata*) et l'arroche rosée ou oracle Tumbling - *Atriplex rosea* _ sont des concurrents t problématiques [sérieux], pour cette plante.

Cette plante des prés salés (saltbush), *A. lentiformis*, et *Atriplex canescens* sont des plantes alimentaires pour le papillon aux « ailes de suie » (« Sootywing ») *Hesperopsis alpheus*.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Atriplex_lentiformis

Elle sert à la fixation biologique des dunes mobiles



71



6.17. Les soudes (genre *Salsola* sp.)

Le genre *Salsola* regroupe des **plantes halophytes**, présentes dans les **prés salés**, sur le littoral sablonneux.

	Soude vermiculée (<i>Salsola vermiculata</i>) En anglais : Salicorne de Damas ou Méditerranéenne	Il s'agit d'un arbuste à feuilles persistantes, hermaphrodite, jusqu'à 1,5 m de haut, très branchu, très irrégulier en taille, parfois complexe. Le tronc et les branches principales sont très fissurés à écorce grise. Habitat : tous types de terrains ou semi-arides, plus ou moins salés, ou côtiers intérieurs. Espèces pastorales utilisée pour le rétablissement des parcours en milieu aride. Source : http://es.wikipedia.org/wiki/Salsola_vermiculata Invasive aux USA : a) http://www.invasive.org/browse/subinfo.cfm?sub=4550 , b) http://www.cdfa.ca.gov/plant/ipc/weedinfo/salsola-vermiculata.htm
 	Soude commune (<i>Salsola soda</i>) en anglais : Salicorne à feuilles opposées.	C'est une plante annuelle succulente pouvant mesurer 70 cm de haut originaire du bassin méditerranéen, qui peut être irriguée avec de l'eau salée ou non salée. On en trouve sur le littoral Atlantique de la France et du Portugal et sur la côte de la mer Noire. Il s'est naturalisé le long de la côte Pacifique de l'Amérique du Nord, et l'on se préoccupe de son caractère invasif en Californie dans les marais salants. Il est également naturalisé en Amérique du Sud. Son goût est herbacé et légèrement salé avec une texture croquante agréable. La plante est le plus souvent cuite et consommée comme légume-feuille. <i>Salsola Soda</i> a été étudié comme une « plante de compagnonnage désalinisatrice » pour les cultures des tomates et poivrons quand ils sont cultivés en sols salins. <i>Salsola</i> extrait assez de sodium du sol, améliorant la croissance de la plante cultivée. Un meilleur rendement des cultures en résulte malgré la concurrence des deux plantes pour le reste des minéraux du sol. Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Soude_commune,



?



Planter en conditions arides et salines



U

73

6.18. Nitres, genre *Nitraria sp.* (arbuste)

Nitraria est un genre comprenant 9 plantes à fleurs de la famille des Nitrariaceae.

	Nitre du bush <i>Nitraria billardierei</i>	<u>plante vivace</u> arbustive <u>tolérant le sel</u> . On le trouve souvent dans les zones salines, argileuses, ou des zones qui ont été surexploitées. Les fruits sont comestibles, dit le goût des raisins salées, et ont été mangés par <u>les Australiens autochtones</u> [3]. Les fruits peuvent aussi être transformé en confiture ou séché et stocké. C'est un arbuste large et bas, jusqu'à 2 mètres (7 pi) de hauteur et 4 m de large [4]. En Australie, sa propagation et sa germination sont facilitées, grâce à la consommation de fruits par <u>les émeus</u> [5].
	<i>Nitraria retusa</i>	<u>arbuste</u> ou un buisson tolérant le sel . La plante pousse à 2.5m de haut, mais il est généralement inférieure à 1 m de hauteur. Il a de minuscules fleurs parfumées, blanc à vert, et un petit <u>fruit</u> rouge comestible. La plante est originaire des régions désertiques du nord de <u>l'Afrique</u> (Tunisie ...), où elle pousse dans <u>la succession primaire</u> sur des <u>dunes de sable</u> arides. Il est lié aux sols gypseux ou salés. Cette espèce indique également une nappe phréatique peu profonde. Son enracinement est puissant et pivotant, mais sa croissance assez lente. Elle est utilisée pour la fixation biologique des dunes littorales et la régénération des pâturages salés.
	<i>Nitraria tangutorum</i>	<i>Nitraria tangutorum</i> Bobr. appartient à la famille <i>Zygophyllaceae</i> . Son aire de distribution se situe principalement dans la région du Xinjiang du Nord, en Chine. Il est aussi appelé "cerise du Désert". La consommation de ses fruits nourrit l'estomac, la rate et les poumons. En médecine chinoise, il est utilisée pour aider à la digestion, apaiser les nerfs, la lactation, prévenir la neurasthénie, et favoriser la circulation sanguine. Il contient une grande variété de nutriments, y compris de la vitamine C, des polysaccharides, des acides gras insaturés, des protéines, des acides aminés. Cette halophyte typique du désert joue un rôle écologique important en raison de sa meilleure tolérance aux graves sécheresses et à des fortes salinités (Source : Halophytes database, http://www.sussex.ac.uk/affiliates/halophytes/index.php).



6.18bis. *Nitraria retusa* (arbuste)

Noms communs. Hassaniya: aguerzim; pulaar: guiyel goti; anglais: salt tree.

Famille. Zygophyllaceae.

Caractéristiques. Buisson épineux de 1,5 m de hauteur, vert toute l'année, aux feuilles grasses à peu près triangulaires, alternes et diversement colorées (vertes, jaunes ou rouges). Les fleurs sont jaunâtres et les fruits rouges. Il accumule souvent le sable sous forme de nebkas parfois importantes. **Il est lié aux sols gypseux ou salés.** Cette espèce indique également une nappe phréatique peu profonde. Son enracinement est puissant et pivotant, mais sa croissance assez lente.

Distribution. D'origine méditerranéenne, *Nitraria retusa* est limitée en Mauritanie au littoral dans la **zone de salure des nappes phréatiques**. Elle est très prospère du Cap Blanc au bas-delta du Sénégal. Elle est aussi présente dans la *wilaya* du Zemmour.

Multiplication. Elle se fait par graines, en pépinière ou en milieu naturel. La capacité de germination est bonne.

Utilisations. Cette espèce est très appréciée par les dromadaires. **Ses fruits, aqueux et légèrement sucrés, sont comestibles.** Elle est utilisée pour la fixation biologique des dunes littorales et la régénération des pâturages salés.

Source : *Quelques espèces ligneuses et herbacées utilisées pour la fixation des dunes*, page 56,

<http://www.fao.org/docrep/012/i1488f/i1488f10.pdf>





6.19. Saxaoul ou saxaul (*Haloxylon ammodendron*) (arbuste)

C'est un arbuste dicotylédone, sempervirent d'environ 2 m de haut qui peut atteindre 9 m de haut, aux feuilles squamiformes, réduites à des épines vertes, endémique de l'Asie centrale (famille des Chenopodiaceae en classification classique, de la famille des Amaranthaceae en classification phylogénétique).

L'éclosion des fleurs, petites et jaunes se fait entre avril et juin. Les fruits, des utricules vert foncé, apparaissent en septembre et contiennent des graines noires. Il joue un rôle primordial dans la prévention de la dégradation et de l'érosion des dunes de sable grâce à ses racines qui s'enfoncent très profondément dans le sol. De plus, les forêts de saxaoul diminuent l'intensité et le danger lié aux tempêtes de sable. Il constitue également la ressource essentielle en bois de chauffage et de construction pour les abris permanents ou temporaires. De plus, il est indispensable à la présence de troupeaux d'animaux dans le désert.

On le trouve dans les déserts arides et salés de l'Asie Centrale, particulièrement dans la région du Turkestan et à l'est de la Mer Caspienne, mais également dans le désert de Gobi et dans les déserts iraniens. Il est le plus souvent regroupé en "forêts".

Il possède des racines profondes et succulentes lui permettant de prospérer dans des environnements **arides, salins** ou sablonneux. Sa densité de son bois très dur est telle qu'il coule. Son écorce épaisse gris clair contient de l'eau.

Deux autres espèces proches du genre Haloxylon, Haloxylon aphyllum ou Saxaoul noir et Haloxylon persicum ou Saxaoul blanc.

La pression humaine qui l'utilise comme bois de feu l'a conduit à être inscrit comme en danger d'extinction. Le saxaul est planté sur une grande échelle dans le boisement des zones arides en Chine. Il peut être attaqué par Turcmenigena varentzovi.

Le saxaoul est atteint d'une maladie fongique due à *Erysiphe saxaouli* : les arbres semblent recouverts d'une couche de cendre.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Haloxylon_ammmodendron, b) Farangis Najibullah (January 13, 2008). "Tajikistan: Energy shortages, extreme cold create crisis situation", <http://www.eurasianet.org/departments/insight/articles/pp011308.shtml>,

c) http://en.wikipedia.org/wiki/Haloxylon_ammmodendron, d) http://en.wikipedia.org/wiki/Haloxylon_persicum





Planter en conditions arides et salines



6.20. Taupata ou buisson miroir (*Coprosma repens*)

C'est un arbuste ou petit arbre, de 2 à 3 m de haut, de la famille des Rubiaceae, natif de Nouvelle-Zélande. Dans les zones abritées, il peut atteindre jusqu'à 8 mètres de haut. Ses feuilles épaisses et très brillantes varient considérablement en taille, en fonction lors de l'exposition aux éléments. Ses feuilles brillantes l'aide à survivre à proximité des zones côtières. **Elle pousse dans les régions tempérées et résiste au vent, feu, embrun et sécheresse. Elle retarde le feu.** La plante sert souvent à faire des haies.

Cette plante est adaptée aux côtes, marais et sous-bois. Elle est une plante refuge. Dioïque, elle nécessite 5% de plants mâles. Elle se bouture facilement. Les moutons, chevaux et vaches raffolent de son feuillage, qui est aussi un bon engrais. Cet arbre se taille bien au sécateur.

Les plantes femelles produisent drupes ovoïdes rouge-orange, **comestibles** (sucrées, avec un léger arrière-goût amer), d'environ 8 mm de diamètre et 10 mm de longueur. Ses fruits et graines sont excellents pour les volailles.

Dans le sud de l'Australie et en Tasmanie, elle est considérée comme une mauvaise herbe.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Coprosma_repens, b) Introduction à la permaculture, Bill Mollison, Ed. Passerelle Eco, 2012, pages 179 et 211, c) <http://www.kahikateafarm.co.nz/fruit-and-nuts/item/341-taupata.html>



Fleur femelle



Fleur femelle



Fruits



Planter en conditions arides et salines

6.21. *Eleagnus* sp. :

Diverses variétés d'*eleagnus* à feuillage caduc ou persistant sont utilisées comme haies en bord de mer. **Ils résistent aux embruns et aux sols salés.** Le plus courant est l'*Eleagnus ebbingei*, petit arbuste (2,5 mètres de haut) à feuillage persistant. L'olivier de Bohême (*Elaeagnus angustifoli*), un peu plus grand (4-6 mètres) fait partie de la même famille. Ses nodules racinaires fixent l'azote de l'air. Ils lui permettent de grandir sur des supports minéraux nus. Ses fleurs parfumées sont mellifères. **Le fruit est comestible et sucré**, mais avec une texture farineuse. Elle présente une bonne résistance au froid, supportant des températures minimales jusqu'à près de -40 °C, mais craint les gelées printanières tardives. c'est plutôt une plante héliophile, n'aimant guère l'ombrage. Elle pousse à des altitudes généralement inférieures à 2 000 m³. On la trouve souvent près de l'eau : côtes maritimes, rives de lacs et rivières, bordures de fossés, marais, plaines inondables, mais aussi dans le lit de rivières asséchées. **L'espèce est invasive**, car fructifère (un individu peut produire de nombreux fruits) et la durée de vie des individus est longue. Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Elaeagnus_angustifolia



Eleagnus ebbingei. Photo prise dans le parc du Fogo sur la presqu'île du Rhuys (Commune d'Arzon, Morbihan, France). Source :

http://fogo.free.fr/flore/arbustes_halophiles.pdf



← Coupe montrant l'akène englobé dans l'hypanthe charnu (*Elaeagnus angustifoli*).



Fruits mûrs (*Elaeagnus angustifoli*)



Écorce d'un vieux tronc



Détail des fleurs



Elaeagnus angustifoli



Planter en conditions arides et salines



Lycium barbarum →

6.22. Lyciets (*Lycium* sp.) (famille des *Solanaceae*) :

Le **lyciet commun** ou **lyciet de Barbarie** (*Lycium barbarum*) est un arbuste largement répandu de l'Europe méridionale à l'Asie. Le ***Lycium chinense*** ou **lyciet de Chine**, est un arbrisseau de 1 à 2 mètres de haut, touffu, à rameaux flexibles, tombants, légèrement anguleux et *peu épineux* (avec des épines de 0,5 à 2 cm), répandu du pourtour de la Méditerranée à l'Asie orientale. Le **goji** ou **baie de goji** est le nom commercial de la baie du lyciet commun (*Lycium barbarum*) et du lyciet de Chine (*Lycium chinense*). Les lyciets sont cultivés surtout en altitude, du nord-ouest de la Chine (dans la région autonome Hui du Ningxia) à la Mongolie. Le lyciet commun, le lyciet d'Europe et le lyciet de Chine sont les trois espèces de lyciet poussant naturellement en France. En début d'été, il se pare de petites fleurs violettes et blanches en étoile, remplacées vers le mois de septembre par les baies rouges. *Lycium barbarum* est peu exigeant. Il pousse dans n'importe quelle terre de jardin enrichie d'un peu de terreau, de préférence pour les sols alcalins (basique ; pH >7), plutôt riches en minéraux. En hiver, pas d'arrosage en extérieur. En été, le Goji appréciera un sol relativement frais, qu'il faut arroser régulièrement. Il résiste à -20°C. Il préfère une exposition soleil / mi-ombre. Ses baies, semblables à de petites cerises allongées, légèrement sucrées et de faible acidité, sont commercialisées principalement sous forme de jus, généralement pasteurisés et souvent mélangés avec d'autres jus de fruits, ou de fruits déshydratés ou encore réduits en poudre. Les feuilles fraîches, riches en vitamines C et E, peuvent être consommées comme légumes. Semis : Semez les graines dans un terreau bien fin, sous une mini-serre à une température comprise entre 20 et 25°C. La germination interviendra sous 4 à 6 semaines.

Controverses : ce fruit ne contiendrait pas plus de vitamines que l'orange ou la pomme, et moins que les baies d'argousier.

Sources : a) https://fr.wikipedia.org/wiki/Baie_de_goji, b) https://fr.wikipedia.org/wiki/Lycium_chinense,

c) https://fr.wikipedia.org/wiki/Lycium_barbarum



6bis. Plantes tropicale ne résistant pas à la sécheresse mais poussant dans l'eau salée



Cocotier



Cachiman-cochon, Mamain ou Mammier
(Kachiman kochon) (*Annona glabra*)



Planter en conditions arides et salines

80



6bis.1. Badamier (*Terminalia catappa*)

Source : [https://en.wikipedia.org/wiki/Terminalia_\(plant\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Terminalia_(plant))

Le **badamier** (*Terminalia catappa*) est un arbre fruitier de la famille des Combretaceae. Il peut atteindre une vingtaine de mètres de hauteur. Originaire de Nouvelle-Guinée, il s'est naturalisé dans de nombreuses régions tropicales. Son fruit est appelé « *myrobalan* » ou « *badame* ». C'est un arbre¹ de 9 à 25 m de haut, aux branches horizontales verticillées, lui donnant une ramification à étages typique. On trouve cette espèce dans les **arrière-plages sableuses**. L'activité hépatoprotectrice de ses feuilles (protectrice du foie) est confirmée. Le fruit contient un seul noyau, très dur, renfermant une amande comestible, au **goût délicat**. Les *badames* se mangent généralement crues. Elles se consomment au pied de l'arbre, après avoir cassé la coque entre deux pierres. Elles se vendent aussi sèches, sur les marchés urbains. le bois sert à **fabriquer des pirogues** ou à sculpter des objets artisanaux. C'est un **bon combustible** et un **bon bois de charpente**. L'écorce est très souvent utilisée dans le traitement de la toux (extrait de jus) ou des infections urinaires (décoction). Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Badamier>



Ses feuilles sont utilisées en aquariophilie, pour la prévention de diverses pathologie des poissons (phytothérapie).

Source : Wikipedia Fr,
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Badamier>



Source: www.eattheweeds.com



Source :
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Badamier>



Source :
<http://www.chantdeleau.com/terminalia-catappa-la-plantre-des-eleveurs-de-discus/>



6bis.2. Raisinier bord de mer (*Coccoloba uvifera*)

Sources : TopTropicals.com →

Le **Raisinier bord de mer** (*Coccoloba uvifera*) est une plante **arbustive** du genre *Coccoloba* et de la famille des *Polygonaceae*. Elle doit son nom de *Raisinier bord de mer* à ses fructifications ressemblant superficiellement à des grappes de raisins. *Arbre petit ou moyen de 3 à 8 m* parfois rabougri sous l'action du vent. On le retrouve sur les plages de certaines zones tropicales. **Ses fruits sont très appréciés des enfants**. Branches tortueuses. Ecorce gris-clair ou blanchâtre se détache par plaques. Ses feuilles simples et alterne. Elles sont arrondies et larges. Fruits en grappe. Verts au début, deviennent rouges violacés en mûrissant. **Fruits comestibles du mois d'août à novembre**.

Le raisinier est un *arbuste ou petit arbre* poussant sur les plages en bordure de rivage, à côté des *cocotiers* au niveau des tropiques en Amérique et dans les Caraïbes. Il peut atteindre une hauteur de 8 mètres. **Il est extrêmement résistant au sel et aux embruns**, mais ne tolère pas le gel. Dans les Îles du Nord de la Caraïbe, les fruits du raisinier entrent dans la composition de certains rhums arrangés et nombreux sont les insulaires qui les grignotent lorsqu'ils sont bien mûrs. On peut également en faire une **confiture**.

Sources : a) http://www.ac-guadeloupe.fr/Cati971/Prem_Degre/preste/activite_classe_fichiers/lesite/vegetation1.html

b) https://fr.wikipedia.org/wiki/Coccoloba_uvifera

Sources des images →

A droite : Wikipedia Fr

Au centre: http://www.biologie.uni-regensburg.de/Botanik/Schoenfelder/kanaren/flor_a_canaria_NZ.html

A gauche : <http://cookislands.bishopmuseum.org/>





6bis.3. Cachiman-cochon, Mamain ou Mammier (*Annona glabra*).

En Anglais, **pond apple**, **alligator apple** (parce que les alligators mangent ses fruits), **swamp apple**, **corkwood**, **bobwood**, ou **monkey apple**. C'est un petit arbre de la famille des *Annonaceae*, de 3 à 5 m (exceptionnellement de 6-7 m), souvent à contreforts à la base. Il se rencontre dans les Petites Antilles (Martinique, Guadeloupe), les Grandes Antilles, dans les zones côtières du Mexique au Sud du Brésil et en Afrique occidentale. C'est un arbuste des lieux marécageux (arrière mangrove, forêts à *Pterocarpus*) ou sableux humides. Il est **tolérant** à l'eau salée, **mais ne peut pas se développer dans un sol sec**. La pulpe du fruit à maturité est jaune à orangé. Le fruit est comestible pour l'homme et son goût rappelle le melon.

Il peut être transformé en confiture et il est un ingrédient populaire de nouvelles boissons aux fruits aux Maldives. La pulpe orange, aromatique et agréable au goût, est très appréciée des crabes et sert d'appâts pour la pêche.

Une étude réalisée en 2008 dans la revue, *Anticancer Research*, suggère que les extraits alcooliques de ses graines contiennent des composés anticancéreux qui pourraient être utilisés pharmaceutiquement. Les feuilles du cachiman-cochon sont réputées calmer les diarrhées. Il est une espèce envahissante dans le nord du Queensland en Australie et au Sri Lanka, où il pousse dans les estuaires et étouffent les zones marécageuses des mangroves.

Sources : a) https://en.wikipedia.org/wiki/Annona_glabra, b) https://fr.wikipedia.org/wiki/Annona_glabra





6bis.3b. *Nypa buissonnant ou arbustif (Nypa fruticans)*

Le palmier *Nypa* pousse dans la vase ou la boue, où le courant de la marée lui apporte les nutriments nécessaires à sa croissance. Le palmier peut se disséminer aussi loin que le courant parvient à déposer les graines. Haut de 8-9 m, il est courant sur les côtes et les rivières de l'[Océan Indien](#) et de l'[Océan Pacifique](#) du [Bangladesh](#). Zone tropicale humide. Zone 12.

Usages : Les feuilles longues du palmier *Nypa* sont utilisées par les populations comme chaume pour recouvrir les maisons, ou comme matériel pour la construction des habitations. Les feuilles sont également utilisées pour la production de biens artisanaux comme les paniers.

L'[inflorescence](#) sert, avant sa floraison, à récolter une douce [sève](#) comestible grâce à laquelle on produit une boisson alcoolisée. Les jeunes plants sont également comestibles et les [pétales](#) des fleurs peuvent être infusées pour donner une tisane aromatique. *Attap chee* est le nom [malaisien](#) pour les [fruits](#) immatures qui sont des **boules douces, translucides et gélatineuses utilisées comme ingrédient dans les desserts**. Sur certaines îles, on donne le palmier *Nypa* à manger aux [cochons](#) durant la saison sèche. **Emplacement** : soleil, mi-ombre **avec les pieds dans l'eau. Il peut devenir envahissant, colonisant les espaces.**

Fruit : grosse noix hérissée à l'écorce externe dure à l'endosperme blanc comestible avec un noyau central. **Sol** : marais tourbeux **d'eau saumâtre** ou d'eau douce. **Multipliation** : attention uniquement par semis à chaud de graines très fraîches, car le pouvoir germinatif est vraiment de très courte durée entre 2 et 4 semaines surtout si le stockage n'a pas été fait dans les règles pour éviter le dessèchement. Sources : a) http://nature.jardin.free.fr/1105/nypa_fruticans.html, b) <https://fr.wikipedia.org/wiki/Nypa>, c) https://en.wikipedia.org/wiki/Nypa_fruticans d) <http://www.stuartxchange.org/Nipa.html>





Planter en conditions arides et salines

6bis.4. Cocotier (*Cocos nucifera*)

Palmier monoïque de la tribu des Cocoeae, présent dans toute la zone intertropicale humide. Surtout cultivé le long des côtes, il n'y reste pas confiné. En Inde, il est planté jusqu'à mille mètres d'altitude. La longévité de la plante dépasse un siècle.

La dissémination du cocotier est due à la flottaison des fruits au gré des courants marins et, beaucoup plus tardivement, aux voyages et migrations humaines. Il produit des inflorescences avec des fleurs femelles et des fleurs mâles. Il peut donc se féconder lui-même ; la plupart des cocotiers nains se reproduisent d'ailleurs de cette façon.

La pulpe séchée, se composant à 60-70 % de lipides, est appelée coprah. Celui-ci sert à la fabrication d'huile utilisée dans la confection de margarine, de savon et de monoï. Les noix de coco immatures contiennent un liquide sucré, l'eau de coco, qui est une boisson rafraîchissante. La pulpe de la noix de coco comestible est râpée puis pressée pour en extraire le lait de coco. La fibre de coco entourant la coque de la noix de coco, est utilisé pour faire des brosses, paillassons, matelas et des cordes.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Cocos_nucifera, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Coconut>

Le cocotier est très tolérant au sel et aux embruns.

Certains cultivars comme Grand Panama, Nain Brun Nouvelle Guinée et son hybride, avec le Grand Rotuma, sont plus résistants à la sécheresse. Source : http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=537539



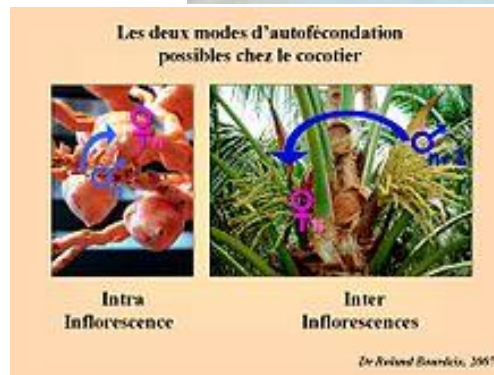
Diversité des fruits du cocotier dans la collection internationale de Côte d'Ivoire



Plantation en Inde



Beurre de coco



Les deux modes d'autofécondation possibles chez le cocotier



Planter en conditions arides et salines



6bis.5. Mancenillier ou arbre de la Mort (*Hippomane mancinella*)

Parfois surnommé « pomme de plage » ou « poison goyave », cet arbre **très toxique**, du genre *Euphorbiaceae*, de 5 à 10 m de haut (jusqu'à 25 m en situation abritée), possède le port d'un poirier, aux feuilles *luisantes*, ovales à elliptiques, de 3 à 20 cm de long, et une écorce grise assez lisse. Le fruit est une drupe de 3 cm de diamètre ressemblant à une petite pomme verte. Ce **fruit très toxique** exhale pourtant une odeur agréable de citron et pomme reinette. C'est un arbre monoïque, portant sur un épi (de 4-15 cm) à la fois des fleurs mâles vers l'apex en groupe de 3-5 et des fleurs femelles globuleuses dans les aisselles des bractées inférieures. La floraison a lieu en février-mars puis en août-novembre. Le mancenillier pousse sur le littoral sableux, généralement à proximité des plages et est présent dans toutes régions sèches et chaudes d'Amérique tropicale (sud de l'Amérique du Nord, Amérique centrale, nord de l'Amérique du Sud et des Caraïbes).

Rôle écologique : Bien que très toxiques, ces arbres jouent un rôle précieux dans les écosystèmes locaux : le mancenillier se développe dans des bosquets denses et constitue un excellent **coupe-vent naturel**, **ses racines stabilisent le sable et permettent de prévenir l'érosion côtière**. **Confusion possible avec le catalpa, aux fruits rugueux et feuilles moins brillantes.**

Les charpentiers de ces régions utilisent le bois du mancenillier pour créer des meubles depuis des siècles, après avoir soigneusement coupé et séché le bois au soleil, afin de neutraliser la sève toxique.

Toxicité : Toutes les parties du mancenillier sont extrêmement toxiques (Florida Institute of Food and Agricultural Sciences – IFAS). Son latex blanc déclenche par simple contact avec la peau (ou les muqueuses), une réaction inflammatoire intense. Le fruit provoque des brûlures intenses, un gonflement des lèvres ainsi que la tuméfaction de la langue (qui se couvre alors de cloques). L'intoxication due à ce fruit s'accompagne d'une chute de la tension artérielle et d'un choc général. Les conséquences peuvent être fatales. Même le bois est toxique et les bûcherons qui abattent l'arbre ainsi que les menuisiers qui le travaillent, doivent prendre de grandes précautions. Dans certaines régions, ces arbres sont marqués par une croix (ou un cercle) rouge.

Source : a) https://fr.wikipedia.org/wiki/Hippomane_mancinella, b) <https://en.wikipedia.org/wiki/Manchineel>



7. Exemples de plantes herbacées utiles, alimentaires et fourragères

« La **salicorne** peut être élevée au rang de symbole du développement durable. Non parce que demain le monde entier en consommera et que les **zones salines reverdiront**, apportant ainsi une source de revenus aux populations locales. Mais bien parce que **Salicornia** représente une révolution radicale dans les modes d'irrigation » (Kauffmann, 2004).

La culture de la **salicorne** et son insertion dans un système productif intégré est une solution pour les pays pauvres, pour l'utilisation et la récupération des terres margino-littorales (tannes, marais et vasières). La salicorne est une plante de la famille des *Chénopodiacées* halophyte qui pousse spontanément sur les vases salées du littoral ou de cuvettes margino-littorales salées telles que sont les tannes, les dépressions inter dunaires maritimes, les cuvettes deltaïques intérieures et les zones inondables en saison des pluies et salée (la mer étant au même niveau). Source : <http://www.environnement.gouv.sn/projet%26programmes/projet-ecofermes>

La salicorne se consomme en accompagnement un peu comme des *haricots verts*. On peut en faire des *conserves*. Source : <http://www.unevieenafrique.com/fbbien-manger-a-dakar>

La culture de la salicorne peut être intégrée dans le cadre d'un projet de réaménagement de mangrove. Sa culture est facile : La salicorne doit être arrosée régulièrement. Son nom anglais est *samphire*.



Salicornia brachiata



Salicornia bigelovii



\$

Planter en conditions arides et salines

U 87

7.1. Salicornes de climats tropicaux

Il y a deux espèces de salicorne (tropicales), qui sont cultivées commercialement dans différentes parties du monde. L'une d'elle est *Salicornia bigelovii*. Cette plante pousse dans les ceintures littorales tropicales, humides, ouvertes.

Ses graines contiennent aussi élevé **30 pour cent d'huile** et **35 pour cent de protéines**.

L'autre, *Salicornia brachiata*, est une plante herbacée annuelle dressée, distribuée principalement dans les marais salants de Tamil Nadu, Bengale et au Sri Lanka.

Elle a un rendement de **semences de 100 kg par hectare**, et la **teneur en huile est de 20 pour cent**. Les huiles de ces deux espèces peuvent aussi servir de **biocarburant**.

Sources : a) *Salicornia*, oil-yielding plant for coastal belts, The Hindu, Friday, Sep 05, 2003,

<http://www.thehindu.com/seta/2003/09/05/stories/2003090500300300.htm>

b) aste of waste, <http://www.downtoearth.org.in/node/13119>



Salicorne en Afrique. Source :
<https://twitter.com/SaltFarmTexel>



Des cultures très tolérantes au sel produisent de l'huile comestible de haute qualité et d'autres produits comestibles et non comestibles de valeur. Un gros plan sur un buisson succulent (Encadré) ↑



7.1. Salicornes de climats tropicaux (suite)

Des champs expérimentaux de *salicornes* ont été plantés à Ras al-Zawr (Arabie Saoudite) [9], [Erythrée](#) (Afrique) et [Sonora](#) (nord-ouest du Mexique) [11], visant à la production de biodiesel. La société responsable des essais Sonora ([Global Seawater](#)) revendique entre 225 et 250 gallons de biodiesel BQ-9000, pouvant être produit par [hectare](#) (sur environ 2,5 hectares) de salicorne, [12] et fait la promotion d'une ferme à salicornes, à créer sur 12,000-acres (49 km²), dans [Bahia de Kino](#), un programme de 35 millions de dollars [13].

[Salicornia bigelovii](#) peut être cultivées à l'aide d'eau salée et de ses graines contiennent des taux élevés d'[huile](#) insaturé (principalement, à 30%, [de l'acide linoléique](#)) et de protéines (35%) [8] [9]. Elle peut être utilisée pour produire des aliments pour animaux et/ou en tant que biocarburant, sur les terres côtières où les cultures traditionnelles ne peuvent pas être cultivées. L'ajout d'[engrais](#) azoté à l'eau de mer semble augmenter le taux de croissance et la hauteur de la plante [10] et donc, les effluents de l'[aquaculture](#) marine (par exemple, [l'élevage des crevettes](#)) est une utilisation suggérée, à cet effet [8].

Sources : a) <http://en.wikipedia.org/wiki/Salicornia>, b) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Salicorne>

Glenn, Edward P.; Brown, J. Jed; O'Leary, James W. (August 1998). "[Irrigating Crops with Seawater](#)" (PDF). [Scientific American](#) (USA: Scientific American, Inc.) (August 1998): 76–81. Retrieved 2008-11-17.

^b Clark, Arthur (November–December 1994). "[Samphire: From Sea to Shining Seed](#)". [Saudi Aramco World](#). [Saudi Aramco](#). Retrieved 2008-11-17.

Alsaeedi, Abdullah H. (2003 (1424H)). "[Di Pattern of Salicornia Vegetative Growth in Relation to Fertilization](#)" (PDF). [Journal of King Faisal University \(Al-Hassa: King Faisal University\)](#) **4** (1): 105–118. Retrieved 2008-11-17. "adequate fertilization increases significantly the relative growth rate especially during the 'rapid' phase of the vegetative stage" [[dead link](#)]

"[USIJI Uniform Reporting Document](#)" (PDF). United States Initiative on Joint Implementation ([USIJI](#)). c. 1997. Retrieved 2008-11-17. "Project Salicornia: Halophyte Cultivation in Sonora"

Ryan C. Christiansen (2008-07-31). "[Sea asparagus can be oilseed feedstock for biodiesel](#)". [Biomass Magazine](#). Retrieved 2008-11-17.

Dickerson, Marla (2008-07-10). "[Letting the sea cultivate the land](#)". [Los Angeles Times](#). [Tribune Company](#). Retrieved 17 November 2008.



\$

Planter en conditions arides et salines

U 89

7.1bis. Salicorne naine (*Salicornia bigelovii*)

Originaires des régions côtières de l'est et du sud des États-Unis, ainsi que le sud de la Californie, du Belize et du littoral du Mexique (à la fois les côtes est et ouest), c'est une plante à fleurs des marais salants et mangroves (famille des Amaranthaceae). La plante contient jusqu'à 33% d'huile de salicorne. Elle peut être utilisée comme huile de cuisson et en remplacement d'huiles de plus grande valeur dans l'alimentation des poulets. La plante peut servir de fourrage aux animaux et pourrait être une source de biocarburant [9].

Elle peut aussi être arrosée / irriguée avec de l'eau de drainage hautement salée.

Des champs de cette salicorne ont été cultivés dans les eaux de rejet de fermes aquacoles en Erythrée et sont récoltées pour l'alimentation animale [9].

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Salicornia_bigelovii, b) Bashan, Y., et al. (2000). Growth promotion of seawater irrigated oilseed halophyte *Salicornia bigelovii* inoculated with mangrove rhizosphere bacteria and halotolerant *Azospirillum* spp. *Biol Fertil Soils* 32:265-72., b) Grattan, S. R., et al. (2008). Feasibility of irrigating pickleweed (*Salicornia bigelovii* Torr) with hypersaline drainage water. *J. Environ. Qual.* 37 S-149.



↑ Production pilote de biodiesel, avec *Salicornia bigelovii*, au Mexique (Global Seawater Inc).



\$

Planter en conditions arides et salines

U 90

7.2. Asperge (*Asparagus officinalis*)

Plante vivace aux nombreuses racines charnues rayonnant en étoile, au feuillage fin et ramifié, originaire de régions tempérées de l'Eurasie, Europe centrale, méridionale, Afrique du Nord, Asie centrale et occidentale (famille des Asparagaceae).

Son nom désigne aussi ses pousses comestibles, qui proviennent de rhizomes d'où partent chaque année les bourgeons souterrains ou turions qui donnent naissance à des tiges s'élevant entre 1 et 1,5 mètre.

Habitats : Lieux sablonneux, incultes. Elle pousse dans les terrains sablonneux à l'état sauvage. Souvent subspontanée.

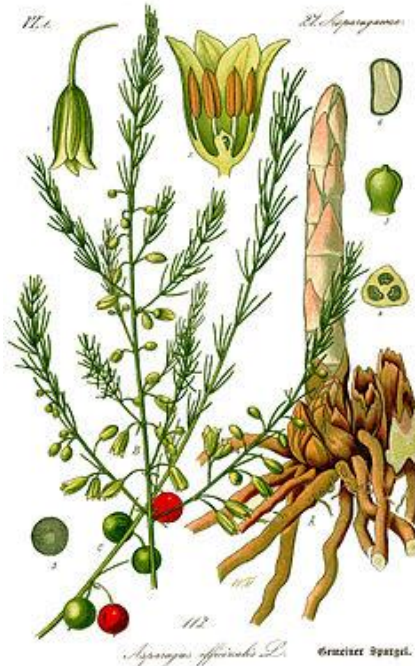
À l'état sauvage, douze espèces en Europe : *Asparagus officinalis*, *Asparagus acutifolius* très commune dans le midi, *Asparagus maritimus*, *Asparagus albus* et *Asparagus tenuifolius*. Toutes sont comestibles mais l'asperge maritime est très amère.

Sa durée est de l'ordre de 8 à 10 ans, du point de vue économique, sa culture est rentable.

L'asperge est souvent originaire des habitats maritimes, **il prospère dans des sols souvent trop salés** pour les autres plantes.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Asperge>, b) http://es.wikipedia.org/wiki/Asparagus_officinalis,

c) <http://en.wikipedia.org/wiki/Asparagus>





7.3. Betterave (*Beta vulgaris*)

Plantes herbacée bisannuelle ou, plus rarement, vivace, aux tiges feuillues pouvant atteindre 1 à 2 mètres de haut, à racine pivotante épaisse, originaire de l'ancien monde, dont de nombreuses variétés sont cultivées (°) (famille des *Amaranthaceae*).

On reconnaît généralement trois sous-espèces :

- *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* qui regroupe toutes les variétés cultivées (betteraves et blettes),
- *Beta vulgaris* subsp. *maritima*, la bette maritime ou betterave maritime, considérée comme l'ancêtre sauvage des variétés cultivées, qui se rencontre sur les côtes atlantiques et méditerranéennes de l'Europe, ainsi qu'au Proche-Orient et en Inde (spontanée sur les rivages maritimes en Europe).
- *Beta vulgaris* subsp. *adanensis*, autre sous-espèce sauvage, présente de la Grèce à la Syrie.

La betterave maritime (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) et la betterave à sucre (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) ont un taux de survie de 100%, avec une croissance optimale, en condition de faible salinité (< 25% d'eau de mer) (+).

(°) betteraves potagères (également appelée *betterave rouge*, *carotte rouge* ou *racine rouge*.), fourragères, sucrières (riche en saccharose), poirées, blettes. (+) http://link.springer.com/leaf-pricing/chapter/10.1007/978-3-7643-8554-5_12

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Beta_vulgaris, b) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Betterave>,

c) http://en.wikipedia.org/wiki/Beta_vulgaris



betteraves de différentes couleurs →



Betterave rouge



Plant de la betterave (*Beta vulgaris*)



Betteraves à sucre



Betterave rouge précuite



betterave maritime (*Beta vulgaris* subsp. *maritima*), l'ancêtre sauvage des formes cultivées.



?



?

7.4. Mélilot blanc (*Melilotus albus*)



Plante herbacée assez haute aux fleurs blanches (famille des Fabacées), originaire d'Europe et d'Asie. C'est une excellente plante mellifère, atteignant 2 m de hauteur.

Il a été utilisé en phytothérapie. Il contient du dicoumarol, un anticoagulant. Il a également une forte teneur en sucre.

Il a été introduit en Amérique du Nord au 17e siècle, comme plante fourragère pour les bovins et est maintenant répandu à travers le Canada et les États-Unis, où il est devenu envahissant, en particulier dans les zones riveraines, et peut supplanter les espèces de plantes indigènes. Aux USA, les mélilots font partie d'une communauté d'espèces exotiques envahissantes

Il est favorisé pour la production de miel et pour sa capacité à fixer l'azote dans la préparation des sols agricoles.

Il produit des quantités abondantes de graines qui flottent facilement et se dispersent dans l'eau.

Un cultivar mélilot annuel (*Melilotus albus* Medik.) nommé "Jota" a été mis au point en Australie. Il est destiné aux sols neutres à alcalins où il peut être utilisé comme un légume d'accompagnement pour le blé ou comme *fourrage* pour les moutons. **La zone cible doit être des sols salins** qui reçoivent plus de 500 mm de précipitations annuelles et ont un pH de 6 ou plus.

M. officinalis est apparemment **plus tolérant au sel** que *M. alba* [3], bien qu'elles peuvent pousser sur des sols très alcalins [5].

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9lilot_blanc, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Melilotus_albus

c) "Jota" annual sweet clover (*Melilotus albus* Medik.): a new salt tolerant legume for the high rainfall zone of southern Australia, Pedro Evans & AN Thompson, 2006, http://www.regional.org.au/au/asa/2006/poster/soil/4423_evansp.htm,

d) http://wiki.bugwood.org/Melilotus_officinalis





7.4bis. Mélilot jaune (*Melilotus indicus*)



Plante herbacée assez haute aux fleurs jaunes (famille des Fabacées), originaire d'Europe et d'Asie.

Le mélilot jaune est une plante annuelle ou bisannuelle de 10 à 50 centimètres de hauteur (rarement un mètre), avec des fleurs jaunes [4]. On le trouve dans les jardins, les bords de routes, les champs, les lieux incultes, les lieux perturbés, les marais salants côtiers, les zones humides d'eau douce, les habitats riverains et les champs cultivés.

Il a une aire de répartition naturelle large, allant de la Macaronésie et le nord de l'Afrique, à travers l'Europe, et en Asie tempérée et tropicale. Elle est naturalisée dans la plupart du reste du monde, y compris le Royaume-Uni, le Etats-Unis, Amérique du Sud, l'Australie et la Nouvelle-Zélande [1].

Il est utilisé comme une source de nectar pour les abeilles, comme fourrage, et comme amendement de sol. Il est également utilisé dans la médecine traditionnelle. **Il est toxique pour certains mammifères (chiens ...). Les feuilles séchées peuvent être toxiques, bien que les feuilles fraîches sont tout à fait sûr [76, 218]. Cela est dû à la présence de coumarine.**

En tant qu'adventice, il a un potentiel contaminant dans les cultures de semences [1].

Melilotus indicus (L.) All., ou mélilot jaune, qui se reproduit comme une mauvaise herbe dans les différents habitats en Egypte, **pousse dans les zones modérément salins**, où les légumineuses fourragères traditionnelles ne peuvent pas être cultivées. Des cultivars à faible teneur en coumarine ont été développés [218] et sont souvent cultivées comme plante fourragère.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Melilotus_indicus, b) https://www.kau.edu.sa/Files/857/Researches/58292_28460.pdf

c) <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Melilotus+indicus>

d) <http://www.feedipedia.org/node/273>



7.5. Luzerne cultivée (*Medicago sativa* var Tafilalet et autres cultivars résistants au sel)

La **luzerne cultivée** ou **alfalfa** ou **alfa-alfa**¹, aussi appelée « grand trèfle » ou « foin de Bourgogne », est une plante herbacée fourragère de la famille des fabacées, riche en vitamines et en sels minéraux et utilisée en diététique.

Cette vivace par ses tiges souterraines ramifiées, de 30 à 80 cm de hauteur, originaire de l'ouest de l'Asie (Afghanistan, Iran, Turquie), est très cultivée pour sa richesse en protéines (pour un taux compris habituellement entre 15 et 25%) et ses qualités d'amélioration des sols. Abondamment répandue dans les contrées tempérées, tant à l'état sauvage que cultivée, la luzerne est très utilisée pour l'alimentation du bétail car elle est une véritable source industrielle de protéines et de carotène. Elle préfère les climats de type méditerranéen, mais se présente à l'état subspontané, dans tous les continents, dans les régions tempérées, jusqu'à 2 000 m d'altitude environ. La luzerne nécessite un sol sain, au pH neutre.

L'inoculation des semences avec une bactérie du type Rhizobium (par exemple *Rhizobium meliloti*) est recommandée.

La luzerne a des pathogènes ou des prédateurs naturels (autochtones ou importés) peu actifs chez la luzerne sauvage, mais qui en contexte de culture intensive peuvent poser problème : Fonte de semis, *Pythium* ; Verticilliose, jaunisse et nanisme, *Verticillium albo-atrum* ; Dessèchement de plantes isolées, *Sclerotinia trifoliorum* ; Anthraxose de la luzerne, *Colletotrichum trifolii* ; Ascochytose, *Ascochyta pinodella*, taches brunes sur tiges et feuilles. etc.

Des cultivars de luzerne _ Luzerne **CkSltn 15-2, 11-1 BC79, DK166** _ résistent mieux au sel, jusqu'à 4,0 dS m⁻¹ (+).

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Luzerne_cultiv%C3%A9e, b) Agronomic, physiological, and molecular characterization of salt tolerant alfalfa, W Mott, MD Peel, M. Anower et Y. Wu, <http://www.naaic.org/Meetings/National/2012meeting/T6-Mott.pdf> (+)

c) Effects of salinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago sativa* L., Castroluna, A.; Ruiz, O. M.; Quiroga, A. M. y Pedranzani, H. E., <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2014/enero/4.pdf>
Etc.



M. sativa sativa: fruit en hélice senestre





7.6. L'orge commune (*Hordeum vulgare*)

C'est une céréale à paille, plante herbacée annuelle (famille des poacées). L'orge pousse aussi bien sous les tropiques qu'à 4 500 m d'altitude au Tibet.

L'orge, céréale secondaire, est une importante ressource énergétique en alimentation animale (orge de mouture) mais pauvre en protéines et demande à être complétée. En alimentation humaine, son principal débouché est la brasserie. L'orge, après avoir subi l'opération de maltage donne le malt, dont le produit de fermentation est la bière.

Le sirop d'orge malté, un concentré édulcorant, est produit à partir des grains d'orge malté.

Orge perlé - orge mondé : sous forme de grains, on retrouve notamment l'orge mondé, dont la première enveloppe extérieure a été retirée, mais qui conserve le son et le germe. Quel que soit le plat auquel on le destine, l'orge se cuit dans une proportion de trois tasses d'eau pour une tasse d'orge. L'orge perlé peut être utilisé en salades composées, avec des légumes, ou ajouté dans les potages. Les Tibétains ont fait de la farine d'orge grillée, appelée tsampa, leur aliment traditionnel de base². On en fait des biscuits, pains, farines, divers aliments diététiques. En Afrique du Nord, on fabrique de la semoule d'orge.

Maladies : La *jaunisse nanisante de l'orge* (JNO) est une maladie due à un virus transmis par les pucerons d'automne (*Rhopalosiphum padi*). Les graines, d'un champ virosé, ne transmettent pas le virus.

Variétés : *Hordeum vulgare* subsp. *hexastichum* L., l'escourgeon (employée en alimentation animale, pour la bière, adaptée aux sols acides), sous-espèce de l'orge commune. *Hordeum vulgare trifurcatum*, ou orge du Tibet (résistante aux gels, comme les escourgeons). L'orge sauvage (*Hordeum vulgare* subsp. *Spontaneum*) est abondante dans les prairies et les forêts à travers le Croissant fertile région de l'Asie occidentale et l'Afrique du nord, et est abondant dans les habitats perturbés, des routes et des vergers ^[6]. Elle résiste bien au sel et à des pH élevé (jusqu'à pH 8,5). Certaines *variétés d'orge* comme celle de Gabès se sont montrées tolérantes au sel (BUREAU et al., 1959). Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Orge_commune, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Barley>, c) *L'utilisation des eaux salées au Sahara*, P. Simonneau, G. Aubert, Ann. agron., 1963, 14 (5), 859-872, page 866, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_08-09/11033.pdf



Hordeum vulgare subsp. *Hexastichum*
Epis d'escourgeon bien formés juste avant la maturation→



7.7. Tournesol (*Helianthus annuus*)

Cette grande plante annuelle (famille des Astéracées(Composées)) est très cultivée pour ses graines riches en huile (environ 40 % de leur composition) alimentaire de bonne qualité. Le tournesol est, avec le colza et l'olivier, l'une des trois sources principales d'huile alimentaire en Europe.

Grâce à la sélection, la teneur des graines en huile atteint 40 % d'huile.

Ses fleurs sont groupées en capitules de grandes dimensions. Le genre *Helianthus* comprend une cinquantaine d'espèces, toutes originaires d'Amérique du Nord, dont le topinambour (*Helianthus tuberosus* L.). La culture du tournesol est aujourd'hui largement répandue sur tous les continents. Le tournesol est une plante dépolluante des métaux lourds.

La racine principale est pivotante. Elle peut atteindre jusqu'à 4 m de hauteur. Peu gourmande en eau, sa racine pivot lui permet de capter l'eau en profondeur. Elle résiste à la sécheresse.

C'est une plante plus sensible à la qualité du sol (profondeur, structure) qu'à l'ajout d'engrais.

Ces besoins en azote sont faibles (80 unités/ha contre 180 pour du maïs), mais il faut prévoir une bonne fumure de fond (80 unités de phosphore et de potassium) et du bore. Elle est peu sensible aux insectes (sauf en début de cycle) et les variétés commerciales ont des résistances importantes aux attaques fongiques, de fait elle n'a quasiment pas besoin d'être traitée.

Cette espèce est sensible à certains variants du mildiou, favorisé par les monocultures intensives.

L'huile de tournesol est appréciée pour son équilibre en acides gras. La plante entière récoltée avant maturité est utilisée comme fourrage. De plus, les résidus de trituration, appelés tourteaux, sont riches en protéines, dont un acide aminé très recherché dans l'alimentation du bétail, la méthionine. Les graines entières sont appréciées pour nourrir les perroquets et autres oiseaux de volière. C'est aussi une plante mellifère, mais elle a l'inconvénient de fleurir tard en saison.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Tournesol>, b) <http://simple.wikipedia.org/wiki/Sunflower>, c) <http://simple.wikipedia.org/wiki/Sunflower>





7.8. Vétiver (*Chrysopogon* sp.)

Vétiver désigne plusieurs espèces du genre *Chrysopogon*. La plante se présente sous forme de grandes touffes vertes, dont la racine, se développant verticalement, peut atteindre des profondeurs allant jusqu'à trois mètres.

La racine de vétiver distillée fournit une essence résineuse très épaisse utilisée en parfumerie.

Les haies de vétiver permettent également aux sols de conserver leur humidité, stabilisent les digues, réhabilitent les terrains vagues et peuvent même empêcher la pollution des ressources naturelles. Très peu cher, résistant à la plupart des maladies, le vétiver peut être planté y compris dans les terrains peu humides, contrairement à ce que l'on croyait auparavant.

Le vétiver permet aussi d'obtenir à peu de frais du chaume et de la paille, et *peut aussi servir d'aliment pour le bétail*.

Elle sert de plante médicinale dans le traitement de certaines affections de peau et les fagots, de ses racines, d'insecticide.

Son système racinaire massif et bien structuré atteint une profondeur de 2 à 3 mètres au cours de la première année. Ce réseau racinaire massif et épais fixe les sols et les compacte de la manière la plus solide. **Ce réseau de racines très profondes confère également au Vétiver une grande tolérance à la sécheresse** comme cela a été prouvé lors de la pire sécheresse survenue dans la province du Queensland, en Australie, au début des années 90 : la plante n'a pas seulement survécu mais elle a continué de pousser. En outre, le Vétiver dispose de caractéristiques enviables telles que :

- Une tige rigide et droite, pouvant résister à des niveaux d'eaux courantes (de 0,60 à 0,80 m).
- Constituer des haies très denses; lorsque les plants sont rapprochés, réduisant ainsi la vitesse des eaux de ruissellement et constituant des filtres très efficaces.
- De nouvelles pousses émergent de la base, résistant ainsi aux piétinements et à la pression du broutage.
- De nouvelles racines se développent à partir de modules contenus dans les terres arables piégées. Le Vétiver continue de pousser sur les nouveaux niveaux du sol, formant éventuellement des terrasses, si la terre arable piégée n'est pas enlevée.
- Une tolérance à des variations climatiques extrêmes, des périodes prolongées de sécheresse, d'inondation, de submersion et des températures extrêmes allant de -10°C à 48°C (en Australie) et même plus élevées en Chine, en Inde et en Afrique.
- Une capacité à repousser très rapidement après avoir été affecté par la sécheresse, le gel, la **salinité** et autres conditions défavorables des sols et ce, dès que cessent ces effets défavorables. C'est une plante pionnière pour les terres à problèmes.
- Une gamme étalée de pH du sol (de 3.0 à 10.5).
- **Un niveau de tolérance élevé à la salinité des sols et à leur teneur en sodium** et acide sulfurique.

Par contre, il ne supporte pas l'ombre et le manque de lumière. L'ombrage réduit sa croissance.

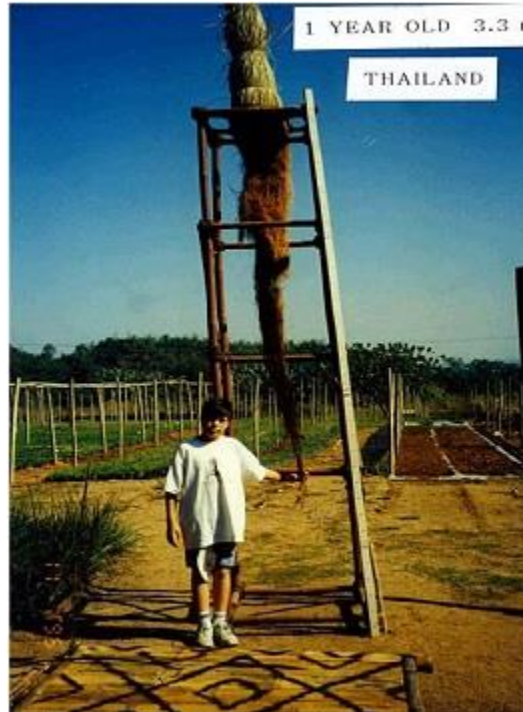
Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9tiver>, a) Protection des infrastructures par le vétiver, Paul Truong, Traduction par DynaEntreprises (Dakar), http://www.vetiver.com/TVN_infra_fr.pdf, b) manuel technique application du système vétiver, http://www.vetiver.org/TVN_French%20manual%20v1opt.pdf



7.8. Vétiver (*Chrysopogon sp.*) (suite)



Coupe verticale sur un remblai montrant une croissance racinaire de 3,6m pour un vétiver de 8 mois.



Racines d'un an : 3,3 m



Racines denses et profondes (2 mètres) d'un vétiver de 13 mois.



← Projet de haies de vétivers anti-érosion, au Sénégal. Source : Pépinière Naac Baal, <http://vetiversenegal.blogspot.fr/2010/11/des-projets-recents-du-vetiver-au.html>



\$

Planter en conditions arides et salines



U

99

7.8. Vétiver (*Chrysopogon sp.*) (suite et fin)



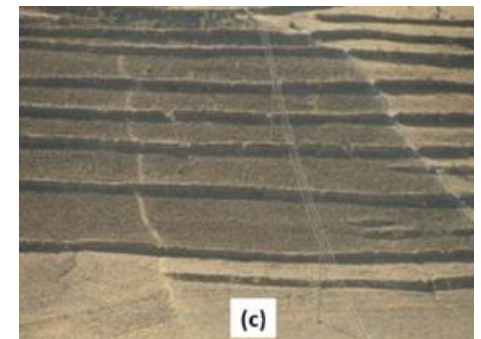
↑ Cette photo, montrant des cactus [des figuiers de barbarie, semble-t-il] plantés dans le cadre d'un projet de la FAO en Tunisie, a été prise en 1970 pour illustrer les mesures de lutte contre l'érosion. Actuellement, la FAO conduit un programme destiné à restaurer 12 000 hectares de terres dégradées, à l'aide de techniques similaires.

Source: <http://www.fao.org/docrep/007/y5378f/y5378f03.htm>

Observation :

Or à cause du caractère invasif des figuiers de barbarie, il aurait mieux valu planter du « vétiver noir » (*Chrysopogon nigritanus*) (voir pages suivantes sur cette espèce de vétiver, résistant à la sécheresse). A moins que la zones de plantation soit très aride et sèche, avec des périodes de sécheresse longues de 6 à 10 mois et des précipitations de 100 mm-300 mm.

Bourrelets suivant les courbes de niveau
pour éviter l'érosion des flancs de la
colline →





?



\$

Planter en conditions arides et salines

U 100

7.8. Vétiver (*Chrysopogon zizanioides*)

Elle mesure de 1 à 2,5 mètres de haut. Elle est originaire d'Asie. Elle est naturalisée dans d'autres régions (sub-)tropicales, notamment aux États-Unis. Elle est notamment cultivée en Inde et dans l'île de la Réunion.

Cette espèce est utilisée pour lutter contre l'érosion du sol et n'est en aucun cas invasive. On extrait de la racine de cette plante par distillation à la vapeur une huile essentielle aromatique à l'odeur forte et tenace utilisée en parfumerie ou savonnerie. Elle est d'ailleurs parfois qualifiée de « faux-patchouli ». Elle sert de note de fond aux parfums ou à préserver les vêtements de laine ou de fourrure des attaques des insectes. Cette espèce est la principale espèce de vétivers.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Chrysopogon_zizanioides, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Chrysopogon_zizanioides, c) Le vétiver (*Chrysopogon zizanioides*) une méthode de conservation des sols, http://www.vetiver.com/TVN_GreenFrench.pdf





7.8bis. Vétiver (*Chrysopogon nigritanus*)

Le **vetiver noir**, est une espèce d'herbe vivace (de la famille Poaceae) ^[1]. Plus précisément, *Vetiveria nigritana* est un type d'herbe très dense et de grande taille, profondément enracinée dans le sol et est généralement utilisé pour protéger les cultures et empêcher l'érosion des sols ^[1]. *Vetiveria nigritana* est également une espèce indigène à l'Afrique et est le plus souvent observée au Nigeria , Afrique du Nord , Afrique de l'Est et les régions tropicales de l'Afrique du Sud ^[1].

En outre, la plante, comme d'autres vétivers, a été utilisé dans ces régions en raison de son **extrême tolérance à la sécheresse**, sa capacité à croître dans le sol infertile et le fait qu'il peut vivre sous la submersion complète ^[2]. En fait, *Vetiveria nigritana* peut prospérer dans un très large éventail de conditions environnementales et climatiques ^[2].

Vetiveria nigritana est une plante très bénéfique dans l'agriculture de subsistance, en particulier en Afrique, en raison de sa capacité à préserver les sols et à réduire le ruissellement de l'eau, finalement en corrélation avec des rendements plus élevés. En outre, la plante est également bénéfique dans la protection des récoltes stockées et les plantes, parce que la plante peut être utilisé comme un répulsif ou un moyen de détruire les larves de parasites avant qu'ils aient la capacité d'influer sur le stock d'un agriculteur. *Vetiveria nigritana* a également diverses applications médicales rentables pour les agriculteurs de subsistance et peut être utilisé comme alimentation pour maintenir l'élevage en l'absence d'autres aliments les plus courants. Source : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Chrysopogon_nigritanus





?



\$

Planter en conditions arides et salines



102

7.8ter. Vétiver (*Chrysopogon nemoralis*)

U

Cette espèce de vétiver indigène est très répandue dans les montagnes de la Thaïlande, du Laos et du Vietnam et le plus probable au Cambodge et au Myanmar ainsi. Il est largement utilisé en Thaïlande pour faire de la chaume. Cette espèce n'est pas stérile, les principales différences entre *C. nemoralis* et *C. zizanioides*, sont que cette dernière est beaucoup plus grande et plus dense et possède des tiges raides. *C. zizanioides* a un système racinaire beaucoup plus épais et plus profond et ses feuilles sont plus larges et a une superficie vert clair le long du milieu des côtes, comme indiqué sur les photos.

Source : a) <http://www.vetiver.org/TVN-Handbook%20series/TVN-series1-1-vetiver%20plant.htm>

C. nemoralis à
Quang Ngai
(Vietnam)



Différence entre les racines de *C. zizanioides* (supérieure) et *C. nemoralis* (en bas).



feuilles de vétiver, (à gauche): *C. zizanioides*,
(à droite): *C. nemoralis*

7.9. Riz (*Oryza sativa* x *Oryza coarctata*_ cultivar résistant au sel)

Toutes les recherches actuelles sont basées sur la propriété de la tolérance au sel supérieure de *Oryza coarctata*, une espèce de riz sauvage trouvé au Bangladesh, mais aussi une espèce qui est très difficile à croiser avec des espèces cultivées *Oryza sativa*.

Le nouveau riz, mis au point par l'International Research Rice Institute (IRRI) (Philippines) et par le Dr Kshirod Jena, sera comme le riz normal, mais avec la tolérance au sel des espèces de riz sauvage, qui est presque le double de celle des autres riz. En outre, la nouvelle variété de riz ne contient pas des niveaux élevés de sel. Ce nouveau riz peut expulser le sel qu'il a pris au sol, par ses glandes à sel, qu'il a sur ses feuilles (Super-salt tolerant rice will help reclaim millions hectares rice area says IRRI). Variétés tolérantes mises au point par INRA Montpellier : Pokkali et IR4630.

Sources : a) Salt tolerance in the halophytic wild rice, *Porteresia coarctata* Tateoka, T. J. FLOWERS, S. A. FLOWERS, M. A. HAJIBAGHERI & A. R. YEO, A'OT Phytot. (1990), 114, 675-684, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00439.x/pdf>, b) Adaptation des plantes au stress salin : caractérisation de transporteurs de sodium et de potassium de la famille HKT chez le riz, Mehdi Jabnune, Déc 2008, thèse Université Montpellier II/INRA, http://www.supagro.fr/theses/extranet/08-0043_JABNOUNE.pdf, c) *Porteresia coarctata* (Roxb.) Tateoka, a wild rice: a potential model for studying salt-stress biology in rice, Sengupta S, Majumder AL, Plant Cell Environ. 2010 Apr;33(4):526-42, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3040.2009.02054.x/abstract> (article payant). d) Mechanism of salt tolerance in wild rice (*Oryza coarctata* Roxb), A.R. Bal, S.K. Dutt, Plant and Soil, 1986, Volume 92, Issue 3, pp 399-404, <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02372487> (article payant). d) 26 avr 2015, <http://www.oryza.com/content/super-salt-tolerant-rice-will-help-reclaim-millions-hectares-rice-area-says-irri>



Oryza coarctata. Source : http://archive.gramene.org/species/oryza_species/o_coarctata.html



Dr. Kshirod Jena (le 1er à droite) durant une présentation à l'abri de démonstration (Photo IRRI).

Source : *Porteresia coarctata* (Roxb.) Tateoka, http://plantillustrations.org/axa.php?id_taxon=9682&lay_out=0&hd=0&group=1

Pour l'instant, tout cela est au stade de la recherche.





7.10. Blé dur (*Triticum turgidum* L. subsp. *Durum* _ cultivar résistant au sel)

Une équipe de scientifiques australiens, de l'Université d'Adélaïde (de Waite Research Institute), a renforcé la tolérance au sel dans une variété de blé dur démontrant une amélioration du rendement des céréales de 25% sur des sols salés.

En utilisant des techniques de reproduction des récoltes «non-OGM», les scientifiques du CSIRO Plant Industry ont introduit un gène tolérant au sel dans un blé dur commercial, avec des résultats spectaculaires présentés dans les tests sur le terrain.

Les auteurs de cette étude ont réalisé que les parents sauvages de blé moderne restent une source importante de gènes pour une gamme de caractéristiques, y compris la tolérance à la salinité. Ils ont découvert le nouveau gène tolérant le sel dans une cousine ancestrale de blé moderne, *Triticum monococcum*. Le gène résistant au sel (connu sous le nom *TmHKT1; 5-A*) fonctionne en excluant sodium à partir des feuilles. Il produit une protéine qui élimine le sodium dans les cellules qui tapissent le xylème, qui sont les «tuyaux» de plantes utilisent pour déplacer l'eau de leurs racines à leurs feuilles", explique le Dr Gilliam.

Sources : a) *Wheat grain yield on saline soils is improved by an ancestral Na⁺ transporter gene*, Rana Munns, Richard A James, Bo Xu, Asmini Athman, Simon J Conn, Charlotte Jordans, Caitlin S Byrt, Ray A Hare, Stephen D Tyerman, Mark Tester, Darren Plett & Matthew Gilliam, *Nature Biotechnology* 30, 360–364 (2012), <http://www.nature.com/nbt/journal/v30/n4/full/nbt.2120.html>

b) *World breakthrough on salt-tolerant wheat*, *University of Adelaide*, March 11, 2012, <http://www.sciencedaily.com/releases/2012/03/120311150717.htm>

Le blé *Ben Mabrouck*, dont la sélection n'est pas terminée, s'est montré très tolérant au sel (SIMONNEAU, 1962).

Source : *L'utilisation des eaux salées au Sahara*, P. Simonneau, G. Aubert, *Ann. agron.*, 1963, 14 (5), 859-872, page 866, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_08-09/11033.pdf



Blé dur tolérant au sel, poussant dans le nord de la Nouvelle-Galles du Sud dans le cadre d'un essai sur le terrain.

Crédit: Photo par le CSIRO.



?



Planter en conditions arides et salines

U



7.11. Lentille bâtarde, vesce amère ou ers (*Vicia ervilia*)

L'**ers** ou **vesce amère**, est une légumineuse à graines et plante fourragère, anciennement cultivée, de la région méditerranéenne. Noms : *bitter vetch* (Anglais), *gavdaneh* (persan), *kersannah* (arabe), *yero* (espagnol), *rovi* (grec), et *Burçak* (turc). Elle continue à être cultivée, à cause de sa valeur nutritive pour les ruminants, au Maroc, en Espagne et en Turquie. **La plante est facile à cultiver et à stocker et peut être cultivée sur des sols alcalins très peu profonds ou salins (jusqu'à 12 grammes de sel /litre d'eau).**

Le grain fendu ressemble à une lentille rouge. Pour la consommation humaine l'amertume des graines doit être enlevé par lessivage avec plusieurs changements d'eau bouillante. En raison de cette amertume, il est peu probable que quelqu'un puisse accidentellement confondre cette vesce avec les lentilles rouges. Selon Zohary et Hopf, seuls les humains des classes économiques les plus pauvres consomment cette culture, ou en temps de famine.

Ses grains constitue un excellent aliment concentré pour ovins et les bovins. Il a été tenu en haute estime par les agriculteurs dans le Vieux Monde, depuis le début de l'agriculture, pour améliorer la valeur nutritionnelle des aliments en vrac.

Pline l'Ancien stipule que la vesce amère (*Ervum*) a une valeur médicinale, comme la vesce (*Vicia*), citant les lettres d'Auguste, où l'empereur a écrit qu'il a retrouvé sa santé grâce à un régime à base de vesce amère (NH 18.38).

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Vicia_ervilia





\$

7.12. nipa (*Distichlis palmeri*)

Ou herbe de Palmer, plantes halophyte (famille des Poaceae), qui pousse dans le désert de Sonora, à l'Ouest du Mexique, et qui produit un grain ayant quelques similitudes avec le blé.

Une recherche menée sur les plantes restantes (il était rare) a été couronnée de succès, et a été suivie par un programme de culture faisant passer l'augmentation de son rendement de 5 kg/ha à 2000 kg/ha. Le grain est également élevé pour un usage commercial en Australie ^[1]. **Il est résistant à la sécheresse et peut absorber l'eau de mer** ^[2]. Comme un halophyte, le sel qu'il absorbe est excrété par des cellules spécialisées sur la surface de la feuille. Le rapport des Nations Unies pour l'environnement (2006) dit de la plante: "Il est un bon candidat pour une principale **culture vivrière** mondiale et pourrait devenir le plus grand cadeau de ce désert au monde". Certaines variétés de *D. palmeri* ont fait l'objet de brevets aux États-Unis ^[4] ^[5].

Note : certains variétés d'halophytes proches, comme *Distichlis spicata*, seraient aussi à étudier.

Sources : c) http://en.wikipedia.org/wiki/Distichlis_palmeri, b) *Nipa: un tesoro Sonorense para el mundo*, Richard Stephen Felger, Drylands Institute, Tucson, Arizona [Institut des zones arides, Tucson, Arizona], <http://boletin.apnsac.org/?p=36>, c) Pearlstein, Felger et al... "Nipa (*Distichlis palmeri*): A perennial grain crop for saltwater irrigation" Journal of Arid Environmental 82 (2012) 60-70,





7.13. Panic érigé (*Panicum virgatum*)



C'est une céréale sauvage, une plante vivace rhizomateuse, autrefois très répandue aux États-Unis, présente sur tout le territoire (sauf sur la frange littorale du Pacifique) (famille des Poaceae). Herbacée consommée par les bisons nord-américains.

Elle est très rustique, adaptée à de nombreux sols (sableux, graviers ...) et climats (ubiquiste),

Le Gouvernement des États-Unis la considère¹ depuis 2006 comme une source potentielle d'agrocarburant, plus respectueuse de l'environnement que d'autres, et qui pourraient réduire la dépendance des États-Unis à l'égard du pétrole. Parce que très efficace pour produire de grandes quantités de cellulose, cette poacée pourrait constituer une source alternative de pâte à papier ou selon plusieurs études récentes¹³ publiée en 2008 une source intéressante d'agrocarburants; grâce à un bilan écologique et énergétique¹⁴ bien meilleur que celui du maïs selon Hen Vogel et ses associés (il produit 540% d'énergie par rapport à l'énergie fournie pour le produire), en tant que source d'éthanol cellulosique¹⁵. Elle offre un abris et favorise le développement du gibier.

Son système racinaire très développé, sa hauteur et sa croissance tardive lui permettent de bien protéger les sols contre l'érosion par le vent et l'eau⁸ tout en conservant un bon ensoleillement pour d'autres espèces plus printanières.

Habitats : prairies sauvages, le long des chemins ruraux et pâturages. Ses touffes atteignent 1.8 à 2.2 m de haut.

Elle résiste à la sécheresse et aux hautes températures. Multiplication : graines (elle s'auto-ensemence).

Cette plante est considérée comme un puits de carbone et réputée capable de "pomper" une partie des métaux lourds du sol.

Certaines variétés de cette plante sont résistantes au sel (mais pas toutes).

Le panic érigé est une adventice parfois utilisée comme plantes fourragères de moyenne qualité ou comme plante ornementale.

Elle peut provoquer photosensibilité et des dommages au foie, chez les chevaux, les moutons et les chèvres [49] [50] [51].

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Panicum_virgatum, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Panicum_virgatum, c) Evaluation of Salinity Tolerance and Genetic Diversity of Thirty-Three Switchgrass (*Panicum virgatum*) Populations, BioEnergy Research, May 2014. d) Relative Salt Tolerance of Switchgrass (*Panicum Virgatum*), www.etaflorence.it/proceedings/?detail=6773





7.13. Panic érigé (*Panicum virgatum*) (suite et fin)



Le système racinaire très dense de *P. virgatum* contribue à fixer le sol et à y améliorer les interactions sol-racines-microbes ainsi que la circulation verticale de l'eau et son épuration. Cette plante a pour cela été expérimentalement réintroduite, avec succès² dans certaines [zones-tampon](#) à vocation d'épuration des eaux et des sols en milieu agricole aux États-Unis³.

Système racinaire de panic cultivé au [Land Institute](#)

Tolérance au sel modérée (tous les cultivars), limite supérieur des pH 7,5. Source : *Salt-affected areas*, http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs141p2_018280.pdf



Panicum virgatum peut atteindre une taille importante



7.13bis. **Panic amer** (*Panicum amarum*)

Originare d'Amérique du Nord (régions côtières le long de la côte Est et la côte du Golfe des Etats-Unis et dans le nord-est du Mexique, [Bahamas](#) et à [Cuba](#) ^[1]), cette plante vivace à [rhizome](#), a des tiges jusqu'à 2,5 mètres de haut et est couramment utilisé pour [dune](#) projets de stabilisation ^[4]. Elle est utilisé pour prévenir [l'érosion](#) ^[5].

Les racines poussent à six pieds de profondeur.

La variété [Panicum amarum 'Dewey Blue'](#) est **tolérante à la sécheresse et au sel**.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Panicum_amarum, b) <http://www.bluestem.ca/panicum.htm>





?



\$

Planter en conditions arides et salines



U

110

7.14. moutarde d'Abyssinie (*Brassica carinata*)

La moutarde éthiopienne ou moutarde d'Abyssinie pourrait avoir une grande importance agricole, dans les plantes du genre *Brassica*.

Bien que *B. carinata* soit cultivé comme oléagineux en Ethiopie (Alemayehu et Becker, 2004), il contient, en général, des glucosinolates et de l'acide érucique indésirables (Getinet et al., 1997), ce qui en fait un mauvais choix cultural comme culture oléagineuse, en comparaison à la étroitement liée *Brassica napus* (colza) [1] [2] [3] [4].

La plante est aussi cultivé comme légume-feuilles, ayant une saveur douce [5]. Certaines variétés, dont la **Texsel**, sont particulièrement adapté aux climats tempérés [6]. Les fleurs sont très attrayantes pour les abeilles qui collectent du pollen et de nectar. Cette plante fait également partie d'une recherche visant à développer du biocarburant pour les moteurs à réaction. Le 29 Octobre 2012, le premier vol d'un avion à réaction alimenté à 100 pour cent de biocarburant, fabriqués à partir de *Brassica carinata*, a été réalisé [7]. Il est sensible au sel et **les graines peuvent germer dans les sols avec un niveau de salinité supérieure à la moyenne**. Il peut être trouvé dans les régions montagneuses jusqu'à 2600 m avec un climat frais, mais aussi dans les plaines avec des conditions relativement chaudes et sèches. **Il ne tolère pas l'engorgement (l'asphyxie racinaire)**.

La lignée de *B. carinata* à graines brunes est plus tolérante au sel que la lignée à graines jaunes. L'étude récente ci-dessous montre l'utilité de cette plante pour la culture en sol salin et le bio-raffinage.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Brassica_carinata, b) http://database.prota.org/PROTAhtml/Brassica%20carinata_En.htm, c) http://database.prota.org/PROTAhtml/Brassica%20carinata_Fr.htm, d) Differential metabolite profiles and salinity tolerance between two genetically related brown-seeded and yellow-seeded *Brassica carinata* lines, Canam, T., Li, X., Holowachuk, J., Yu, M., Xia, J., Mandal, R., Krishnamurthy, R., Bouatra, S., Sinelnikov, I., Yu, B., Grenkow, L.F., Wishart, D.S., Steppuhn, H., [Falk, K.C.](#), [Dumonceaux, T.J.](#), et [Gruber, M.Y.](#), *lant Science*, 198(January 2013), p. 17-26.



7.15. Canne de Provence (*Arundo donax*)

est une espèce de plante herbacée de la famille des Poaceae, graminée à rhizome caractéristique des lieux humides des régions méditerranéennes. Elle a de grandes feuilles effilées, retombantes, glauques, et des panicules terminales d'épillets de couleur vert pâle à violacé. Elle ressemble à un roseau ou à un bambou, avec ses tiges creuses de 2 à 3 cm de diamètre, notamment avant l'apparition des épillets. Sa hauteur varie de 1 m à 8 m selon les variétés et les conditions de culture. Avec l'hiver elle prend un aspect desséché.

Même si elle supporte très bien la sécheresse une fois installée, la canne de Provence se cultive idéalement sur terrains humides et bien drainés. Elle peut avoir tendance à devenir invasive si les conditions sont adaptées. Elle se multiplie par prélèvement de rhizomes au printemps ou par bouturage dans l'eau. *Arundo donax* est assez rustique une fois installée (jusqu'à -10 °C pour les chaumes et -15°C pour les rhizomes) et est peu sensible aux parasites ou maladies. Elle se plaît en situation abritée et bien ensoleillée, avec un sol humide et plutôt sablonneux, mais bien drainé l'hiver. **Elle supporte la salinité des sols.**

Sur le plan industriel, la canne de Provence est l'une des cultures les plus prometteuses pour la production de bioénergie sous climat méditerranéen où elle est déjà adaptée à l'environnement, donne des rendements importants et durables, et résiste à des périodes de sécheresse. Plusieurs études sur le terrain ont mis en évidence ses faibles besoins en travail du sol, engrais et pesticides. Elle a l'avantage de ne pas rivaliser avec les cultures alimentaires car ses faibles besoins lui permettent de pousser là où aucune culture alimentaire ne serait envisageable. En outre, *Arundo donax* offre une protection contre l'érosion des sols, l'un des processus les plus importants de dégradation des terres dans le bassin Méditerranéen. *A. donax* a un potentiel impressionnant pour plusieurs processus de conversion en matières premières bioénergétiques. Ce roseau peut aussi alimenter l'industrie de la pâte à papier. Sa chaume était utilisée pour couvrir toitures, ses tiges comme tuteurs, cannes à pêche, pour la fabrication de toutes les anches de tous les instruments à vent (à anche), pour le palissage, le treillages à faire des paniers et des claies ou panneaux utilisées comme panneaux décoratifs et pare-soleil. Jeune, il peut servir de fourrage, **de faible appétence**.

Sources : a) http://nature.jardin.free.fr/vivace/mc_arundo_donax.htm, b) http://fr.wikipedia.org/wiki/Arundo_donax

c) <http://www.feedipedia.org/node/502>





7.16. Ficoïde glaciale (*Mesembryanthemum crystallinum* ou *Cryophytum cristallinum*)

C'est une plante de la famille des Aizoacées, originaire du sud-est africain (zone de climat méditerranéen). Elle est cultivée pour l'ornement, ses feuilles semblant couvertes de cristaux de glace, et parfois pour la consommation. C'est une espèce succulente au port rampant, dont la hauteur ne dépasse généralement pas 7 ou 8 cm, mais dont les tiges peuvent atteindre de 20 à 60 cm de long. Ces tiges, ramifiées et tombantes, sont couvertes de minuscules "perles" scintillantes, vitrifiées, contenant de grandes quantités d'eau. Les feuilles, de 2 à 10 cm de long, ont une surface fortement ondulée et sont en forme d'ovale ou de spatule. **Les feuilles sont comestibles cuisinées à la manière des épinards ou crues en salade [et les tiges cuites].** Elles ont un goût iodé qui n'est pas sans rappeler la salicorne, voire certains fruits de mer. Elle peut être annuelle, bisannuelle ou vivace, mais son cycle de vie est généralement terminé en quelques mois, selon les conditions environnementales. *M. crystallinum* se trouve sur une large gamme de types de sols, de sols sableux et bien drainés (y compris les dunes de sable), à limoneux et argileux. **Elle pousse à l'état sauvage en terrain aride et caillouteux ou sablonneux. Elle peut tolérer des sols pauvres ou salins.** Comme avec beaucoup d'espèces introduites, il pousse aussi dans les *sites perturbés*, tels que les routes, les décharges et les chantiers. Ses feuilles sont comestibles, comme avec certains autres membres de la famille des Aizoaceae. **Ses graines peuvent également être consommées.** Les feuilles broyées peuvent être utilisées comme substitut du savon et a des utilisations médicinales. La plante est dédaignée par le bétail et les limaces. En raison de ses **capacités à accumuler le sel**, *M. crystallinum* peut être utile pour la bio-remédiation. Pour sa culture, elle nécessite une exposition ensoleillée, un sol riche en humus, bien drainé. **Elle supporte parfaitement la sécheresse et la chaleur. Elle déteste le froid et l'humidité.** Elle n'a aucun ennemi connu. Elle a un petit goût frais entre mentholé et acidulé. **Elle peut être un peu invasive.**

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Mesembryanthemum_crystallinum, b) http://fr.wikipedia.org/wiki/Mesembryanthemum_crystallinum



Une jeune plante à Lanzarote

7bis. Plantes médicinales et aromatiques



L'arbre à myrrhe ou balsamier (*Commiphora myrrha*).

Source image : <http://www.sante-globale.fr/plantes-2/commiphora-myrrha-variete-molmol/>



Solgar : résine de *Boswellia serrata* (Amazon).



Huile essentielle Encens arabe (*Boswellia sacra*). Source image : © Primavea



L'arbre à myrrhe ou balsamier (*Commiphora myrrha*).

Source : <http://www.sylvie-tribut-astrologue.com/tag/legende-de-myrrha-fille-de-cinyras-roi-de-chypre/>



\$

Planter en conditions arides et salines

U 114

7bis.1. Siwak ou miswak (*Salvadora persica*) (arbuste médicinal)

Salvadora persica est un arbuste à feuilles persistantes ou un petit arbre de ~ 6-7 m. L'arbre produit des fruits minuscules en grappes; ces drupes une graine sont comestibles; ils sont juteux (chacun avec une ou deux gouttes de jus), mais légèrement piquants. Originaire du Moyen-Orient.

S. persica est très répandue, notamment dans les bosquets épineux, les plaines inondables du désert, rivières et la végétation des berges, et les savanes herbeuses. Il préfère les zones où l'eau souterraine est facilement disponible, sur les berges, sur les périmètres de points d'eau, dans des sites humides saisonnières, et le long des lignes de drainage dans les zones arides. On trouve également dans les vallées, sur les dunes et sur les termitières.

L'arbre est capable de tolérer un environnement très sec avec des précipitations annuelles moyennes de moins de 200 mm. Très tolérant au sel, il peut se développer sur les régions côtières et les sols intérieurs salés. Altitude: 0-1 800 m

Type de sol: argileux, mais préfère les bonnes terres, les terres noires et le sable. **Il est adapté aux sols alcalins ou très salins,** généralement des sols riches en argiles, et les sols sans sel.

Le **siwak** (en arabe سواك, appelé aussi souek, souak, miswak ou bois d'arak (bâton d'arak), est la racine de l'arbuste *Salvadora persica* utilisée comme « brosse à dent » naturelle. Le simple fait de se frotter les dents avec un objet fibreux tel que le siwak permet de se débarrasser de la plaque dentaire. Par ailleurs, des recherches scientifiques suggèrent un effet bénéfique dans le renforcement de la gencive¹. Une étude américaine menée en 2003 par le National Center for Biotechnology Information a conclu que l'usage du siwak est plus efficace que l'usage d'une brosse à dents^{2,3}. L'Organisation mondiale de la santé en recommande l'usage en 1986 puis en 2000⁴. Il comporte aussi une substance qui facilite la digestion et qui protège les dents contre le tartre^{1,3}. Ses propriétés seraient bénéfiques médicalement parlant, y compris abrasives, antiseptiques, astringentes, détergentes, inhibitrices d'enzymes ...

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Siwak>, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Salvadora_persica,

c) http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Salvadora_persica.pdf, d) <http://en.wikipedia.org/wiki/Miswak>



racine de l'arbuste





7bis.2. **Arbre à myrrhe** ou balsamier (*Commiphora myrrha*) (médicinal et aromatique)
L'**arbre à myrrhe** ou **balsamier** [famille des *Burseraceae*] est un arbuste ou petit arbre d'environ 3 m de haut, aux petites feuilles ovales caduques, originaire de l'Afrique de l'Est et de la péninsule Arabique, notamment de Somalie.

Il est aujourd'hui présent dans les régions sèches du nord-est de l'Afrique (Djibouti, Éthiopie, Soudan, Somalie, Kenya) et de la péninsule Arabique (Yémen et Oman), en Éthiopie, en Arabie Saoudite, en Inde, en Iran et en Thaïlande.

À la fin de l'été, l'arbuste se couvre de fleurs rouge-orangé, tandis que son tronc se boursoufle de nœuds. C'est de ces boursouflures que s'écoule la myrrhe, en petites larmes jaunes que l'on recueille une fois qu'elles ont séché.

La résine jaune, épaisse, à l'odeur typique du *Commiphora myrrha*, la myrrhe, sève d'arbre séchée, est récoltée commercialement. Cette résine, au contact de la chaleur et de la lumière synthétise une huile essentielle riche en furanosesquiterpènes et en engénol.

L'huile essentielle de myrrhe serait immunostimulante, anti-inflammatoire, anti-infectieuse & anti-parasitaire. Composition de la myrrhe : Gomme (30 à 60 %), Polysaccharides, Résine (25 à 40 %), Huile essentielle (3 à 8 %). Composition de cette huile : a) 90% sesquiterpènes dont 71% furanique (ayant une action plus puissante que la morphine), 4.5% Cétones, 3.5% hydrocarbures, 2% Aldéhydes, b) heerabolène, eugénol, divers furanosesquiterpènes.

Sources : a) <http://www.sante-globale.fr/plantes-2/commiphora-myrrha-variete-molmol/>

b) http://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre_%C3%A0_myrrhe,

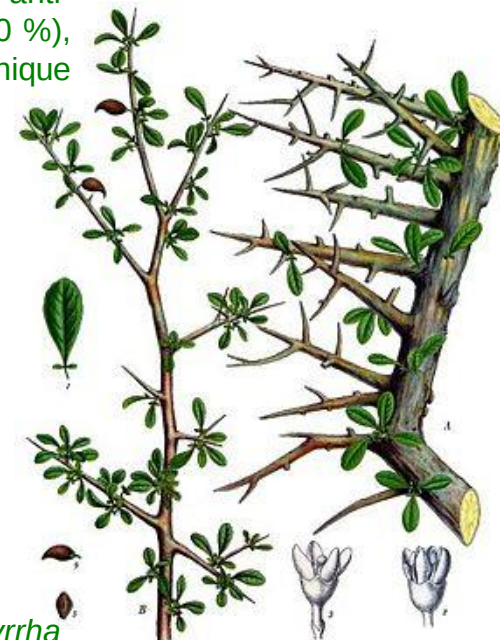
c) http://en.wikipedia.org/wiki/Commiphora_myrrha,

Les infusions de ses feuilles serviraient aux bains de bouches. On en ferait une crème anti-acnée. Les Chinois feraient bouillir les feuilles de l'arbre à myrrhe pour produire des arômes parfumés lors de rituels de purification. Dans l'Antiquité, il servait à produire un parfum réputé, le *Balsama*, dont la recette a été perdue.

Source : <http://www.wisegeek.com/what-is-commiphora.htm>



Myrrhe, la résine durcie extrait de *Commiphora myrrha*





7bis.2. Arbre à myrrhe ou balsamier (*Commiphora myrrha*) (suite et fin)

La ville juive indigène de *Ein Gedi* était une importante source de baume et de parfum, le *balsama*, pour le monde gréco-romain, jusqu'à sa destruction par l'empereur byzantin Justinien, dans le cadre de sa persécution des Juifs dans son royaume. Les méthodes d'extraction et de préparation de cette résine balsamique très prisée ont été perdues. En 2003, le Dr Michael Avishai a rapporté les graines de l'arbre de l'Angleterre, et les jeunes arbres plantés, au Kibboutz de Ein Gedi (Israël) ont germé à partir de ces graines. Avec l'aide du personnel du jardin botanique d'Ein Gedi, la plante est cultivée dans l'espoir de produire le parfum légendaire. Synonyme : *Commiphora Molmol*.

Altitude : 250-1300 m. Précipitations annuelles moyennes : 230-300 mm. La plante se reproduit dans les régions arides, où l'on trouve normalement l'*Acacia* s. Les buissons de *Commiphora* sont dans les pentes et les vallées sur des sols peu profonds, principalement calcaires.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Ein_Gedi, b) http://www.lifile.com/Encyclopedia/TREES/Family/Burseraceae/11169/Commiphora_myrrha
c) *After repeated failures, new effort to revive the legendary balsam plant shows promise*, Nir Hasson, Haaretz, Sep. 2, 2010, <http://www.haaretz.com/print-edition/news/after-repeated-failures-new-effort-to-revive-the-legendary-balsam-plant-shows-promise-1.311617>



Culture de *Commiphora myrrha*.
Photo: Valentino Vallicelli.

http://www.lifile.com/Encyclopedia/TREES/Family/Burseraceae/11169/Commiphora_myrrha



Selon l'auteur de cette photo, qui la cultive en Australie, la plante pourrait se bouturer (?).
<http://www.theamateursdigest.com/40489.htm>



La culture du « Balsam » au kibboutz **Ein Gedi**.
Source : Haaretz, 2 septembre 2010.



7bis.3. Mukul, gugulon ou **Guggulu** (*Commiphora wightii*) (médicinal et aromatique)

Ou **Guggul** ou **Guggal**. Cette plante arbustive épineuse, originaire d'Inde et utilisée dans la médecine ayurvédique, est proche de l'arbre à myrrhe [famille des Burseraceae].

On la rencontre de l' Afrique du Nord à l'Asie centrale, mais la plante est plus fréquente dans le nord de l'Inde. Elle préfère les climats arides et semi-arides et tolère les sols pauvres. La résine du guggul, connu sous le nom de gomme guggulu, a un parfum semblable à celui de la myrrhe et est couramment utilisé dans l'encens et dans des parfums. Sa gomme résine est récolté à partir de l'écorce de la plante à travers le processus de taraudage. Le **guggul** a été surexploité dans une grande partie de son habitat, et a été inscrit à la Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. L'**India's National Medicinal Plants Board** a lancé un projet de culture de 500 à 800 hectares de **guggul**, dans le district de Kutch, tandis qu'un mouvement de conservation local, dirigée par Vineet Soni associé à l'UICN, a commencé à éduquer les cultivateurs de **guggul** et les récolteurs dans des méthodes de récoltes sûres et durables. Petites fleurs rouges à roses.

Usages médicaux : Maladie de la peau, suppuration et abcès, plaies, maladies des gencives et de la bouche, fumigation de salle d'opération Les composants de sa gomme (Guggulstérone ...) se sont révélés très actifs pour soulager les douleurs rhumatismales et pour faire baisser les taux excessifs de cholestérols et triglycérides dans le sang. On peut donc l'utiliser pour soigner l'arthrose lorsqu'elle est associée à un taux de cholestérol élevé.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Commiphora_wightii, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Commiphora_wightii



↑ Source image :

<http://tropical.theferns.info/image.php?id=Commiphora+wightii>

Petit fruits rond rouge à maturité.



↑ *Commiphora wightii* : Bhandari, une plante médicinale **en danger**. source : Botanical survey of India, http://bsi.gov.in/PhotoP/8_6_FrontPhotoGallery.aspx



↑ Source :

<http://www.dmapr.org.in/MandCrop/Guggal.html>



Commiphora wightii. Source image ↑ : http://parisaramahiti.kar.nic.in/medicinal_plants_new/med%20plants/p66.html



\$\$

U

Planter en conditions arides et salines

118

7bis.4. Myrrhe africaine (*Commiphora africana*) (médicinal et aromatique)

Cet arbre épineux à feuilles caduques, d'environ 5 m de haut, est largement répandu dans les régions sèches de l'Afrique subsaharienne _ Angola, Botswana, Burkina Faso, au Tchad, en Erythrée, en Ethiopie, au Kenya, au Mali, en Mauritanie, au Mozambique, en Namibie, au Niger, au Sénégal, en Somalie, en Afrique du Sud, au Soudan, au Swaziland, en Tanzanie, en Ouganda, en Zambie, au Zimbabwe. Il est commun dans la brousse d'*Acacia-Commiphora* et habituellement présent dans les savanes sèches et le Sahel. [famil. des Burseraceae]. Sur les sols sablonneux, cette espèce forme parfois des peuplements purs. L'écorce est gris-vert, parfois brillante, pelant en lambeaux rougeâtres. L'intérieur d'une entaille dans l'écorce est rougeâtre, et exsude une gomme claire, le bdellion, aromatique et **comestible**. Les fruits rouges **comestibles** ont environ 6-8 mm de diamètre. Les racines douces, succulentes sont souvent mâchés par les humains. Les nouvelles feuilles sont recherchés par les chameaux et les chèvres, en particulier au début de la saison sèche. Cet arbre est extrêmement sensible à l'humidité atmosphérique et développera ses bourgeons à la première trace de des vents chargés d'humidité. Par conséquent, il est le premier arbre à entrer en feuille avec l'arrivée de la saison des pluies, et demeure remarquablement vert pendant toute la période des pluies. Au Sahel, cette apparence fraîche frappante n'est partagée qu'avec le Salvadora persica. Il est particulièrement approprié pour constituer des haies vives. Altitude : 300 à 1900 m. Précipitations annuelles moyennes : 150 – 900 mm. Multiplication : par bouturage. Les feuilles apparaissent au moment de la saison des pluies ou un peu avant. Il perd ses feuilles au début de la saison sèche. Cette plante hôte est la nourriture préférée du coléoptère Diamphidia, dont la larve est utilisée comme un *puissant poison de flèche* (☠).

Toutes les parties de l'arbre sont utilisées pour traiter un large éventail de maladies, les fruits pour la fièvre typhoïde et les problèmes d'estomac, l'écorce pour le paludisme, la résine pour convulsions et pour couvrir et désinfecter les plaies, la résine brûlée comme insecticide et aphrodisiaque. Le bois tendre, résistant aux termites, est utilisé pour sculpter des ustensiles domestiques, instruments de musique et des articles d'usage général. Une huile comestible est également extrait et parties de l'arbre présentent de fortes propriétés fongicides.

Haie, clôtures, cuillères de bois. Fourrage à chameau et chèvre, surtout pendant la saison sèche. *Branches utilisées comme brosse à dents*.

L'écorce est riche en flavonoïdes, tanins, anthraquinone, glycosides cardiaques, triterpénoïdes, saponines, alcaloïdes et sucres réducteurs. Des études d'un extrait hydro-éthanolique de l'écorce ont révélé la présence d'un anti-convulsivant puissant.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Commiphora_africana, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Commiphora_africana,

c) http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Commiphora_africana.PDF



↑ *Commiphora africana*

Chrysomèle *Diamphidia*



\$\$

U

Planter en conditions arides et salines



7bis.5. L'arbre à encens (*Boswellia sacra*) (médicinal et aromatique)

L'arbre à encens (*Boswellia sacra*) est un petit arbre d'une hauteur de 2 à 8 m, qui comporte un ou plusieurs troncs [famille des Burséracées]. L'écorce à texture de papier pèle facilement.

Utilisations : Le *Boswellia sacra* est l'une des principales espèces de *Boswellia* dont on tire l'encens. La résine est récoltée en pratiquant une incision peu profonde dans le tronc ou les branches de l'arbre et en retirant une étroite bande d'écorce. Il s'en écoule un sève laiteuse, qui coagule au contact de l'air et que l'on ramasse ensuite à la main. La résine du *boswellia* contient un anti-inflammatoire puissant.

Habitat : Cet arbre pousse dans les régions sèches du nord-est de l'Afrique et du sud de la péninsule Arabique (en Somalie, en Éthiopie, au Yémen et à Oman). Il tolère les situations très exposées et on le retrouve souvent sur les pentes rocheuses et dans les ravins, jusqu'à une altitude d'environ 1 200 m. Il préfère les sols calcaires. Les individus qui croissent sur des pentes escarpées développent un renflement en forme de coussin à la base du tronc qui adhère au rocher et leur assure une certaine stabilité. Les arbres dans la zone étroite, chargée de brouillard, où le désert rencontre chaîne de montagnes du Dhofar, une région connue sous le Nedjd, grandissent très lentement et produisent un résine de très haute qualité, dans de grands massifs blancs.

Les arbres commencent à produire la résine quand ils sont vieux d'environ 8 à 10 ans.

Menaces : Des études récentes ont indiqué que les populations d'arbres d'encens sont en baisse en raison de leur surexploitation. Les arbres fortement taraudés produisent des graines qui ne germent qu'à seulement 16%, tandis que les graines d'arbres qui ne avaient pas été exploitées germent à plus de 80%. Les herbivore à Oman souvent broutent le feuillage, les fleurs et les semis, entraînant peu de régénération; les arbres matures qui restent sont apparemment en train de mourir. Statut IUCN : Near Threatened (IUCN 2.3) quasi menacé.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Boswellia_sacra,

b) http://en.wikipedia.org/wiki/Boswellia_sacra





\$\$

U

Planter en conditions arides et salines



Source image ↑ :

http://pl.wikipedia.org/wiki/Boswellia_serrata

7bis.6. Salai ou Shallaki (*Boswellia serrata*) (médicinal et aromatique)

Boswellia serrata est un arbuste qui produit l'encens indien.

Il est originaire d'une grande partie de l'Inde et de la région du Punjab pakistanais.

Usage : Il est utilisé, par la médecine ayurvédique, pour le traitement de l'arthrite.

Des extraits de *Boswellia serrata* ont été cliniquement étudiée pour l'arthrose et de la fonction articulaire, en particulier pour l'arthrose du genou, montrant une légère amélioration à la fois de la douleur et de la fonction par rapport à un placebo. Les effets positifs de *Boswellia* dans certaines maladies inflammatoires chroniques y compris la polyarthrite rhumatoïde, l'asthme bronchique, l'arthrose, la colite ulcéreuse et la maladie de Crohn ont été rapportés. Certains considèrent *Boswellia serrata* comme une alternative prometteuse aux AINS, justifiant une enquête plus approfondie dans les études pharmacologiques et cliniques.

Constituants actifs : L'acide boswellique et d'autres acides pentacycliques triterpéniques sont présents. L'acide bêta-boswellique est le constituant principal. Le *Shallaki* serait un analgésique puissant et aurait des effets anti-inflammatoires pouvant réduire la douleur et l'inflammation des articulations.

Source : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Boswellia_serrata

b) http://pl.wikipedia.org/wiki/Boswellia_serrata



↑ Photo prise dans le Kinnerasani Wildlife Sanctuary, Andhra Pradesh, Inde.



↑ Source image :

http://www.tradeboss.com/default.cgi/action/viewproducts/productid/153077/productname/Boswellia_Serrata_60/



↑ Encens indien de *Boswellia Serrata*. Source :

<http://www.101herbs.com/boswellia-serrata.html>



Boswellia Serrata, plante Ayurvédique.



7bis. 7. Griffe du diable ou Harpagophyton (*Harpagophytum procumbens*) (médicinal)

La « griffe du diable », « Sengaparile », « Devil's Claw », « Duiwelsklou » ou « racine de Windhoek » est une plante herbacée vivace, dont la tige rampant sur le sol (*Procumbens*) portent des feuilles alternes au limbe ovoïde, et des fleurs en forme de trompette, de couleur rouge-violacée [famille des Pedaliaceae].

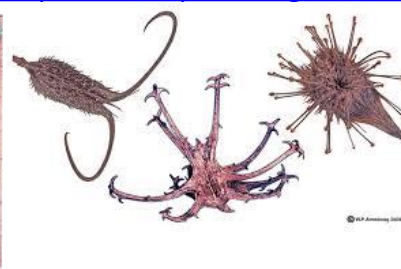
Cette espèce pousse dans l'hémisphère Sud (Afrique du Sud, Namibie, Botswana...) et plus particulièrement dans les **régions semi-désertiques** de l'Afrique australe, plus particulièrement de Namibie. Substrat : sablonneux, drainant. Température minimum : 5°C.

Le fruit est une capsule ligneuse munie d'une couronne garnie de plusieurs crochets acérés lui permettant de s'accrocher aux animaux voire de s'enfoncer dans leur chair, ce qui vaut à la plante d'être surnommée « *la griffe du diable* ». Chaque fruit contient jusqu'à 48 graines noires et allongées (7 à 8 mm de long). Sa racine principale, lignifiée, a un important développement vertical en profondeur (jusqu'à 50 cm de long) ; De cette racine principale partent des racines secondaires formant des tubercules de réserve, bulbeux et parfois énormes, pouvant peser jusqu'à 1,5 kg. Ils s'étendent sur environ 1,5 m et sont trouvés jusqu'à 2 m de profondeur, servant de stock d'eau et de nutriments à la plante qui peut ainsi résister aux périodes de sécheresse. Usages : Seuls ces tubercules (qui constituent jusqu'à 90% du poids de la plante) sont utilisés depuis longtemps partie de la pharmacopée traditionnelle du sud de l'Afrique et dans le monde, depuis les années 1970-1980, comme anti-inflammatoire et pour atténuer ou guérir certaines douleurs (rhumatismes, arthrites ou lombalgies).

Principes actifs : harpagoside, beta-sitosterol, 8-p-coumaroylharpagide, 8-féruloylharpagide, 8-cinnamoylmyoporoside, pagoside, ctéoside, isoactéoside, 6'-O-acetylacteoside, acide cinnamique, acide caféique. Etudes : En Allemagne et au Royaume-Uni, plusieurs études ont utilisé le « *Doloteffin* » (une préparation standardisée d'harpagophytum), qui ont conclu que *H. procumbens* a été plus efficace que le Vioxx dans le traitement de la lombalgie chronique³¹ et a été bien toléré après plus de quatre ans de traitement de *H. procumbens* seul.

Menaces : La **convoitise des laboratoires pharmaceutiques met en danger la plante**. Constatant une **augmentation de 700 tonnes en 2001 à plus de mille tonnes exportées en 2002 par la seule Namibie** (l'harpagophyton pousse à l'état sauvage dans le désert du Kalahari), le Comité pour les plantes réuni à Genève en 2003 dans le cadre de la CITES s'inquiétait pour la « **durabilité** » de cette ressource et le **caractère équitable de son commerce**. L' *Harpagophytum procumbens* est aujourd'hui cultivé et cueilli sous protection d'une *charte* et d'un *quota* pour garantir sa pérennité en tant que ressource naturelle. Le gouvernement namibien encadre sa culture et sa cueillette, par un cahier des charges précis. Source : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Harpagophyton>, b) <http://en.wikipedia.org/wiki/Harpagophyton>

Source : http://magicchris.voila.net/Harpagophytum/harpagophytum_procumbens.htm



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau



Système liman : par cette levée de terre, les eaux de ruissellement sont détournées vers des canaux (Kenya).



Système de limans israéliens. En gris vert, l'arrivée de l'inondation d'un orage, retenue par les cuvette en demi-lune. Source : Water Harvesting in the Negev,
<https://www.youtube.com/watch?v=tjBugtV8GHc>



Negarim : petite cuvette polygonale (voir plus loin)



Lavogne, une petite retenue collinaire (Causse de Sauveterre, Lozère, France).

8.1. Liman israélien

Un **Liman** en Israël est le nom d'une levée artificielle de terre, souvent en demi-lune, servant à recueillir les eaux de crue d'un oued du désert. L'eau de ruissellement est ralenti par le barrage, inondant ainsi une petite zone et permettant à l'eau de s'infiltrer dans le sol. Un petit bosquet d'arbres peut y être maintenue dans le désert.

Les limans ont été construits afin de lutter a) contre la désertification sans épuiser les eaux souterraines, dans les écosystèmes arides, b) les crues soudaines, cause d'érosion, et pour maintenir des espèces d'arbres résistants à la sécheresse.

La hauteur du remblai doit être 3-4 fois la profondeur de l'eau retenue. Un déversoir régule le niveau de l'eau [...] pour empêcher la destruction du barrage ^[4]. Un canal d'écoulement régule le niveau de l'eau accumulée et permet à l'excès de s'échapper. Les brouteurs devraient être exclus du site pour éviter le compactage du sol qui, à son tour, diminue l'infiltration de l'eau ^[3]. Y ont été plantés des espèces résistantes à la sécheresse sont adaptés, comme le tamarin, la gomme arabique [l'acacia Sénégal], le prosopis, le pistachier, l'eucalyptus, le palmier dattier et le caroubier.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Liman_irrigation_system ,

b) Les structures antiérosives en relation avec les modes de gestion de l'eau, <http://www.fao.org/docrep/t1765f/t1765f0q.htm>

c) <http://www.kkl.org.il/eng/water-for-israel/water-in-the-desert/limans/>

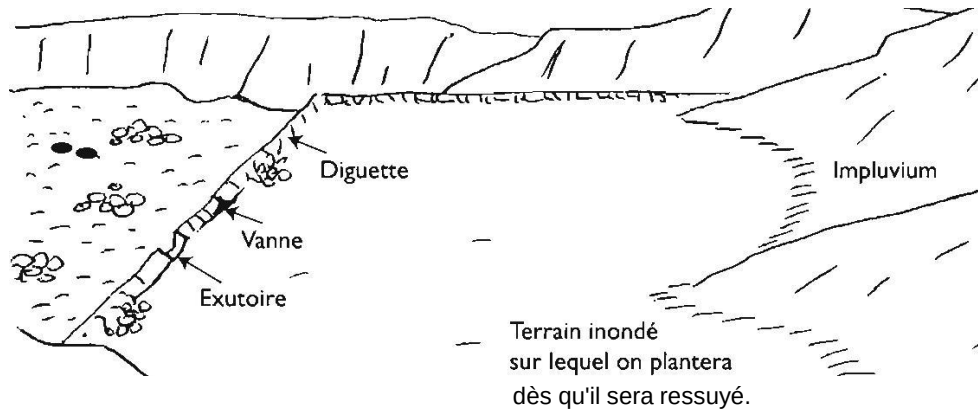


Exemples de limans israéliens.



Les Amandiers, les oliviers, les palmiers et les figuiers sont parmi les arbres les plus aptes à être cultivées dans les milieux secs.

8.1. Liman israélien (suite et fin)



Malgré une entrée en sel relativement élevée, les données obtenues montrent que les limans ne souffrent pas de la salinisation. Dans tous les limans examinés, le sol, jusqu'à une profondeur de 3 m, a été trouvé non salin. Source : Soil Salinization Induced by Runoff Collected in Small Forested Earthen Dams in the Negev Desert,

<http://cals-cf.calsnet.arizona.edu/ialc/ialc4.asp?proj=93R-507>



Les liman : digues de stockage :

A la confluence de deux vallées secondaires, une digue en terre, de 1 à 2 m de haut, est construite pour capter le ruissellement et sa charge solide : elle permet une culture dans une bonne terre alluviale qui a absorbé une réserve d'eau suffisante pour produire une céréale (500 mm) ou une culture de légumineuse à croissance rapide. Pour évacuer une crue exceptionnelle, un exutoire est prévu, généralement protégé par un mur de pierres cimentées. La pente du talus de la digue dépend de la texture du matériau, elle est de l'ordre de 50 % pour des alluvions argilo-sableuses.

Source : *Les techniques traditionnelles de gestion de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols*, Mohamed Sabir, Éric Roose, Jomol Al Karkouri, in *Gestion durable des eaux et des sols au Maroc*, IRD, 2010, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-09/010054917.pdf

8.2. Système Meskat ou Meskal et tabias (Magrehb)

Ce système peut être trouvée dans la zone de précipitations de 200 à 400 mm. sur les terrains accidentés. Pour le moment, il a encore d'environ 300.000 ha de terres agricoles dans les Meskats, principalement planté d'oliviers.

Le système se compose de deux parties distinctes (voir figures pages suivantes) :

- L'impluvium ou "Meskat", est la partie la plus élevée et est utilisé pour la promotion de ruissellement. Cette zone peut être rocheux avec une forte pente et a une faible capacité d'infiltration.
- La superficie cultivée ou "Mankaa" est la partie la plus basse et a la plupart du temps un sol profond de limono-sableux avec une capacité d'infiltration élevée. Ici, le ruissellement de l'impluvium s'infiltre et permet de pousser des cultures. Les aires cultivées consistent principalement en différentes terrasses séparées par des barrages en terre avec déversoirs de pierres.

Les agriculteurs ont fait ces barrages assez élevés (0,5 m) pour être sûr que la pluviométrie la plus élevée possible, pour tous les jours (370 mm), peut être stocké dans le Manka et ne détruit pas les barrages et donc l'ensemble du système.

Malheureusement, de nos jours, ce système se détériore très rapidement. Ceci est principalement dû à la faiblesse des prix de l'huile d'olive, qui érode la base économique du système et conduit à l'émigration des agriculteurs. En outre, les oliviers sont plantés de plus en plus sur l'impluvium, ce qui crée un déséquilibre entre impluvium et terre cultivée (le rapport de l'impluvium de terres cultivées a changé de 2: 1 à 1: 2). L'efficacité du système est en diminution de cette façon et les rendements diminuent.

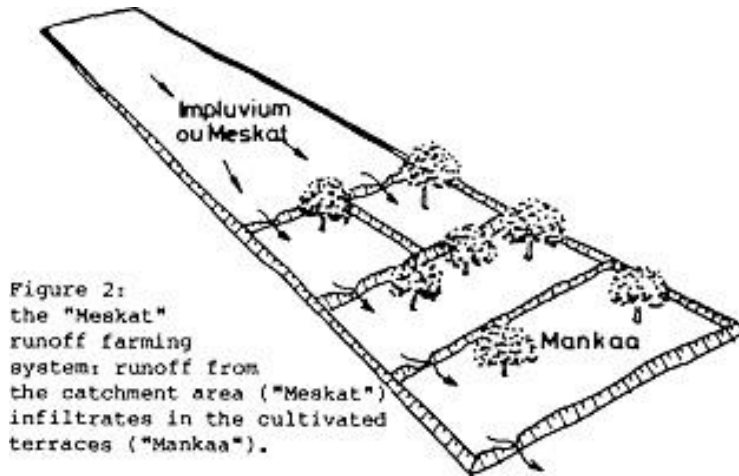
Son non entretien provoque une érosion sévère. Cela provoque dans des inondations sur les plaines, qui causent beaucoup de dégâts et l'abaissement de la nappe phréatique dans la zone des jardins.

Il ya de nombreux signes que la dégradation des meskats va changer tout l'équilibre hydrologique de la région.

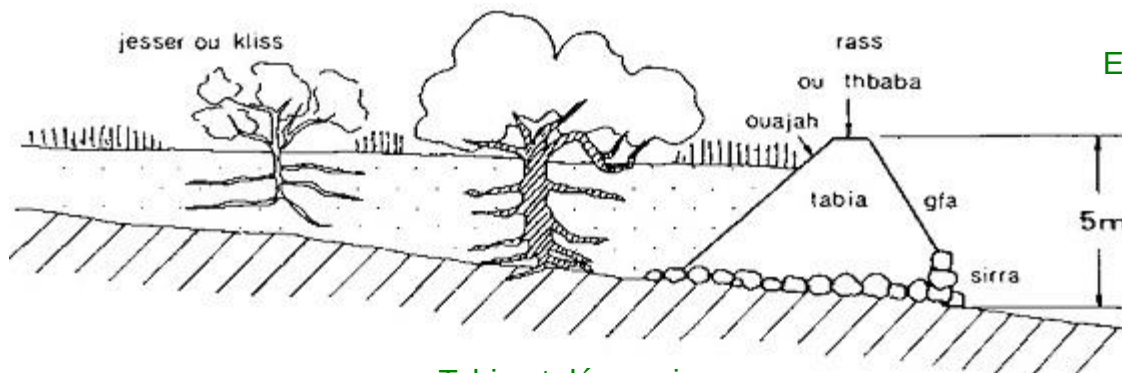
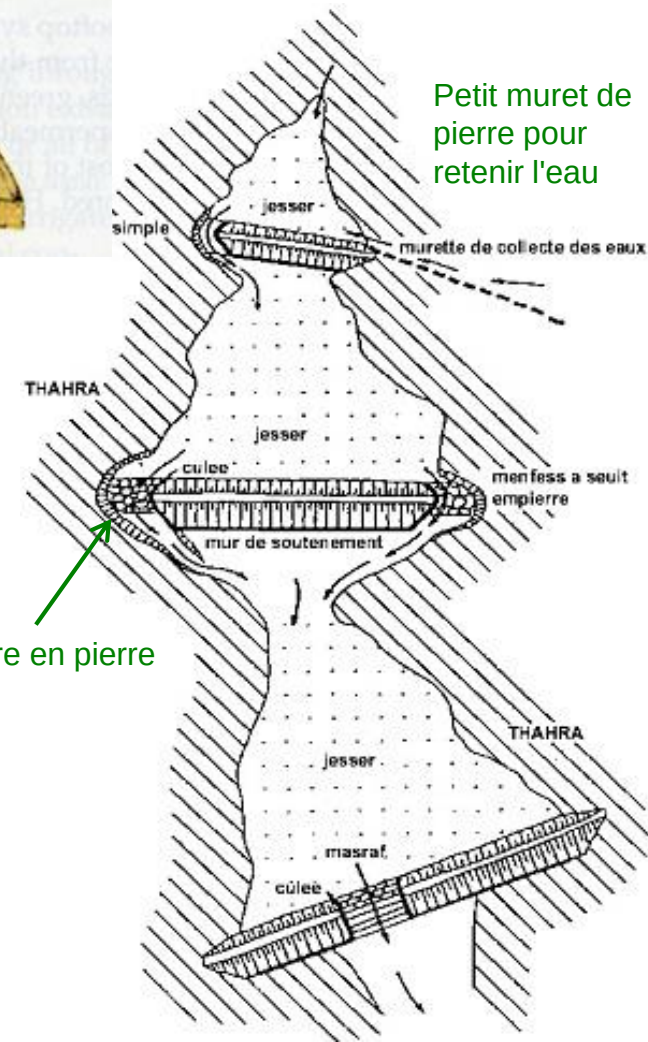
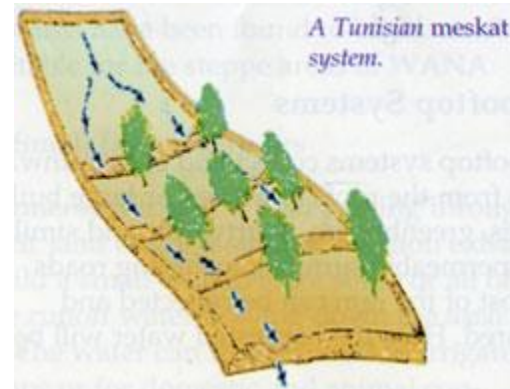


Un système meskat supportant une plantation d'oliviers

8.2. Système Meskat ou Meskal et tabias (Magrehb) (suite)



Le "Meskat", système d'exploitation des eaux de ruissellement: les eaux de ruissellement de la zone de capture ("Meskat") s'infiltrent dans les terrasses de culture ("Mankaa").



Exutoire en pierre

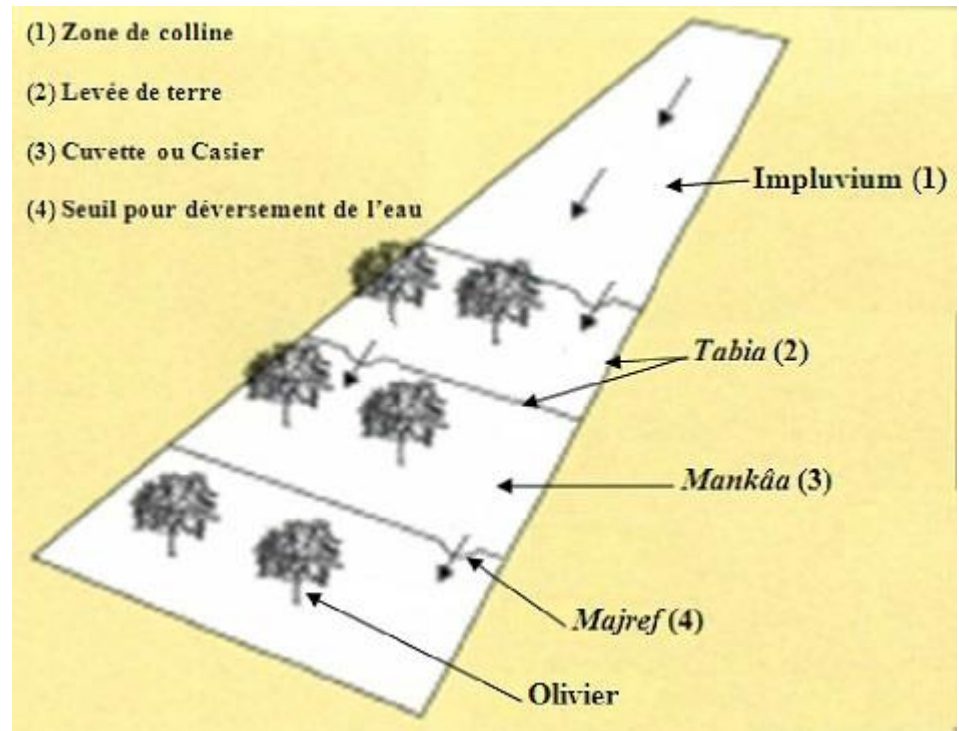
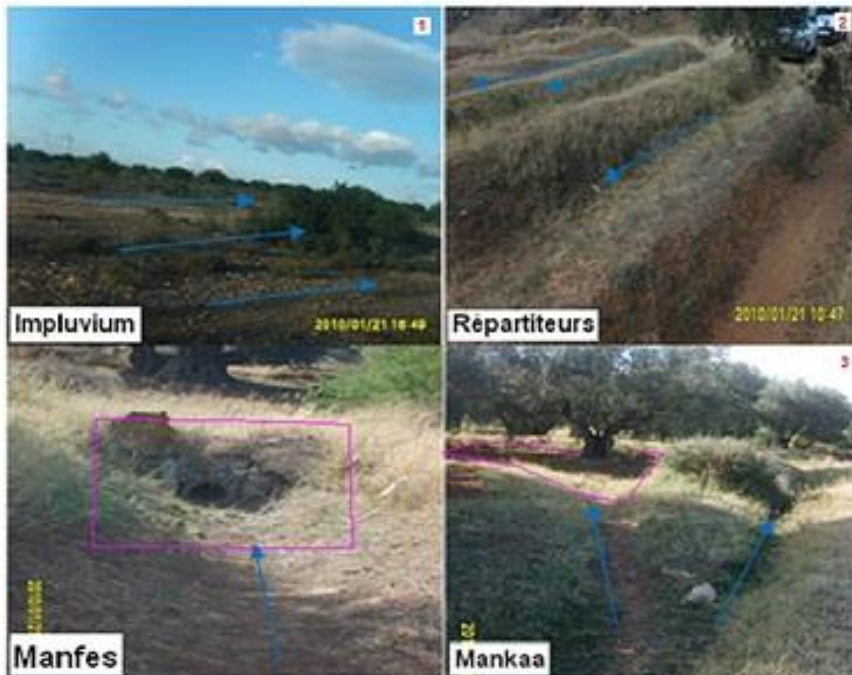
8.2. Système Meskat ou Meskal et tabias (Magrehb) (suite)

Avantages

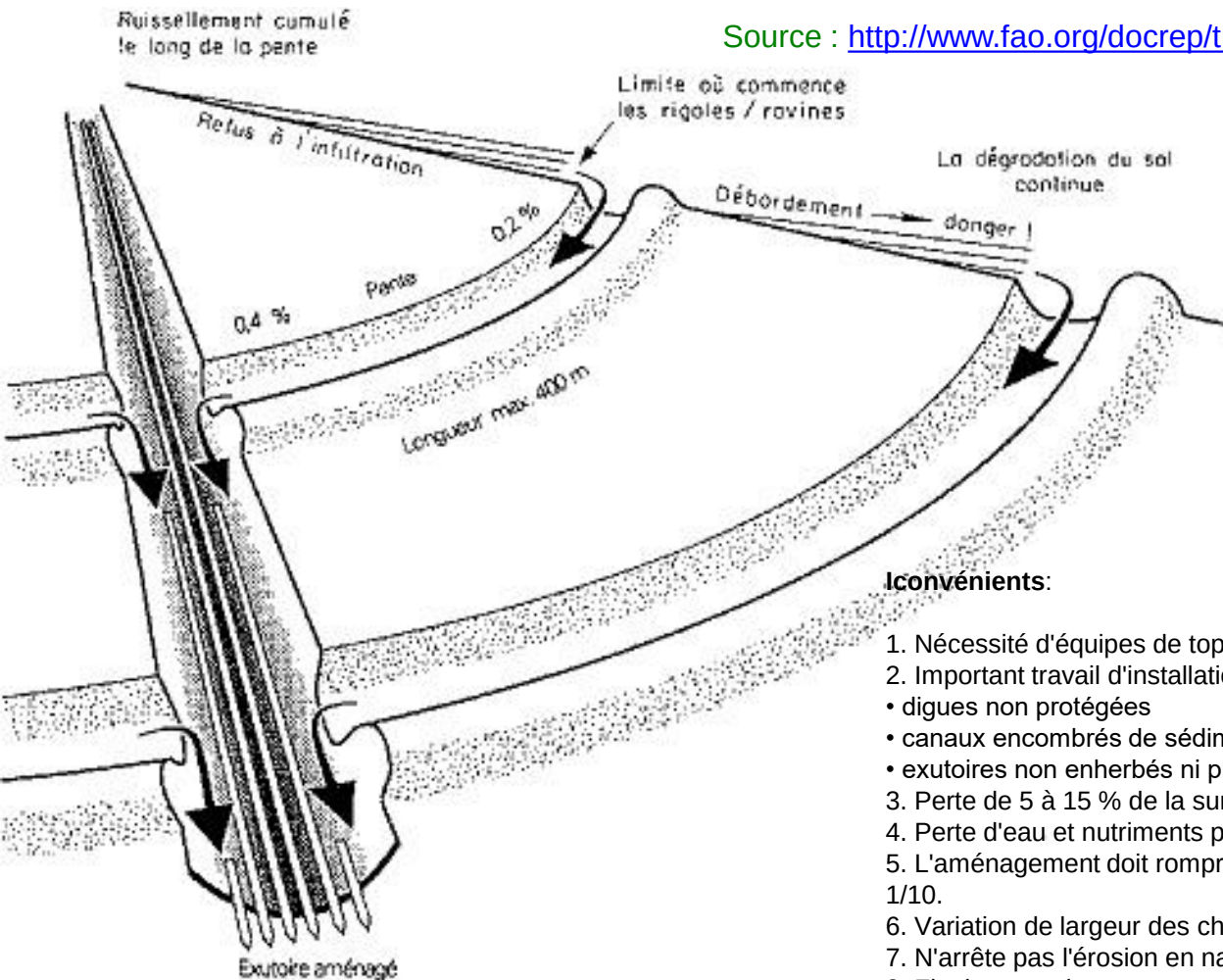
- Permet une production fruitière relativement stable dans les zones semi-arides
- Appoints en eau aux plantations
- Amélioration de la productivité des terres
- Réduction des risques de ruissellement, d'inondation et d'érosion à l'aval

Inconvénients

- Coût relativement important
- Exige beaucoup de main d'œuvre
- Réduction de l'eau disponible dans les barrages à l'aval
- Réduction de la surface cultivable sur l'impluvium



8.2. Système Meskat ou Meskal et tabias (Magrehb) (suite)



Source : <http://www.fao.org/docrep/t1765f/t1765f0q.htm>

La diversion des eaux de ruissellement: principes, pratique et inconvénients :

L'érosion est fonction de :

- l'énergie des pluies (constante tout le long de la pente)
- l'énergie du ruissellement (qui croît avec la pente $(MV^2)/2$. $E = f(\text{longueur}^n \times \text{pente})^m$)

Les banquettes :

- peuvent évacuer l'énergie du ruissellement accumulée
- ne peuvent pas réduire l'énergie des pluies ni la dégradation du sol

Inconvénients:

1. Nécessité d'équipes de topographes experts (coût élevé)
2. Important travail d'installation et d'entretien d'où généralement;
 - digues non protégées
 - canaux encombrés de sédiments
 - exutoires non enherbés ni protégés (surcreusés ou ensablés)
3. Perte de 5 à 15 % de la surface cultivée sans augmentation de rendement.
4. Perte d'eau et nutriments pour les champs cultivés en aval.
5. L'aménagement doit rompre s'il advient une pluie de fréquence inférieure à 1/10.
6. Variation de largeur des champs cultivés (mécanisation difficile).
7. N'arrête pas l'érosion en nappe ni la dégradation.
8. Finalement, risques graves de ravinement s'il y a rupture des digues (1 fois en 4 à 10 ans).
9. Accélération du temps de concentration des eaux:
 - gros débits de pointe
 - érosion marigots
 - ravinement régressif

La diversion des eaux de ruissellement

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.3. Digues filtrantes, lignes de contours

Principe C'est un ouvrage pierreux construit au travers d'une zone de ruissellement fort. Il doit être toujours être ancré dans le sol (fondation). D'une hauteur moyenne de 0.5 à 0.8m, la largeur de la digue dépend du débit maximal du ruissellement qui doit la traverser. Plus le courant est important, plus il faut prévoir d'enchaînement de digues.

Pré-requis Maîtrise technique, prendre en compte l'ensemble du bassin versant, disponibilité de blocs de pierre, transport et disposer d'équipement de concassage et gabionnage.

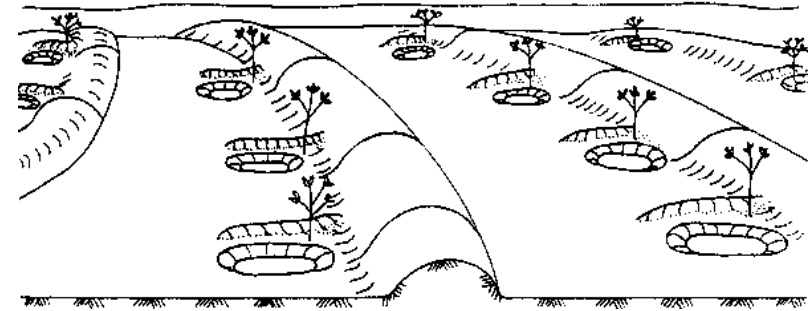
Effets concrets favorise le passage non érosif de l'eau et une sédimentation en amont des matériaux transportés. C'est principalement un ouvrage d'épandage des crues et de protection des terres situées en aval. La digue étant poreuses elle se charge progressivement d'alluvion facilitant sa fixation et réduisant l'érosion.

Coût dépendant de la largeur à traiter mais un ouvrage renforcé en gabion (grillage, photo ci-contre) coûtera au moins 450 €/u (expertise technique comprise).



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.3. Digues filtrantes, lignes de contours (suite et fin)



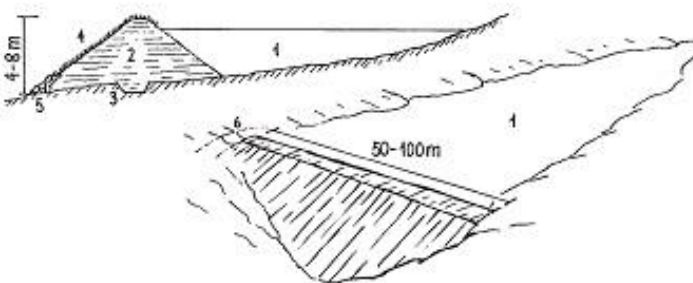
8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.4. Barrages, Jessours, Tabia

Les **jessour** (sing. jesser) : Dans les zones arides de montagnes, des petites digues en terre (ou en pierre) sont construites en série dans les vallées secondaires pour capter le ruissellement et sa charge solide. Ces digues permettent la formation progressive de terrasses plantées en arbres fruitiers (palmiers, figuiers et oliviers dont les tiges supportent d'être enfouies sous les sédiments) et semées en céréales et légumineuses (BoNvAunr, 1986). La digue (tabia) en terre compactée se construit soit manuellement, soit avec des tracteurs.



Jessour rudimentaire



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.4. Barrages, Jessours, Tabia (suite)

Ce système peut être trouvé dans les régions plus arides (100 - 200 mm de précipitations) et les zones montagneuses.

Dans le lit des rivières saisonnières, des petits barrages de terre et de pierres sont construits. Les substrats s'accumulent devant ces barrages ainsi que dans les terrasses : du sol se forme progressivement sur 1 à 2 m d'épaisseur. Sur les terrasses, l'eau d'inondation est retenue et filtrée dans le sol. Cette eau supplémentaire fait que l'agriculture dans ces régions arides est possible.

Sur les terrasses, différents arbres fruitiers _ oliviers, amandiers, dattiers, figuiers _, céréales et légumineuses sont cultivés.

Dans la région de Marmata où de nombreux *jessours* peuvent être trouvés, la pluviométrie est très variable (80-700 mm/an) avec des intensités de précipitations possibles de 220 ??mm/jour. Avec ce genre de pluie forte dans les montagnes, le coefficient de ruissellement peut être très élevé (jusqu'à 0,9, avec une moyenne de 0,4). En fonction de ce coefficient, un impluvium est nécessaire, qui est, en moyenne, 5 fois plus grand que la surface des terres cultivées.

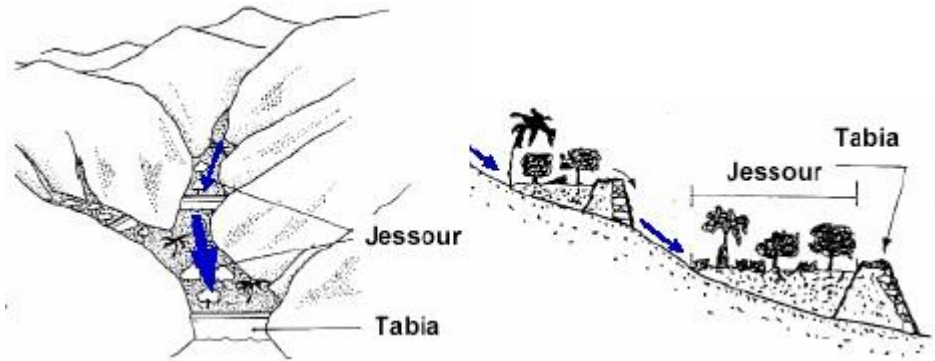
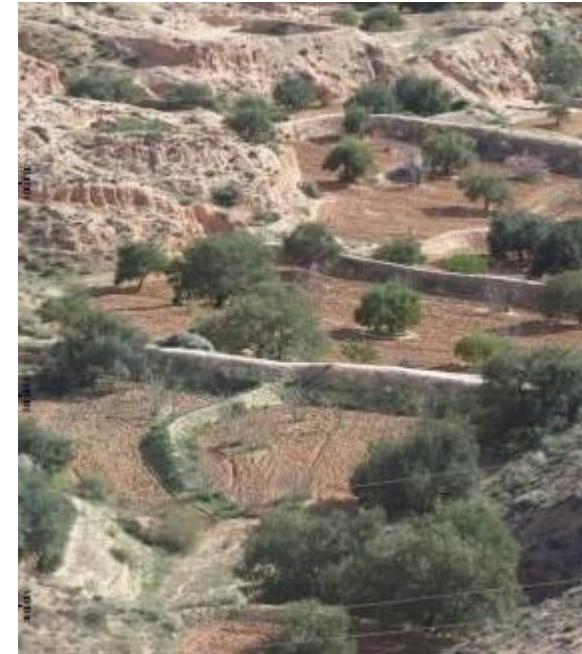
Les déversoirs sont en maçonnerie sèche et ont généralement une hauteur d'un tiers de la hauteur des barrages. Les barrages et les déversoirs doivent être construits très solides et l'entretien doit être très cohérent pour rendre le système agricole possible.

Également dans la région de Marmata, des agriculteurs émigrent, recherchant de meilleures opportunités économiques. Les *jessours*, qui ont besoin d'un apport très élevé de la main-d'œuvre, sont abandonnés avec les mêmes conséquences que pour les *meskats*.



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.4. Barrages, Jessours, Tabia (suite)



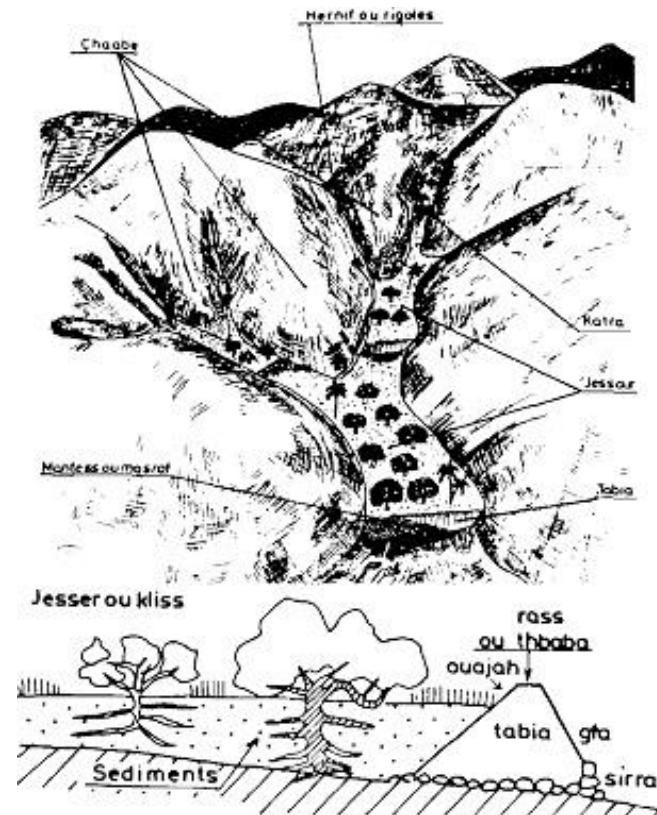
Vue et profil du "**jessour**", système d'exploitation des eaux de ruissellement : le ruissellement de l'eau et des sédiments de la campagne vallonnée sont capturés derrière les barrages («**Tabia**») dans le fond de la vallée.

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.4. Barrages, Jessours, Tabia (suite)



←↖↑ tabias

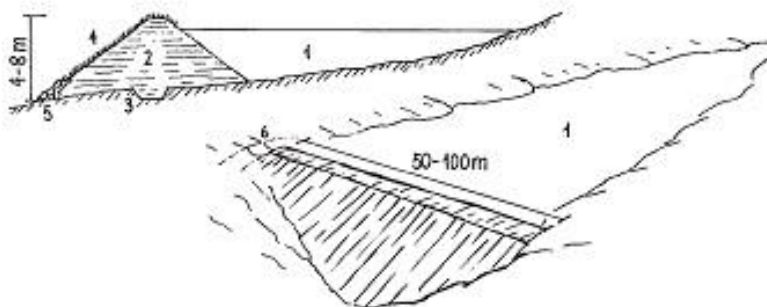


Vue et profil d'un "jessour", système d'exploitation des eaux de ruissellement: le ruissellement de l'eau et des sédiments des collines sont capturés derrière les barrages («Tabia») dans le fond de la vallée.

Légendes :

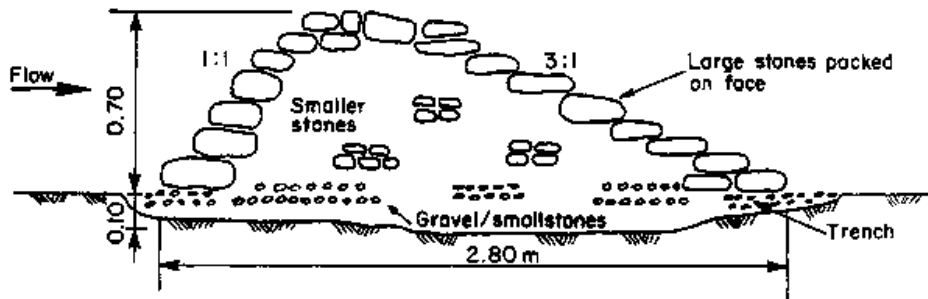
- Hernif ou rigoles
- Chaabe
- Kakra
- Jessor
- Mantess ou masraf
- Tabia

- Jesser ou kliss
- Sédiments
- Rass ou thababa
- ouajah
- tabia
- gfa
- sirra

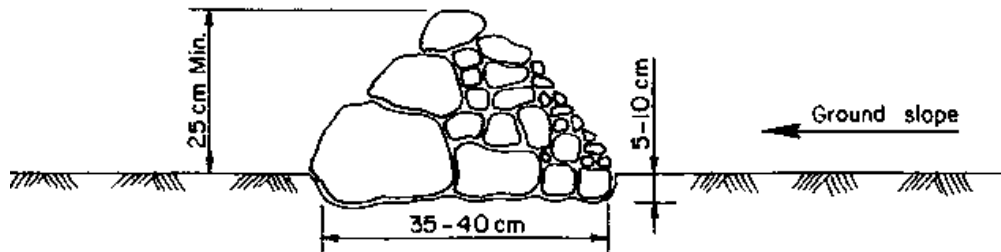


8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

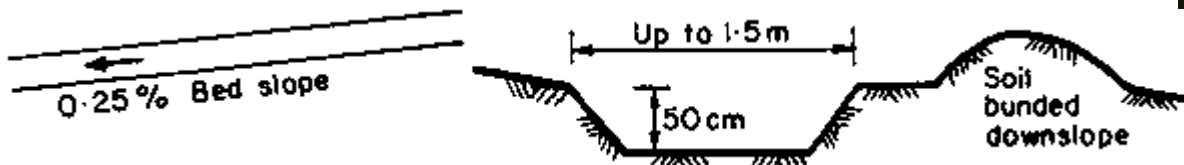
8.4. Barrages, Jessours, Tabia (suite et fin)



Barrage détruit à cause d'un déversoir
[« spillway »] insuffisant.



Tabia à large digue



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.5. Johad (hindi : जोहड) : cuvette de stockage des eaux de pluie utilisée principalement dans l'état de Rajasthan, en Inde, qui recueille et stocke l'eau tout au long de l'année, à des fins de consommation par les humains et le bétail. Dans de nombreuses parties de l'état, la pluviométrie annuelle est très faible (entre 450 et 600 mm) et l'eau peut être désagréable à boire. La pluie qui tombe en Juillet et Août est stockée dans les johads et utilisée tout au long de l'année. Ce sont des barrières de boue et de gravats simples construits à travers le contour d'une pente pour arrêter l'eau de pluie. Ces barrages de terre sont destinés à capturer et à conserver l'eau de pluie, ce qui conduit à l'amélioration de la percolation et la recharge des nappes. Ils sont construits sur une pente avec un haut remblai sur les trois côtés tandis que le quatrième côté est laissé ouvert pour laisser l'eau de pluie y pénétrer. Ils sont très communs dans le désert du Thar du Rajasthan. Les Johads ont été largement diffusés et utilisés par l'ONG « Tarun Bharat Sangh ».

Sources: a) Traditional Practice of Rainwater Harvesting, <http://www.nepjol.info/index.php/HN/article/download/4229/3590>
b) <http://www.ecotippingpoints.org/our-stories/indepth/india-rajasthan-rainwater-harvest-restoration-groundwater-johad.html>
c) <http://en.wikipedia.org/wiki/Johad>,

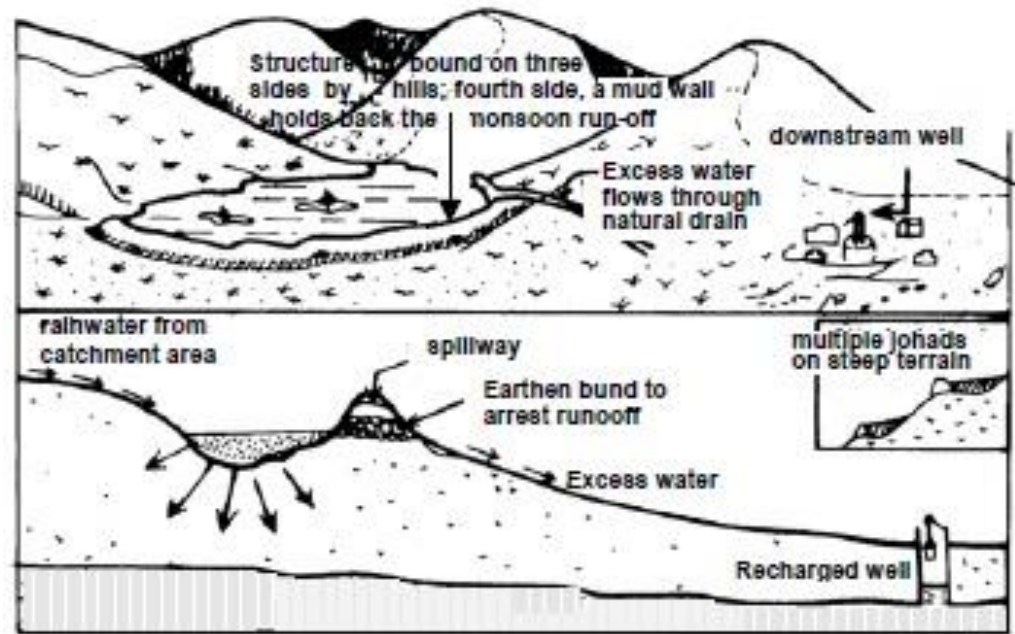


8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.5. Johad (suite et fin)

Légendes :

- Structure liée sur trois côtés par des collines, le quatrième côté étant un mur de boue retenant le ruissellement due à la mousson
- Puits en aval
- L'excès d'eau s'écoule naturellement vers une vidange
- L'eau de pluie du bassin versant
- Déversoir
- Digue en terre pour arrêter le ruissellement
- L'excès d'eau
- Le puits rechargée
- Multiples *Johada* sur un terrain escarpé



Legends :

- Structure of bound on three sides by hills, fourth side, a mud wall holds back the monsoon run-off
- downstream well
- Excess water flows through natural drain
- Rainwater from catchment area
- Spillway
- Earthen bund to arrest runoff
- Excess water
- Recharged well
- Multiple johada on steep terrain



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.5bis. Lac ou retenue collinaire

Les *retenues collinaires* sont des ouvrages de stockage de l'eau qui sont remplies par les eaux de surface, les eaux de ruissellement. Elles peuvent être assimilées à des micro-barrages.

Lac collinaire : lac artificiel de petite ou moyenne dimension, aménagé au dévers d'une colline, afin de recueillir les eaux de ruissellement. Note : plutôt, les zones du « subhumide », où la pluviométrie est supérieure à 500mm.

L'ouvrage, constitué d'une digue en terre ou maçonnerie permet de retenir l'eau dans un talweg, une combe, un ravin, un vallon et de stocker une part des écoulements d'eaux. Ces eaux sont utilisées ensuite dans les domaines de l'irrigation agricole, la protection incendie, les loisirs, la pisciculture et l'eau potable. Ces petits barrages permettent d'accroître les ressources en eau disponibles au cours de l'année. *Ils doivent respecter certaines normes pour leur construction (voir lien ci-dessous).*

Sources : a) http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/actesynteses/RDV/RDV13retenuescollinairesupports.pdf ,

b) a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Retenue_collinaire



Les lacs collinaires (petits barrages) tout en étant un moyen courant, efficace et économique de mobilisation des eaux de surface, sont destinés généralement à développer l'agriculture locale. Ils peuvent avoir différents objectifs tels que :

- La création de points d'eau à usage domestique ;
- L'amélioration de la nappe phréatique ;
- La protection contre les inondations .

Le lac collinaire est un petit barrage en terre dont la hauteur de la digue est généralement inférieure à 12 m et la capacité moyenne de la retenue peut varier de 50000 m³ à un million de m³ pour les réalisations destinées spécialement à l'exploitation agricole. Source : *Evolution des techniques de conservation des eaux et des sols en Tunisie*, Mohamed BOUFAROUA, <http://www.slire.net/download/1313/23-625-635.pdf>

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.5bis. Lac ou retenue collinaire

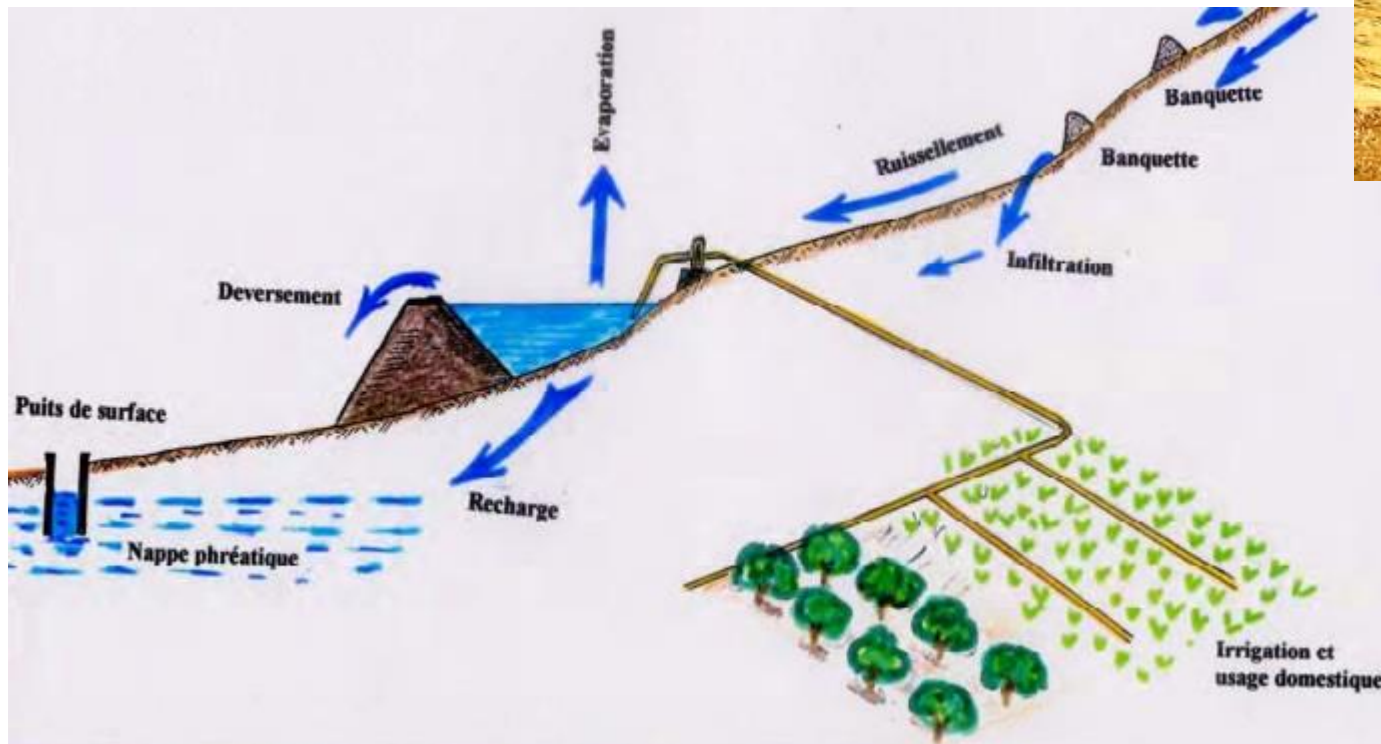
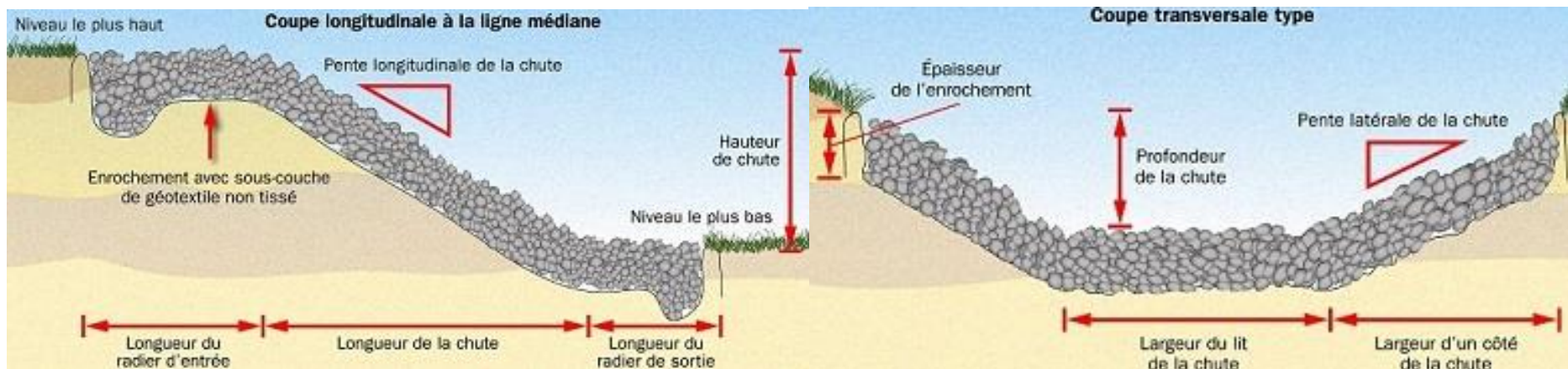


Schéma d'un lac collinaire (très semblable à un johad)

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.5ter. Déversoirs



Déversoir enroché (coupe longitudinale).

Source : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/13-036.htm>



Le déversoir empierré absorbe l'énergie de l'eau en mouvement

Source : Ministère de l'agriculture de l'Ontario (Canada).

<http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/96-118.htm>

Déversoir enroché (coupe transversale).

Source : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/13-036.htm>



La chute en arc de cercle fait franchir à l'eau une dénivellation importante sans provoquer d'érosion.

Source : Ministère de l'agriculture de l'Ontario (Canada). Idem.

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.6quater. gabion et piège à silt

Le gabion est un mur de pierre, très souvent dans une cage en grillage, installé perpendiculairement à l'écoulement des eaux, la plupart du temps utilisé dans les climats secs, voir aride et permettant de stopper l'érosion des sols, les sédiments venants s'accumuler contre lui. Le gabion piège alors, au fil des inondations ou des pluies importantes, d'énormes quantités de sédiments. Ces couches de sédiments se superposent jusqu'à atteindre le haut du muret et à former une terrasse. Une fois cette terrasse formée, elle sera ombragée par une plantation d'arbres sur ses bordures. Plusieurs gabions successifs sont possibles et ils existent sous de nombreuses formes. Le coût d'une telle installation est faible et a permis de transformer des lieux arides en oasis, en quelques années. Il est assez facile de fabriquer un gabion, voici une méthode possible (source : <http://www.permaculturedesign.fr/terrassement-en-permaculture/>) :



Fabrication des cages en grillages, n'oubliez pas les grillages intercalaires. Source Milkwood Permaculture



Remplissage avec des cailloux, source Milkwood Permaculture

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.6. Citernes couvertes (matfia, joub ou notfia)

Description : La *matfia* collective est composée de :

- un impluvium naturel plus ou moins aménagé : il coïncide avec le versant qui surplombe la *matfia*. Dans le Rif, le toit de la *matfia* (70 à 150 m²) est bétonné et utilisé comme impluvium, mais le plus souvent ce sont les eaux ruisselant des pistes et d'un petit versant qui sont captées ;
- un canal (*assarou*, séguia) de raccordement entre l'impluvium naturel et la citerne ;
- un bassin de décantation des sédiments, une conduite d'eau reliant le bassin de décantation à une ouverture perçant la dalle de la citerne et un orifice pour puiser l'eau, muni d'un couvercle en fer ;
- une citerne (réservoir souterrain) creusée dans le sol, construite en pierre et étanchéifiée par de la terre battue, de la chaux ou du ciment. Les dimensions de cet ouvrage varient de 100 à 300 m³ en fonction du nombre d'habitants et de la taille du troupeau à abreuver. Le toit est construit avec des pierres moyennes ou avec des troncs d'arbres recouverts d'une couche de terre ou de ciment pour former une toiture étanche. Un puits muni d'une pompe ou d'un seau permet de puiser l'eau filtrée.

La *matfia* individuelle ou familiale est plus modeste : le toit de la maison joue le rôle d'impluvium. La citerne prend la forme d'un réservoir souterrain (*joub*) creusé dans la cour de la maison. Il est imperméabilisé avec de l'argile battue mélangée à la chaux ou avec du ciment.



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

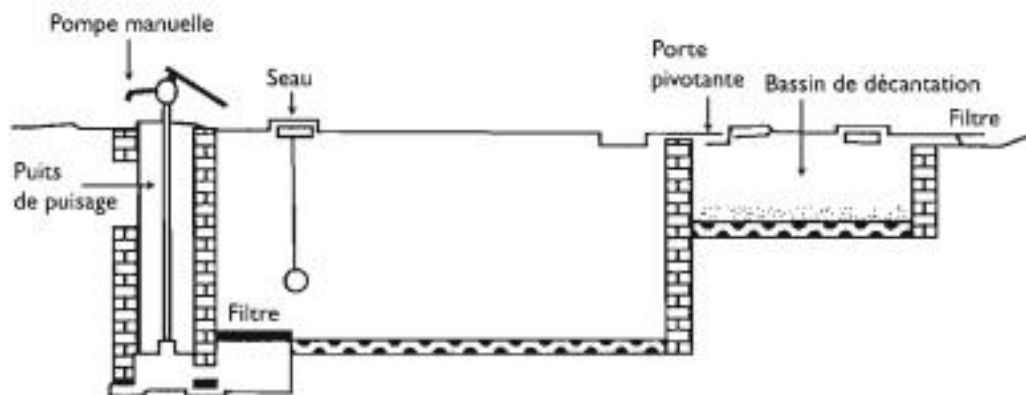
8.6. Citernes couvertes (matfia, joub ou notfia) (suite)

Objectifs

Les eaux stockées dans la *matfia*, collective ou individuelle, sont destinées aux usages domestiques, à l'abreuvement de la famille et du troupeau et parfois à l'irrigation d'appoint d'un petit jardin en zones semi-arides et arides. Lorsque la saison sèche dure longtemps, la *matfia* ne suffit pas, et il faut la remplir à l'aide de camions citernes. De façon indirecte, la *matfia* réduit les risques de ravinement en aval.

Coût d'installation

L'installation d'une *matfia* demande un investissement important. Le coût varie en fonction de la taille de l'ouvrage et des matériaux utilisés. Les travaux sont généralement réalisés dans le cadre d'une entraide sociale ou avec les subsides de l'État. Le coût de construction d'une *matfia* collective d'une capacité de l'ordre de 350 m³ varie de 10 000 Dm (en terre battue + chaux + toit en bois) à 20000 Dm dans le cas de l'utilisation de matériaux modernes (ciment, barres en fer à béton). Les citernes familiales traditionnelles (50 à 100 m³ de volume) coûtent nettement moins cher.



Une *matfia* étatique (makhzen) (d'après EL FASSKAOUI, 2007)

Sources : a) Les techniques traditionnelles de gestion de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols, Mohamed SABIR, Éric ROOSE & Jomol AL KARKOURI, Chapitre 6, page 139, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-09/010054917.pdf
 b) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Citerne> (voir aussi définition d'une citerne dans le glossaire).



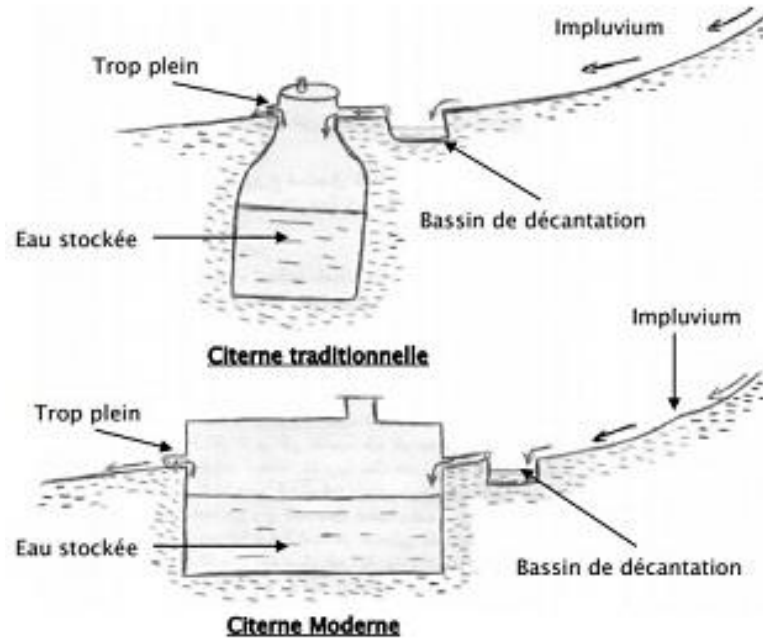
Matfia dans l'Atlas



Citerne traditionnelle collective
(ici à [La Malga](#))

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.6. Citernes couvertes (matfia, joub ou notfia) (suite et fin)



Construction de citernes de quelques m³ à quelques dizaines de m³ de capacité pour collecter et stocker les eaux pluviales pour l'alimentation en eaux potables et pour l'abreuvement du cheptel dans les zones rurales et dans les parcours.



← Citerne pour la collecte des eaux pluviales pour l'alimentation en eau potable (zone de Ksar Jedid - Medenine - Tunisie).

Suivi et entretien de la matfia collective

- Déviation des eaux des premières pluies qui sont souvent polluées et trop chargées de sédiments.
- Nettoyage de la vase qui s'accumule au fond des citernes (fréquence: 1 fois par an pour les citernes à impluvium constitué de formations tendres, 1 fois tous les 3 ou 4 ans pour les citernes cimentées).
- Changement du seau utilisé pour puiser l'eau (fréquence 1 fois par an) et entretien de la pompe.

Pour les *matfia individuelles* qui captent seulement l'eau des toitures, le toit est régulièrement nettoyé avant les périodes pluviales. Le curage se fait une fois tous les 3 ou 4 ans.

Avantages

- Stockage de l'eau et utilisation différée
- Approvisionnement en eau domestique
- Amélioration des conditions d'hygiène de la famille
- Rôle majeur dans la pérennisation des activités pastorales
- Permet la fixation de la population dans le milieu rural
- Diminution des risques de ravinement et d'inondations
- Ouvrages enterrés donc discrets, à faible emprise foncière
- Réduction de la corvée de l'eau

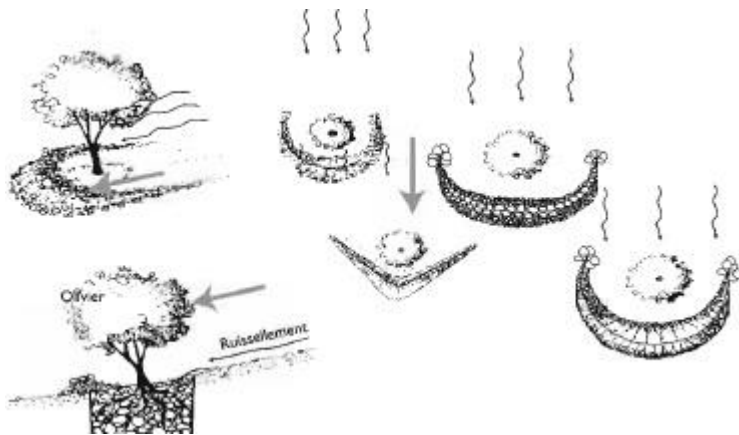
Inconvénients

- Volume insuffisant pour les besoins annuels
- Problème sanitaire: stockage trop long ou puisage par les enfants peu soigneux
- La corvée d'eau prive les filles de l'école
- Entretien difficile si accès difficile

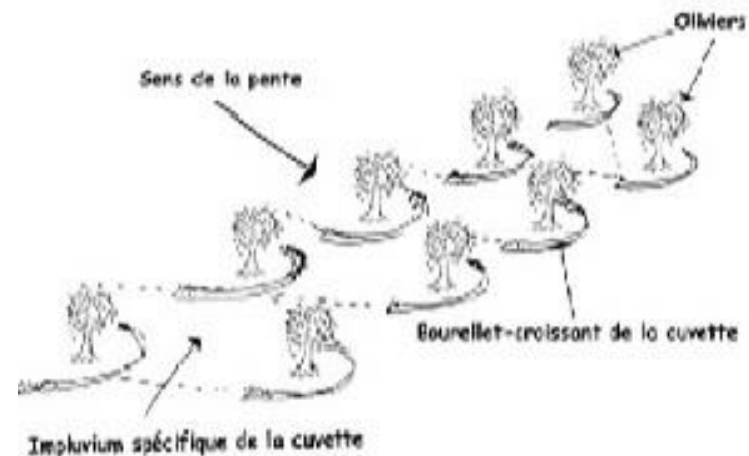
8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.6. Cuvettes en demi-lunes

C'est une diguette en forme de demi-lune (diamètre de 2 m à 6 m) qui permet de concentrer le ruissellement et sa charge en suspension sur des arbustes ou des cultures en poquets. L'extrémité de la diguette peut être protégée par des cailloux. Le cordon pierreux et la demi-lune ont permis la recolonisation totale du sol nu par une végétation herbacée, au bout de deux ans (Van der Pool et Kaya, 1991, cités par DRSPR, 1992).



Les micro-bassins : demi-lunes et cuvettes



Cuvette individuelle avec *impluvium* (système Meskat ou Meskal) ↑

IMPACT DE L'AMÉNAGEMENT DES TERRES DE CULTURE PAR LES CUVETTES INDIVIDUELLES SUR L'HUMIDITÉ ET LA FERTILITÉ DU SOL (TUNISIE DU CENTRE), Mohamed BERGAOUI, Jalel EL FALEH et Ali HENDAOU

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.6. Cuvettes en demi-lunes (suite)

Une autre technique de piégeage des eaux de surface consiste à creuser des cuvettes de plantations d'arbres (fruitiers ou autres) et de les entourer de bourrelets en demi-lune faits de terre tassée, souvent recouverte de pierres. Leurs diamètres varient de 0,50 à 2 m et la profondeur de 15 à 25 cm. Les bourrelets ont une hauteur de 15 à 25 cm et une largeur moyenne de 25 cm. Ils peuvent être renforcés par des pierres issues de l'épierreage du champ. Les cuvettes sont disposées en quinconce et espacées de 4 à 10 m. Elles sont ouvertes face au sommet de la pente pour capter le ruissellement produit par les impluviums souvent constitués de terrains peu perméables, incultes ou rocheux, voués au parcours extensif des troupeaux. Les espacements entre les lignes sont variables (de 7 à 15 m) selon le type d'arbre, la pente du terrain et l'aridité. Source : *L'eau et les hommes au Maghreb: contribution à une politique de l'eau en Méditerranée*, Jean Jacques Perennes, KARTHALA Editions, 1993.



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.6. Cuvettes en demi-lunes (suite)

Principe on creuse une cuvette en demi-cercle. La terre de déblais est déposée en un bourrelet qui récupèrera l'eau de ruissellement. On dispose les demies-lunes en quinconce avec 4m d'entrealignes. Mélangée à de la fumure, la terre de la cuvette conservera l'humidité.

Pré requis disponibilité de main d'oeuvre, fumure et petit matériel agricole. Déconseillé au-delà de 600 mm de précipitations.

Effets concrets remise en culture de terres pauvres (céréales, pâturages, forêts). Effet dès la première année. La combinaison demi-lune et fumure produit d'environ 1T/ha de sorgho grain.

Coût petit matériel pour creuser, niveau à eau et charrette pour amener le fumier. Environ 75€/ha.



© CILSS/IREMLCD-2008



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.6. Cuvettes en demi-lunes (suite et fin)

Objectifs

Il s'agit de concentrer les eaux de ruissellement et leurs charges solides dans une cuvette creusée au pied des arbres. Les eaux de ruissellement captées en été et en automne par les cuvettes en demi-lune permettent un appoint d'eau important pour les arbres. Les sédiments déposés au fond des cuvettes apportent une fertilisation non négligeable. Cet aménagement minimal permet aussi l'apport de fumier qui, sans ce système, serait emporté par le ruissellement. La capture et l'infiltration des eaux du ruissellement sur le versant réduisent les effets des différentes formes d'érosion hydrique à l'aval (en nappe, ravinement et sapement des berges).

Avantages

- Production fruitière relativement stable dans les zones semi-arides et dans des zones rocheuses où le sol est limité à des poches
- Appoints en eau et nutriments aux plantations
- Récupération des eaux et des sédiments produits par l'impluvium
- Amélioration de la productivité des terres
- Réduction des risques de ruissellement, d'inondation et d'érosion à l'aval
- Coût relativement peu important

Inconvénients

- Exige de la main d'œuvre



Des cuvettes individuelles en pierre construites au pied des oliviers pour canaliser les eaux de ruissellement vers les racines. Des participants au programme construisent des cordons de pierres et des cuvettes Individuelles pour récupérer l'eau.

Source : *Collecte des eaux pluviales. Conservation des terres arides en Tunisie*,

<http://www.fao.org/docrep/007/y5378f/y5378f01.htm>

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5378f/y5378f00.pdf>

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.7. Banquettes antiérosives et les impluviums

Principe on crée des très grandes demies lunes sur de larges surfaces dénudées, endurcies ou encroûtées. Il s'agit d'ouvrages présentant un bourrelet non franchissable, un gradin et un fossé. La banquette finie mesure 80 m et 70 cm de profondeur. Les banquettes sont disposées en quinconce et l'interlignes est de 30 m. Elles vont collecter les eaux qui ruissellent sur les espaces nus.

Pré requis ne pas avoir un sol trop sableux et disposer d'une main d'oeuvre abondante

Effets concrets Augmentation de l'infiltration et régénération progressive de bandes enherbées puis production fourragère. Possibilité de culture annuelle dans les cuvettes à moins de 600mm de pluie (*Digitaria exilis* /fonio).

Coût petit matériel, outils de mesure de la pente et cash for work : environ 140 € /ha.



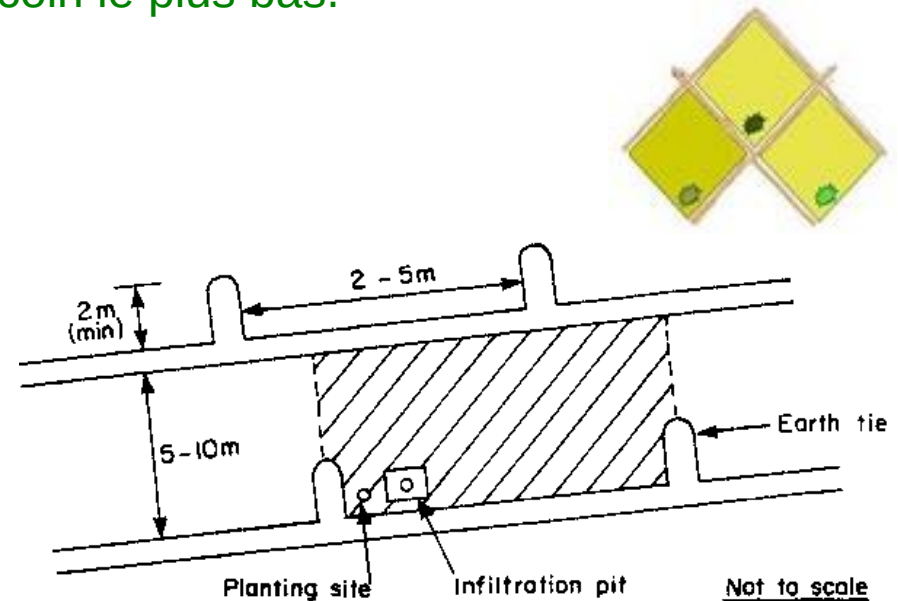
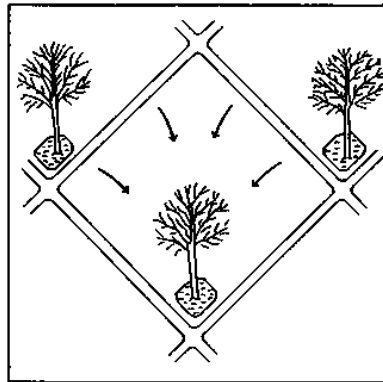
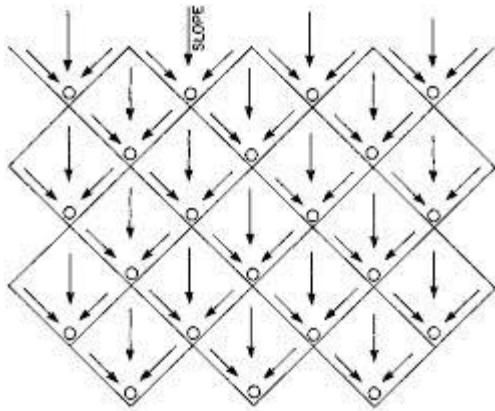
© CILSS/IREMLCD-2008



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.8. Negarim

Ce sont micro-bassins versants, en forme de diamant, fermés par de petites digues de terre, avec un puits d'infiltration dans le coin le plus bas.



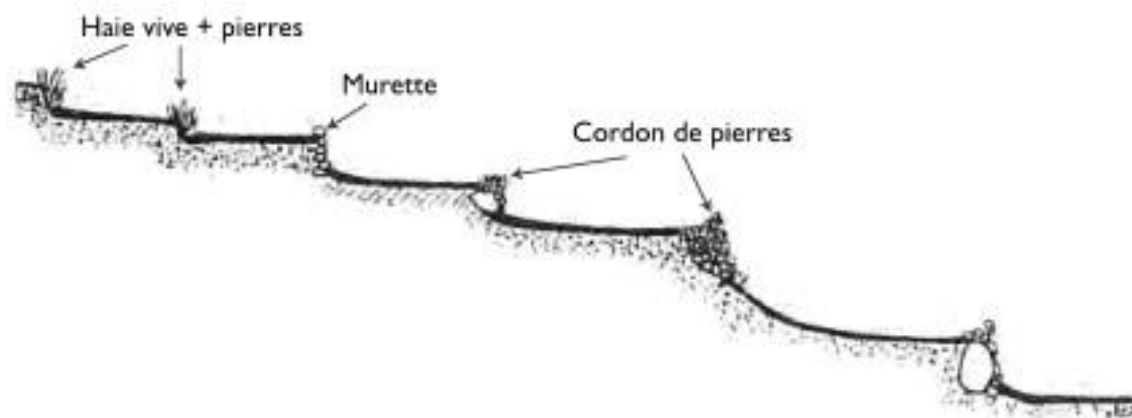
8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.9. Alignement de pierres, cordons pierreux et murettes

L'alignement de pierres

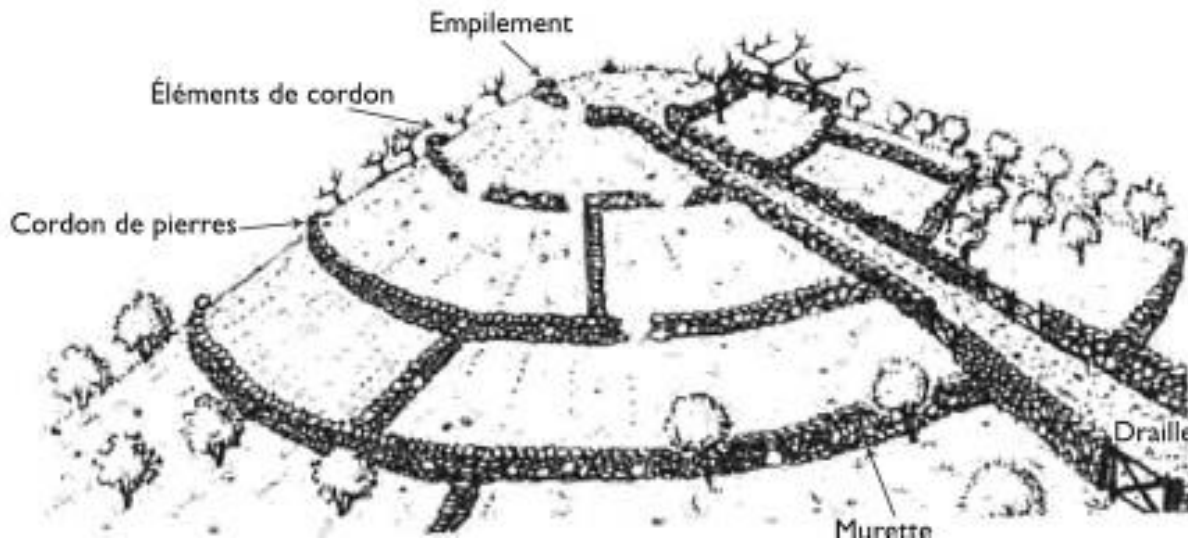
C'est une seule rangée de pierres plantées dans le sol pour ralentir le ruissellement, piéger des particules (limon et matière organique) transportées par le ruissellement ainsi que des sables éoliens.

Des pierres dégagées par les labours sont empilées sans structure particulière sur de gros rochers, puis alignées en cordons le long des courbes de niveau. De tailles très variables, elles sont parfois également déposées directement sur le sol et empilées progressivement selon leur disponibilité. Ces empilements donnent naissance à des cordons continus ou discontinus selon l'importance de la charge caillouteuse des champs. Ils ont une largeur de 30 à 70 cm et une hauteur variable selon la pente (de 30 à 100 cm), et peuvent former des terrasses progressives qui tendent vers l'horizontale sans jamais l'atteindre.



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.9. Alignement de pierres, cordons pierreux et murettes (suite)



Des participants au programme construisent un cordon de pierre pour intercepter les eaux de ruissellement et les faire pénétrer dans le sol afin qu'elles ne se perdent pas. Source : *Collecte des eaux pluviales. Conservation des terres arides en Tunisie*, <http://www.fao.org/docrep/007/y5378f/y5378f01.htm>
<http://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5378f/y5378f00.pdf>

Avantages

- Valorisation de la terre par le déblaiement des grosses pierres de surface
- Récupération des eaux et des sédiments à partir d'un impluvium
- Amélioration de la productivité des terres

Inconvénients

- Demande une main d'œuvre importante, mais construction progressive en 5 à 10 ans
- Difficulté de circulation à l'intérieur des parcelles
- Perte de surface de culture principale, mais diversification possible par introduction d'arbres sur les cordons

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.9. Alignement de pierres, cordons pierreux et murettes (suite)

Cordons pierreux

Principe de petits murets de pierre de 25 cm de haut sont construits suivant les courbes de niveau de la parcelle, pour des pentes faibles à moyenne sur sols sablo-argileux ou gravillonnaires, à moins de 800mm de pluies. Le ruissellement des eaux est ralenti, l'infiltration augmente et l'eau est mieux répartie. Cela favorise aussi la sédimentation et la conservation des amendements.

Pré-requis disponibilité de main d'œuvre et de pierres d'au moins 1 dm³ en quantité et à une distance raisonnable.

Effets concrets couplé à la fumure organique, améliore de 20% au moins les rendements de céréales. Améliore la production de fourrage d'au moins 20%.

Coût matériel de concassage des pierres & de mesure de la pente, camion et charrettes pour transport des pierres, Selon la distance des carrières, le coût à varie de 130 à 250 €/ha.

Le cordon pierreux a un effet positif sur les débits de pointe, l'étalement des écoulements et les risques d'érosion (Roose, 1994).

Son influence sur le ruissellement global reste mitigé.



© CILSS/IREMLCD-2008

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

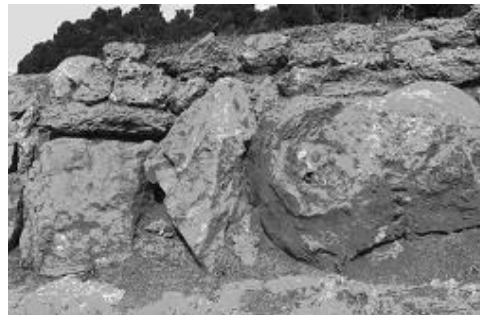
8.9. Alignement de pierres, cordons pierreux et murettes (suite et fin)

Murets ou murettes

Ils sont formés de deux à trois niveaux de pierres solidaires, de 10 à 50 cm de hauteur, disposés en courbe de niveau tous les 10 à 50 m. Ils peuvent être consolidés par des herbes ou des haies vives. Ils permettent l'étalement des eaux de ruissellement et la sédimentation (5 à 15 cm de sable, limon et matière organique). Les cordons et les murettes sont là les formes d'une technique élaborée qui demandent un investissement humain important et qui répondent à des besoins en terres cultivables dans des situations particulières de pénurie d'eau ou du sol.



Murette permettant l'irrigation par gravité de la parcelle aménagée



Blocs métriques à la base de la murette, permettant sa stabilité et l'évacuation des eaux en excès



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

Bourrelets suivant les courbes de niveau



hiver



été

Bandes enherbées constituées d'*Andropogon sp.*



Bandes de ruissellement

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.10. Le système d'irrigation goutte à goutte ou micro-irrigation

C'est une méthode d'irrigation utilisée en zone aride car elle réduit au minimum l'utilisation de l'eau et de l'engrais. L'eau s'égoutte lentement vers les racines des plantes soit en coulant à la surface du sol soit en irriguant directement la rhizosphère par un système de tuyaux, on peut alors parler de goutte-à-goutte enterré. Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Micro-irrigation>, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Drip_irrigation

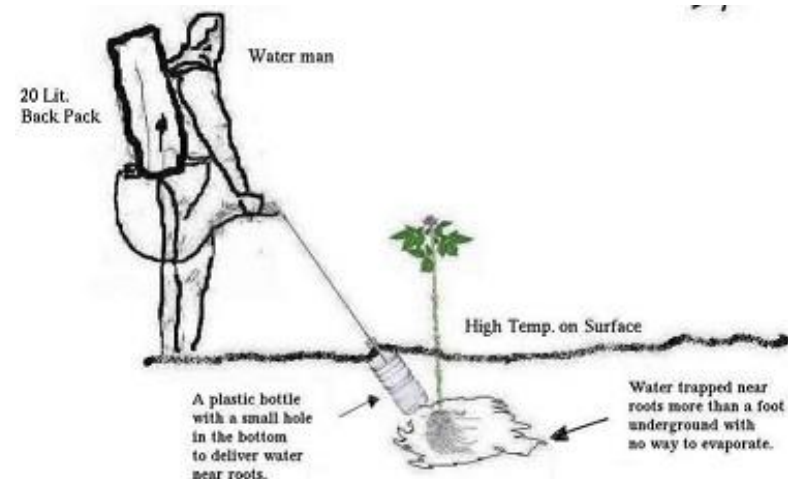
La technologie moderne d'irrigation par goutte à goutte a été inventée en Israël par Simcha Blass et son fils Yeshayahu. Au lieu de libérer l'eau par des trous minuscules, facilement obstrués par des particules minuscules, l'eau est libérée par des passages plus grands et plus longs en employant le frottement pour ralentir l'eau à l'intérieur d'un diffuseur en plastique (buse). La plupart des grands systèmes d'irrigation par goutte à goutte utilisent un certain type de filtre à eau pour empêcher l'obstruction du petit tuyau d'écoulement.



diffuseur en plastique



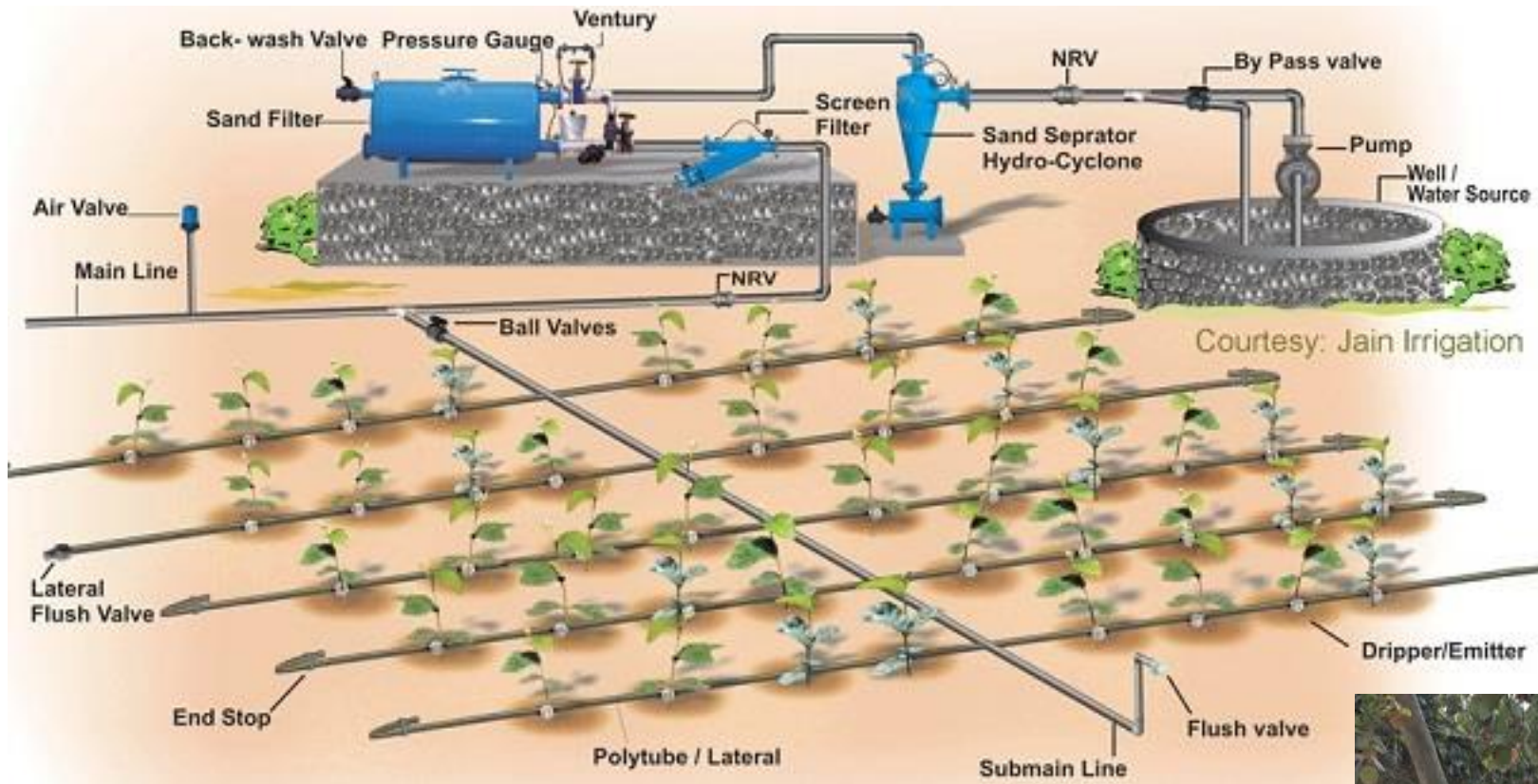
Goutte à goutte dans une vigne du Nouveau-Mexique, 2002.



Goutte à goutte simplifié avec une bouteille enterrée.

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.10. Le système d'irrigation goutte à goutte ou micro-irrigation (suite)



Système d'irrigation au goutte à goutte.
Schéma exemple.

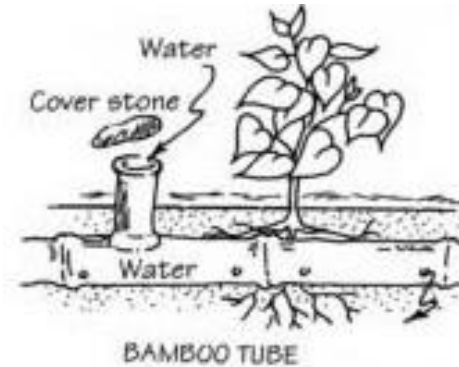
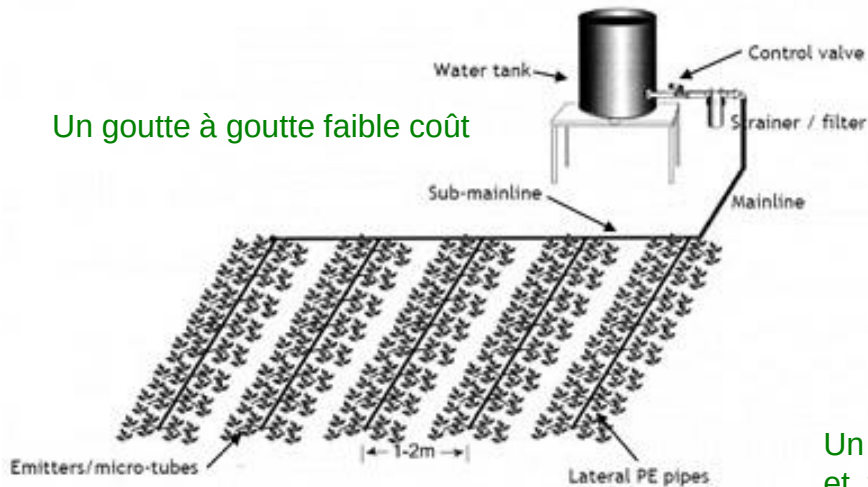
Ces systèmes sont nettement plus efficaces et économes que les méthodes d'irrigation traditionnelles, **mais plus coûteuses**.



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.10. Le système d'irrigation goutte à goutte ou micro-irrigation (suite)

Un goutte à goutte faible coût



Un système d'irrigation maison en Afrique avec un seau à eau réservoir et tuyaux en plastique simples pour la distribution. Si bambou est disponible, il peut être utilisé en tant que tuyaux de distribution. Source: STANDISH (2009) et INFONET-BIOVISION (2010) .

Les systèmes de goutte à goutte très simples peuvent être construits avec des matériaux locaux disponibles. L'aide de seaux ou des barils d'eau, servant de réservoir et le bambou ou des tubes en PVC, servant de tuyaux de distribution, tout le monde peut construire un système d'irrigation très efficace. Si les eaux usées sont utilisés, une unité de filtration après l'installation de traitement est recommandée pour éviter le colmatage des émetteurs.

Source : <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/optimisation-water-use-agriculture/drip-irrigation>



← Divers modèles d'émetteurs ou de diffuseurs

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

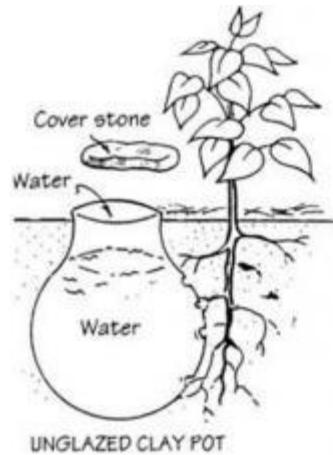
8.10. Le système d'irrigation goutte à goutte ou micro-irrigation (suite et fin)



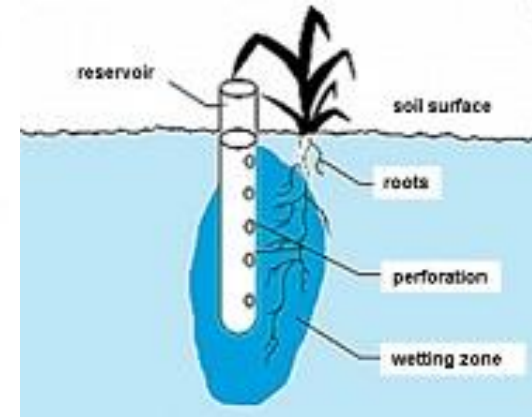
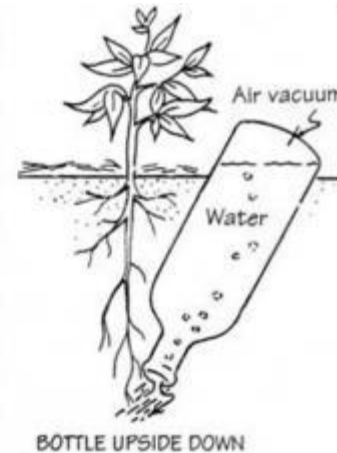
Gaine ou chaussette d'irrigation **Irrigasc**



Un système kit agricole, à bas coût, avec un réservoir 1000 litres d'eau peut desservir jusqu'à un huitième d'acre ~ 500 m². Source: IPTRID (2008)



A gauche: méthode d'irrigation avec un pot en terre. A droite: méthode d'irrigation avec une bouteille, qui est aussi efficace et simple. Les bouteilles peuvent être trouvés partout dans le monde. Source: INFONET-BIOVISION (2010).



Procédé de manchon en plastique qui n'a pas été testé de manière systématique et par conséquent il est difficile d'évaluer ses performances. Source FAO-1997

Source :

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/optimisation-water-use-agriculture/manual-irrigatio>



La chaussette d'irrigation **Irrigasc** Micro-perforée.



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.11. zaï ou culture en poquets

C'est une cuvette (20 cm à 40 cm de diamètre et 10 cm à 15 cm de profondeur) qui capte le ruissellement à partir d'un *impluvium* de 5 à 20 fois la surface travaillée. Les cuvettes sont creusées tous les 80 cm à 100 cm. Les trous étant faits pendant la saison sèche, ils piègent des particules apportées par le vent : sable, limon, matières organiques. Dès les premières pluies, une à deux poignées de matière organique (1 t ha⁻¹ à 3 t ha⁻¹) apportées à chaque trou favorisent l'activité des termites (du genre *Trinervitermes*), qui creusent des galeries. Généralement, une douzaine de graines de sorgho sont semées en poquet pour leur permettre de soulever la croûte sédimentaire, qui s'y forme lors des premières averses (Roose et al. 1993).

Ce système a été utilisé avec succès pour réintroduire la jachère arbustive et un système agro-sylvo-pastoral, disparu suite à l'usage intensif de la charrue.

Le zaï + fumure améliore le rendement du sorgho au Burkina : 900 kg ha⁻¹ contre 300 kg ha⁻¹ pour le témoin (Roose et al., 1993).

Mais cette technique est d'une grande pénibilité.



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.11. *zaï* ou culture en poquets (suite)

Principe des trous d'une trentaine de cm de profondeur sont creusés en quinconces tous les mètres sur un sol dégradé (nu, endurci, encroûté). Le trou est enrichie de fumure/compost. Ce trou ameubli va conserver l'eau de ruissellement et permettra la croissance optimale des plantes et la conservation de l'humidité.

Pré-requis disponibilité de main d'oeuvre et de fumure. Ne convient pas aux sols très sableux ni aux bas-fonds. Déconseillé au-delà de 800mm de précipitations.

Effets concrets récupération de terres nues (céréales, fourrage ou boisement) et régénération du potentiel productif. Effet dès la première année. Couplé aux cordons pierreux, permet de collecter 800 kg de grain/ha.

Coût petit matériel pour creuser et charrette pour le transport du fumier. Environ 75€/ha.



© CILSS/IREMLCD-2008

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.11. *zaï* ou culture en poquets (suite et fin)



Sorghos plantés dans des poquets

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.12. haies vives

Elles sont constituées de deux ou trois lignes d'herbes (*Andropogon* ou *Pennisetum*) ou d'arbustes plantés en quinconce.

Les haies vives permettent de délimiter des parcelles, surtout quand les haies vives sont composées d'arbres fruitiers (jujubiers ...) ou de cactus.

Principe On réalise tout autour des parcelles des plantations en quinconce sur deux lignes avec des écartements de 0,25m ou 0,30m. Les espèces les plus aptes et les plus couramment utilisées dans le Sahel sont *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia rufescens* et *Cassia sieberiana* (photo) (°).

Pré requis disponibilité d'un point d'eau permettant l'arrosage et d'une mobilisation de la population contre la divagation animale.

Effets concrets diminution du ruissellement et des érosions hydrique et éolienne; protection des champs de culture contre les animaux au bout de 3-4 ans (embocagement) et production des biens et services (bois, fourrage, fruit).

Coût petit matériel de pépinière et plants. Environ 350 €/ha.

(°) ou bien encore : *Acacia nilotica* ...



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.13. Plantation en tranchée

Principe une tranchée de 30 cm de profondeur, rectiligne ou incurvée, permet de conserver l'eau de ruissellement auprès d'arbres plantés au milieu de cette même tranchée. Les arbres (espacés d'1m) résistent mieux à la sécheresse. A utiliser pour de l'embocagement, la fixation biologique de terrains pentus et comme source de production de bois de service.

Pré requis main d'œuvre disponible

Effets concrets permet la croissance des arbres dans un contexte aride, favorise l'infiltration et protection des champs de culture en tant que brise vent. Effets concret après 3 ans.

Coût matériel et main d'oeuvre pour le creusage des tranchées, production de plants. Environ 200 €/ha.



© CILSS/IREMLCD-2008



8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.14. La régénération naturelle assistée d'espèces forestières locales

Principe c'est un ensemble d'interventions qui consiste à stimuler/provoquer/protéger/entretenir les repousses ligneuses sur les parcelles. La mise en défens physique ou la surveillance sont nécessaires hors des zones de culture.

Pré-requis apprentissage technique, résilience de pousses ou de racines d'arbres locaux sur les zones ciblées.

Effets concrets reconstitution d'un système agro-forestier autochtone voire d'une forêt en 3-4 années. Les arbres régénérés assureront un complément de fertilité aux terres de culture ainsi que du fourrage, des fruits et du bois.

Coût petit matériel (coupe-coupe, piquets de repérage, sécateurs, pioche, etc.). Environ 200 €/ha. Statistiquement plus efficace que le reboisement classique et moins coûteux.

8. Méthodes d'irrigation, de rétention et de conservation de l'eau (suite)

8.15. Le compostage organique

Point de départ de la récupération de tous les sols

Principe des résidus organiques et minéraux sont compostés dans une fosse stabilisée de 9m³, retournés et arrosés périodiquement.

Pré-requis disponibilité fèces d'animaux, de cendres, de matériaux organique (paille, herbe, tiges de céréales) et d'eau pour arroser le compost (200 L par semaine).

Effets concrets amélioration des rendements des cultures dès la première année et maintient de la fertilité.

Coût une fosse permet de fertiliser 0.5 ha/an. Pour les céréales, l'application se fait tous les 2 ans. Le coût de construction total varie de 45 € (sol compact) à 90 € (sols sableux).

N.B. cette aménagement de restauration de la fertilité est à utiliser en synergie avec les dispositifs décrits dans ce document.

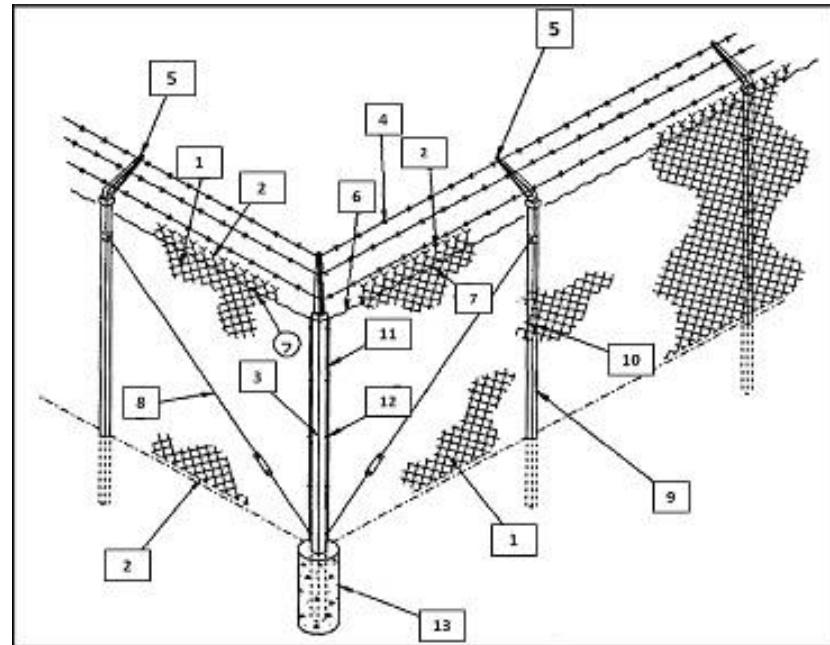


© CILSS/IREMLCD-2008

9. Protection des plants, des pépinières et de la plantation

9.1. Barrière électrique ou simple :

1	Fabric
2	Selvage
3	Corner Post
4	Barbed Wire/Barbed Tape
5	Outrigger/Barbed Wire Arm
6	Tension Wire (Top and Bottom)
7	Hog Ring
8	Truss Rod
9	Line Post
10	Tie Wire
11	Tension Bar
12	Tension Clip
13	Concrete Footing



Composants généraux de la clôture Chain-Link

Rapide à installer, mais coûteuse.

9. Protection des plants, des pépinières et de la plantation

9.1. Barrière électrique ou simple :

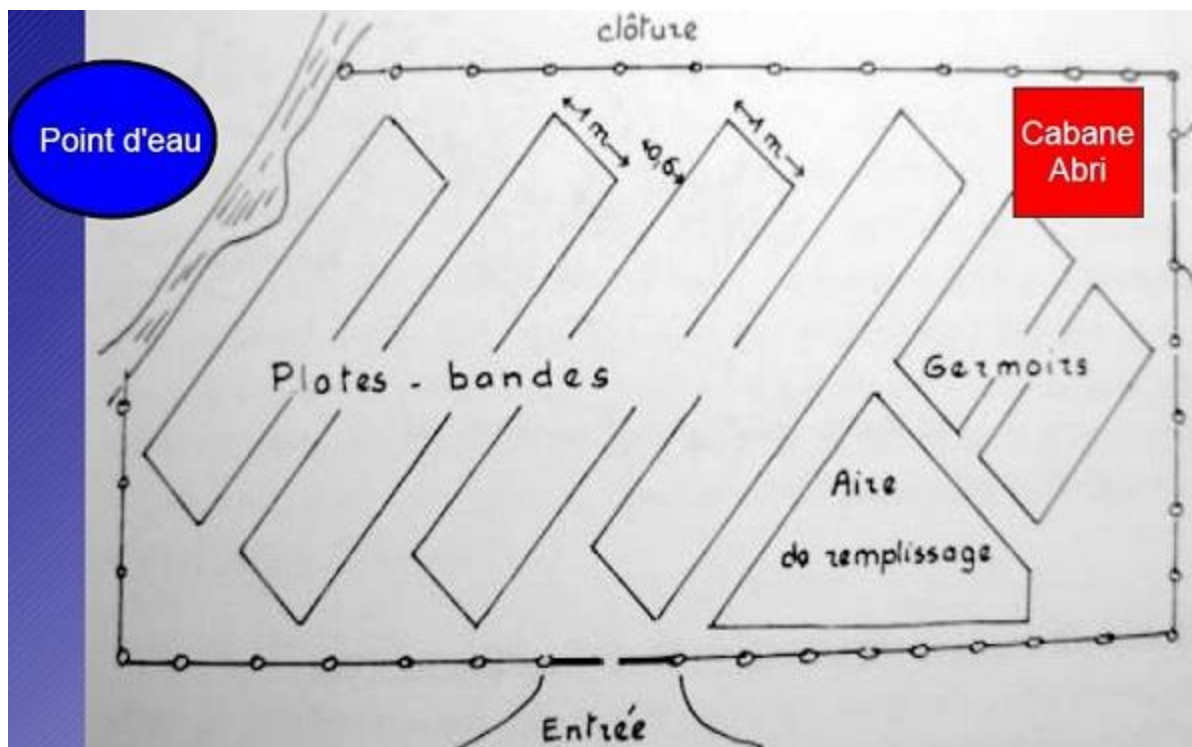


Source : UNIFIED FACILITIES CRITERIA (UFC), SECURITY FENCES AND GATES, UFC 4-022-03 1 October 2013, http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_4_022_03.pdf

9.2. Haie vive

Plus longue à installer (attendre 5 ans que les arbustes ont bien poussés). Voir le chapitre « **8.12. haies vives** ».

10. Schéma d'implantation d'une pépinière



Source: Module 1.0 : Formation des pépiniéristes, Formad environnement, juillet 2010,
http://www.formad-environnement.org/pepiniere_reforestation_agroforesterie.pdf

10bis. Devis approximatif pépinière (terrain gratuit)

Pépinière 15 m x 15 m 32 planches de 2mx1m, 1 an, 1/3 fumier, 1/3 sable

Activités / produits	Nombre	Pu	Prix total	euros
x20cm 25 kg=50 000 pots (1200000 Ar)	10000	24	240000	83
l'e'iriplissage 10000 pots (300 pots/jour)	10 personnes x 3jours	3000	90000	31
clôture de gaulette 30 x 1 m pour 50 m	1500	100	150000	52
Installation clôture	4	3000	12000	4
puits	1	30000	30000	10
fût pour le puits	2	10000	20000	7
arrosoir plastique 15 l	2	9000	18000	6
pelle	3	5000	15000	5
Bêche (Angady)	3	6 000	18 000	6
Corde plastique (diamètre 3 mm) rouleau	1	3 500	3 500	1
support ombrage	12 gaulettes par planches	100	32000	11
ombrage typha (joncs) ou phragmite	forfait		50000	17
fumier	10 charrettes	5000	50000	17
argile	10 charrettes	5000	50000	17
ramassage graines (50 à 30000 Ar/kapok)	20 espèces (500 par espèce)		200000	69
salaires pépiniéristes x 7 mois	2	60000	840000	290
sous total			1818500	627
Supervision association Projecteur (30%)			545550	188
Total			2364050	815

Source: Module 1.0 : Formation des pépiniéristes, Formad environnement, juillet 2010,
http://www.formad-environnement.org/pepiniere_reforestation_agroforesterie.pdf

10ter. Construction de la pépinière

Quelque soit la technique choisie, il faut toujours une pépinière munie d'un hangar qui protégera les futurs plants contre les intempéries.

Le site choisi pour abriter cette pépinière doit être accessible, le relief ne doit pas être accidenté, il doit être le plus proche possible de la zone d'écoulement des plants (point de vente, plantation), il doit être le plus proche possible d'une source d'eau permanente.

La pépinière doit être clôturée, de préférence en haie vive afin de réduire les coûts et d'accroître la durabilité) pour éviter la destruction par les animaux (l'utilisation de *Acacia nilotica* est régulière).

Le site doit être protégé contre les feux de brousse dans des zones sensibles, par la construction des pare-feux (10 m de large).

Une pépinière est composée d'un hangar avec tout son contenu (plants en rééducation, châssis, ...), une source d'eau permanente, un magasin, un point de stockage des plants, un point de stockage des substrats...

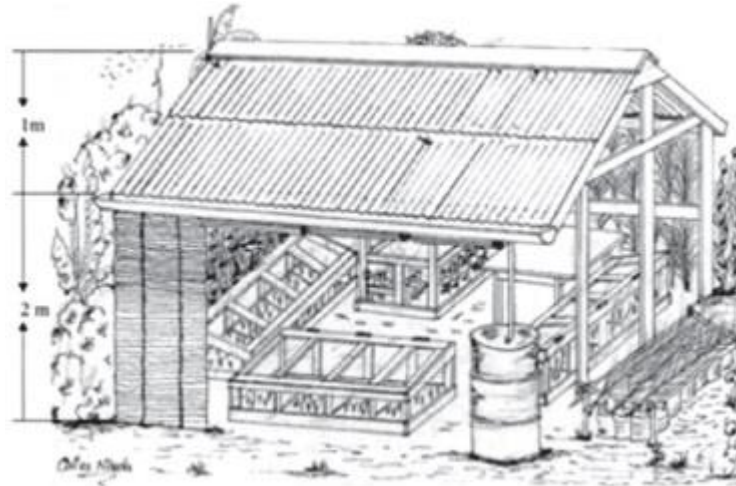
Source : Domestication de l'*Acacia senegal*, World Agroforestry Centre, <http://www.fao.org/forestry/download/28906-05e0933c5c592e5a21f736554c35a4897.pdf>

11ter. Construction de la pépinière (suite)

- Le **hangar** : Sa taille n'est pas fixe. Il doit être construit de façon à permettre la pénétration indirecte des rayons solaires. Pour une pépinière qui doit comporter un châssis d'enracinement de 1m x 3m, un châssis géant de 2m x 1m de surface de base, un hangar de deux pentes de 4m x 6m (surface de base) est suffisant. La plus petite hauteur est de 2m et la plus grande de 3 m (voir image ci-dessous).

-**Matériel nécessaire pour construire le hangar** : piquets, lattes/bambou/perches, pointes, nattes/tôles/ou tout autre matière non perméable à l'eau, ...

Source : Domestication de l'*Acacia senegal*, World Agroforestry Centre, <http://www.fao.org/forestry/download/28906-05e0933c5c592e5a21f736554c35a4897.pdf>



Le hangar de la pépinière

10ter. Aménagement pour chaque employés

Conception :

- 1 Parcelles de légumes (500 m² chacun, pour la famille, irrigation goutte à goutte),
- 1 maison,
- 1 Liman collectif,
- 1 plantation de dattiers et autres arbres fruitiers xérophytes (et halophytes).



bêche



grelinette



Jardins et maisons



Par exemple, dans le liman, culture de pastèque et de maïs.

Source : Furrows in the Desert, An agricultural development program in Turkana, Kenya.

<http://www.britolam.org/furrows-in-the-desert/>

Il ne suffit pas de mettre en place certains programmes agronomiques, culturels et certains dispositifs de retenue d'eau (johads indiens, limans israéliens ...). Il faut aussi un changement de mentalité profond chez les populations bénéficiaires, leur permettant de comprendre que la préservation de l'environnement, n'est pas un luxe ou une lubie occidentale, mais qu'elle garantit leur survie. Le développement durable est un tout (ou package) global, qui comprend de multiples volets techniques.

Préservation de l'environnement :

Quand il n'y en a pas assez d'arbres dans les régions arides, plutôt que de les couper, pour la construction des maisons, mieux vaut construire les maisons en boue séchée (par la technique de la voûte nubienne etc.). Ne pas couper les arbres, leurs branches ou prélever leurs feuilles, au risque de les faire mourir.

Quand il y a trop de chèvres ou de moutons, réduisez vos troupeaux.

Plantez des arbres utiles adaptés à la sécheresse, servant de coupe-vent et limitant l'érosion et le ruissellement.



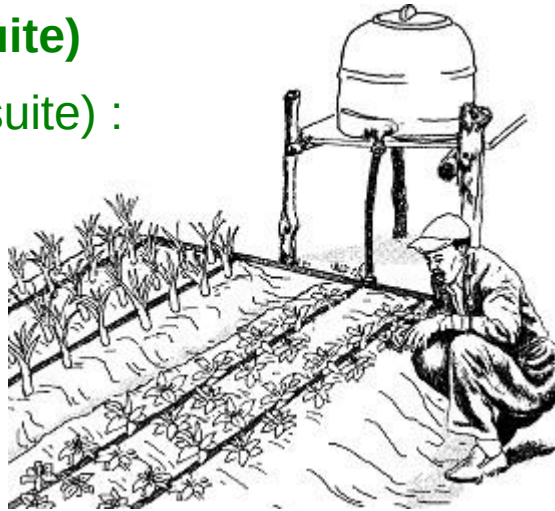
Troupeau de chèvres région de Tataouine (Tunisie), A éviter.

<http://histoiredyvoir.blogspot.fr/2012/06/tour-de-tunisie-ksour-et-ghorfas-autour.html>

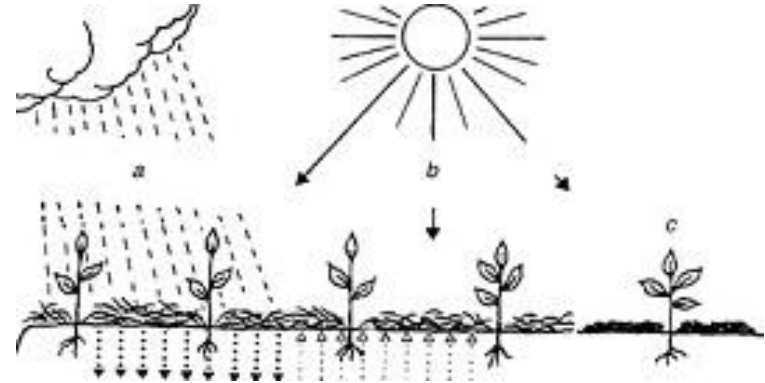
Maisons réalisées par la technique de la voûte nubienne

16. Conclusion (suite)

Economiser l'eau (suite) :



Irrigation au goutte-à-goutte utilisant un tonneau et deux lignes d'irrigation par *planche* (source Agrodok 9).



Les effets du paillage.

- a: l'eau de pluie ou d'arrosage ne tasse pas le sol et pénètre mieux.
- b: le sol est protégé du soleil: l'évaporation est réduite.
- c: les mauvaises herbes sont étouffées. Les paillis se transforme en humus.



Source :

<http://www.thegardenglove.com/going-on-vacation-3-diy-self-watering-ideas-for-the-garden/>



Source :

<http://plog.puttenahallilake.in/2014/05/pnlit-drip-irrigation-plan.html>



Source :

<https://reluctantmemsahib.wordpress.com/category/precious-water/>



Source :

<http://indulgy.com/post/8cCoGqoWA2/drip-irrigation-a-pinner-wrote-i-do-this-ever>



Source :

<http://www.wikihow.com/Make-a-Bottle-Watering-Can>



Bidon placé en hauteur. Source :

http://www.2012un-nouveau-paradigme.com/pages/Vivre_en_autonomie_une_realite-7804500.html

Système d'irrigation avec bouteilles d'eau percés.

16. Conclusion (suite et fin)

Economiser l'eau (suite et fin) :



Tournesol
(*Helianthus annuus*)



Sorgho commun
(*Sorghum bicolor*)



Lentille cultivée ou Lentille comestible
(appelé *dal* en Inde) (*Lens culinaris*)



Diverses variétés de lentilles →



Mil ou millet (nom ambiguë) ↯ ↱ ↲
Millet commun (*Panicum miliaceum*)



Fonio (nom ambiguë) (*Digitaria* sp.)
Fonio blanc (*Digitaria exilis*)

La cameline est adaptée aux zones de climat
semi-aride froid (steppes et prairies) ↘



Cameline (lin bâtard)
(*Camelina sativa*)

Lin cultivé
(*Linum usitatissimum*)



Arachide (*Arachis hypogaea*)



Vigne (raisin)
(*Vitis vinifera*)



(figuier commun)
(*Ficus carica*)

Plantes alimentaires résistantes à la sécheresse (xérophiles)

Mais non résistantes aux sel.

A1. Lexique botanique

Acidiphile : Qualifie une espèce ou une végétation se développant sur des sols acides.

Allochtone : désigne des espèces d'origine étrangère au biome local. Il s'agit le plus souvent d'organismes introduits par l'homme, soit volontairement, dans une perspective économique ou esthétique, soit accidentellement. Terme opposé à celui d'autochtone.

Anémochore : Qualifie un mode de dispersion des graines par le vent (pissenlit ...).

Autochtone : Au sens courant, autochtone qualifie ce qui habite en son lieu d'origine. Il désigne le caractère local d'une espèce (animale, végétale, fongique...). Equivalent à « indigène ».

Biome : ensemble d'écosystèmes caractéristique d'une aire biogéographique et nommé à partir de la végétation et des espèces animales qui y prédominent et y sont adaptées (°).

Caduc : (Botanique) Se dit d'un organe (feuilles ...) se détachant et tombant chaque année.

Calcicole ou **calcicline** ou **calcaricole** : plantes préférant les sols calcaires (Origan ...).

Cortège floristique : Ensemble des espèces de plantes caractérisant un habitat donné.

Décidu : (Botanique) Synonyme de caduc.

Edaphique : ce qui a trait à un facteur écologique lié au sol (pH, humidité, etc.). Ce qui se rapporte au sol.

Euryèce : plante pouvant supporter d'importantes variations vis-à-vis de facteurs écologiques, tels que la température (on dit que l'espèce est *eurytherme*), ou la salinité (*euryhalin*)...

Eutrophe : Milieu riche en éléments nutritifs minéraux.

Exogène : Qui provient de l'extérieur, du dehors (Wiktionary). Le terme exogène est parfois utilisé dans le langage courant comme synonyme d'*étranger*, par opposition à indigène (Wikipedia).

Halophile : plante tolérante à l'air marin. Qui pousse naturellement dans les terrains imprégnés de sel.

Héliophile : plante ayant besoin de lumière. Note : la plupart des plantes invasives sont *héliophiles*.

Hygrophile : plante se développant de préférence dans des milieux humides.

Sources : a) « Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales », Jean-Marie Géhu, 2006.

b) Les sols et l'habitat, les arbres, <http://www.lesarbres.fr/sol.php>

(°) Il est appelé aussi macroécosystème, aire biotique, écozone ou écorégion.

A1. Lexique botanique (suite et fin)

Indigène : caractère plus ou moins *autochtone* ou non d'une espèce ou d'un taxon (genre, famille...). Selon une définition stricte, ne seraient pas indigènes toutes les espèces qui n'auraient jamais pu atteindre la région étudiée, sans les activités humaines (Pyšek, 1995).

Nitrophile : Qualifie une espèce végétale croissant préférentiellement sur des sols riches en éléments azotés (Ortie ...).

Ombrophile : voir *sciaphile*.

Pionnière (*Espèce*) : espèce capable de coloniser un milieu instable, très pauvre en matière organique et aux conditions édaphiques et climatiques difficiles : sol très fin ou inexistant, absence d'eau, forte chaleur, etc. Note : Presque toutes les plantes invasives sont *pionnières*.

Plante parasitaire non-chlorophyllienne : Qualifie une plante ne produisant pas sa propre matière organique par le biais de la photosynthèse mais parasitant d'autres individus pour la lui fournir.

Sempervirent : « à feuillage persistant », qui reste toujours vert ou toujours fleuri.

Sciaphile : plante qui supportent l'ombre.

Syntaxon : Unité de classification phytosociologique.

Ubiquiste : Se dit des espèces animales et végétales que l'on rencontre dans des milieux écologiques très différents (Larousse).

Xérophile : plante adaptée à la sécheresse.

Sources : « *Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales* », Jean-Marie Géhu, 2006.

Les sols et l'habitat, les arbres, <http://www.lesarbres.fr/sol.php>

A1bis. Glossaire irrigation et stockage de l'eau

Alignement de pierres : seule rangée de pierres plantées dans le sol pour ralentir le ruissellement, piéger des particules (limon et matière organique) transportées par le ruissellement, ainsi que des sables éoliens.

Banquette anti-érosive : très grande demie lune, présentant un bourrelet non franchissable, un gradin et un fossé. La banquette finie mesure 80 ml et 70 cm de profondeur.

Billon (Agriculture) : Ados plus ou moins large et bombé qu'on forme dans un terrain avec la charrue. Bourrelet de terre.

Citerne : Une **citerne** est un aménagement, généralement souterrain, destiné à la collecte des [eaux de pluie](#) et à leur rétention afin d'en permettre une utilisation régulière, quotidienne (bien souvent domestique à l'origine), ou une exploitation plus exceptionnelle en cas de [sécheresse](#) ou d'incendie. Lorsqu'il est à l'air libre on parle aussi de réservoir.

Cordons pierreux : petits murets de pierre de 25 cm de haut construits suivant les courbes de niveau de la parcelle.

Déversoir ou **Exutoire** : a) [Orifice](#) par où [s'écoule](#) le [trop-plein](#) d'une [conduite](#) ou d'un [réservoir](#) d'eau. b) Tout [dispositif](#) qui sert à [juguler](#) un [excédent](#). c) Ouvrage au-dessus duquel s'écoulent les eaux d'un canal, d'un cours d'eau, d'un barrage, etc. (Larousse).

Digues filtrantes : Ouvrage pierreux, poreux, construit au travers d'une zone de ruissellement fort, permettant l'épandage des crues et la protection des terres situées en aval.

Demi-lune (demi-cuvette) : diguette en forme de demi-lune (diamètre de 2 m à 6 m) qui permet de concentrer le ruissellement et sa charge en suspension sur des arbustes ou des cultures en poquets.

Foggara : canalisation souterraine construite pour alimenter les jardins dans les palmeraies, lorsqu'il n'est pas possible de creuser des puits.

Gabions : cages métalliques remplies de pierres. Le but de cette technique est de combattre l'érosion hydrique en laissant passer à travers ces structures l'eau tout en retenant les matières contenues dans le sol. C'est une barrière semi-perméable qui, placée en aval d'une ravine, empêche l'érosion hydrique. De plus, leur souplesse leur permet d'éviter les cassures.

Impluvium : système de captage et de stockage des eaux pluviales, composé d'une *aire de captage*, d'un *système de transport*, d'une « *réserve* » enterrée ou hors sol (bassin, réservoir, cuve, citerne, etc.).

Lavognes →



A1bis. Glossaire irrigation et stockage de l'eau (suite)

Jessour (singulier *jesser*) : petites digues en terre (ou en pierre), construites en série dans les vallées secondaires pour capter le ruissellement et sa charge solide.

Johad : cuvette de stockage des eaux de pluie, recueillant et stockant l'eau tout au long de l'année, à des fins de consommation par les humains et le bétail.

Joub : réservoir souterrain.

Lavogne : dépression sur les terres de causses (au sens de terres « calcaires ») qui permet de boire aux animaux d'élevage. Ceux-ci ont aménagé des creux naturels (les sotchs) en les étanchant par un tapis argileux et en les pavant de pierres calcaires pour capter et retenir les eaux de ruissellement. **Khettara** : ensemble du dispositif de mobilisation des eaux souterraines (Tunisie ...).

Liman (en Israël) : levée (digue) artificielle de terre, souvent en demi-lune, servant à recueillir les eaux de crue d'un oued du désert, équipé d'un déversoir ou exutoire et d'une vanne, régulant le niveau de l'eau.

Mankaa : terrasses de culture.

Meskat : système composée de l'impluvium ou "*Meskat*", qui récolte l'eau de pluie, la superficie cultivée ou "*Mankaa*", constituées de terrasses, séparées par des barrages en terre avec déversoirs de pierres.

Mgoud : saignée destinée à détourner tout ou une partie des eaux de ruissellement d'un bassin versant vers des champs

Murets ou **murettes** : deux à trois niveaux de pierres solidaires, de 10 à 50 cm de hauteur, disposés en courbe de niveau tous les 10 à 50 m.

Negarim : micro-bassins versants, en forme de diamant, fermés par de petites digues de terre, avec un puits d'infiltration dans le coin le plus bas.

Qanat : ouvrage (de type minier) destiné à la captation d'une nappe d'eau souterraine et l'adduction d'eau vers l'extérieur.

Retenue ou lac collinaire : Les **retenues collinaires** sont des ouvrages de stockage de l'eau qui sont remplies par les eaux de surface, les eaux de ruissellement. Elles peuvent être assimilées à des micro-barrages.

Tabia : tout type de diguette en terre, construite soit sur les versants, soit dans les ravins et les vallées pour capter le ruissellement et sa charge solide en vue de stabiliser les terres et d'intensifier la production des cultures. Ou barrage (en général en pierre).

A1bis. Glossaire irrigation et stockage de l'eau (suite et fin)

Zaï ou **culture en poquets** : cuvette (20 cm à 40 cm de diamètre et 10 cm à 15 cm de profondeur), captant le ruissellement à partir d'un impluvium de 5 à 20 fois la surface travaillée.

A1ter. Glossaire irrigation et stockage de l'eau (en permaculture)

Baissière (ou swale ou noue d'infiltration) : sorte de fossé peu profond et large, végétalisé, tracé le long des courbes de niveau et qui recueille provisoirement de l'eau. Cet ouvrage permet de capter les eaux de ruissellement et de les infiltrer dans le sol progressivement pour les y stocker. Les talus de celles-ci sont plantés d'arbres (forêt fruitière et même quelques légumes) qui bénéficient de la présence d'eau quasi-constante en sous sol. Source : <https://chemincueillant.wordpress.com/tag/fruitiers/>

Noue (ou **baissière** en [québécois](#)) : sorte de [fossé](#) peu profond et large, végétalisé, qui recueille provisoirement de l'eau, soit pour l'évacuer via un [trop-plein](#), soit pour l'évaporer ([évapotranspiration](#)) ou pour l'infiltrer sur place permettant ainsi la reconstitution les [nappes phréatiques](#)¹.

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Noue_%28foss%C3%A9%29



Murette. Source :

<http://www.ma.auf.org/erosion/chapitre1/VI.Lutte.html>



Une baissière fraîchement creusée (elles sont plus adaptées aux régions humides, sauf exception). Source :

<https://libertytocreatetomorrow.wordpress.com/lamenagement-des-baissieres/>



Déversoir : Être attentif à l'eau qui se creuse un chenal sous les descentes enrochées ou autour de celles-ci.

Source : *PLANIFICATION ET ENTRETIEN DES OUVRAGES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION*, R. Stone, P. Eng, <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/97-016.pdf>

A2. Instituts spécialisés et contacts :

- Arid Forest Research Institute (AFRI), <http://afri.res.in>
- Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), <http://www.cilss.bf/htm/lcd.htm>
- Jacob Blaustein Institute for Desert Research, <http://in.bgu.ac.il/en/bidr/Pages/default.aspx>
- Salt Farm Texel, Hoornderweg 42, 1797RA, Den Hoorn, Pays-Bas (The Netherlands). Contact : Arjen de Vos. Tél. 0031 (0) 6 513 279 51. Email : info@saltfarmtexel.com, site : <http://www.saltfarmtexel.com/>



Lac collinaire dans la région nord Marocain installé pour contrer le problème d'envasement d'un barrage en aval. Source : Erosion hydrique, <http://www.ma.auf.org/erosion/chapitre1/VI.Lutte.html>



Ravin aménagé dans un champ de céréale : seuils en pierres sèches. Source : Erosion hydrique,

<http://www.ma.auf.org/erosion/chapitre1/VI.Lutte.html>



série de seuils



Retenue collinaire

A3. Bibliographie :

Etudes sur la résistance des plantes au sel :

- *Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants*. Narendra Tuteja. Methods in Enzymology, Volume 428 (2007)
- *Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance*. M. Ashraf et al.,. Environmental and Experimental Botany 59 (2007) 206–216
- *AtHKT1 is a salt tolerance determinant that controls Na⁺ entry into plant roots*. Rus et al., PNAS, 2001. vol. 98 no. 24150–14155
- *Genes and salt tolerance: bringing them together*. Munns et al., 2005. N. Phytol.167(3):645-63.
- *Expression of OsNHX1 gene in maize confers salt tolerance and promotes plant growth in the field*. Chen et al., 2007. PLANT SOIL ENVIRON., 53, (11): 490–498.
- *Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africains*, Paul Ndour, Pascal Danthu, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010016071.pdf
- Glenn, E. P., et al. (1999). Salt tolerance and crop potential of halophytes. *Critical Review in Plant Sciences* 18(2), 227-55. [doi:10.1080/07352689991309207](https://doi.org/10.1080/07352689991309207)
- Glenn, E. P.; Brown, J. J.; O'Leary, J. W. (1998). "[Irrigating Crops with Seawater](#)", *Scientific American*, Vol. 279, no. 8, Aug. 1998, pp. 56-61.
- Glenn, Edward P.; Brown, J. Jed; O'Leary, James W. (August 1998). "[Irrigating Crops with Seawater](#)" (PDF). *Scientific American* (USA: Scientific American, Inc.) (August 1998): 76–81 [79]. Retrieved 2008-11-17.
- "[Fact Sheet: Alternative Fuels](#)". [IATA](#). December 2013. Retrieved 2014-01-28.
- *Plant Responses to drought and Salinity stress : Developments in a post-genomic era*, Ismaël Turkan, Academic Press,
- *Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants*, M. Ajmal Khan, Darrell J. Weber, Springer Science, 2006.
- *Long term responses of olive trees to salinity*, J.C. Melgar, Y. Mohamed, N. Serrano, P.A. García-Galavís, C. Navarro, M.A. Parra, M. Benlloch and R. Fernández-Escobar, [Agricultural Water Management](#), 2009, vol. 96, issue 7, pages 1105-1113.
- *Best Management Practices for Saline and Sodic Turfgrass Soils: Assessment and reclamation*, Robert N. Carrow, Ronny R. Duncan, CRC Press, 2012.

A3. Bibliographie (suite) :

Etudes sur la résistance des plantes au sel :

- Shalhevet, Joseph, 1994. "[*Using water of marginal quality for crop production: major issues*](#)," [*Agricultural Water Management*](#), Elsevier, vol. 25(3), pages 233-269, July 901-904 (article payant).
- Corwin, Dennis L. & Rhoades, James D. & Simunek, Jirka, 2007. "[*Leaching requirement for soil salinity control: Steady-state versus transient models*](#)," [*Agricultural Water Management*](#), Elsevier, vol. 90(3), pages 165-180, June 901-904 (article payant).
- Chartzoulakis, K.S., 2005. "[*Salinity and olive: Growth, salt tolerance, photosynthesis and yield*](#)," [*Agricultural Water Management*](#), Elsevier, vol. 78(1-2), pages 108-121, September 901-904 (article payant).
- Ghrab, Mohamed & Gargouri, Kamel & Bentaher, Hatem & Chartzoulakis, Kostas & Ayadi, Mohamed & Ben Mimoun, Mehdi & Masmoudi, Mohamed Moncef & Ben Mechlia, Netij & Psarras, Georgios, 2013. "[*Water relations and yield of olive tree \(cv. Chemlali\) in response to partial root-zone drying \(PRD\) irrigation technique and salinity under arid climate*](#)," [*Agricultural Water Management*](#), Elsevier, vol. 123(C), pages 1-11 901-904 (article payant).
- *Comparative Physiological Analysis of Salinity Effects in Six n Six Olive Genotypes*, Carolina Aparicio, Miguel Urrestarazu, María del Pilar Cordovilla, HortScience July 2014 vol. 49 no. 7 901-904 (article payant).
<http://hortsci.ashspublications.org/content/49/7/901.full.pdf+html>
- *Exploitation durable des tannes nues et des prairies à halophytes : émergence de nouvelles filières alimentaires et non-alimentaires*, <http://www.ifremer.fr/ncal/Biodiversite-et-ressources/Tannes-et-halophytes/Exploitation-durable-des-tannes-et-halophytes>
- Toderich, K.,Yensen, N., Kawabata, Y., Grutsinov, V., Mardanova,G., 2006. Khujanazarov,T., Gismatullina, L.,6. *Phytoremediation Technologies: using plants to clean up the metal/salt Contaminated Desert Environments*. J. Arid Land Studies: 15-4, pp. 455-458
- Evaluation of Salinity Tolerance and Genetic Diversity of Thirty-Three Switchgrass (*Panicum virgatum*) Populations, Yiming Liu, Xunzhong Zhang, Jiamin Miao, Linkai Huang, Taylor Frazier, Bingyu Zhao, [*BioEnergy Research*](#), May 2014.

A3. Bibliographie (suite) :

Etudes sur la résistance des plantes au sel (suite) :

- Abdelli C., Oztürk M., Ashraf M., Grignon C., 2008. *Biosaline agriculture and high salinity tolerance*. Birkhauser Verlag. 367p.
- Chedly,A., Debez,A., Slama,Ines., Ghnaya,T., Barhoumi,Z., Grignon,C., 2006. *Halophytes as a Bio Resource for Non Conventional Water Resource Valorisation and Saline Zone Rehabilitation*. Journal of Arid Land Studies. Vol.15;n°4, pp.415-418.
- De la Lanza, G; Rodriguez-Medina, MA; Soto, LA., 1986. Experimental essay of detritus consumption of halophytes by the penneids shrimp *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris*. Anales del Instituto de Biologia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Serie zoologia. Mexico City. Vol. 57, no. 1, pp. 199-212.
- Glenn, EP, O'Leary, JW; Watson, MC; Thompson, TL; Kuehl, RO., 1991. *Salicornia bigelovii* Torr.: An oilseed halophyte for seawater irrigation. Science (Washington). Vol. 251, no. 4997, pp. 1065-1067.
- Kauffmann, F. 2004. *Le sel de la vie. Partenaires. Dossier eau et agriculture*. Helvetas n°177., pp. 18-21
- Le Goff F., 1999. *Analyse des paramètres biotiques et abiotiques pour une exploitation maîtrisée des **salicornes** : de la plante sauvage à la plante domestique*. Thèse dr. Université Rennes. 241 p.
- Martinez-Palacios, CA; Olvera-Novoa, MA; Luz Vazquez, Made la; Parra, IAde la; Chavez-Sanchez, MaC; Ortega-Nieblas, M; Ross, LG., 2003. The use of halophytic beach-bean meal *Canavalia maritima*, as partial replacement for fishmeal in diets for juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). Journal of aquaculture in the tropics. Vol. 18, no. 2, pp. 171-180.
- Masters,D.G., Benes.,S.E., Norman., H.C., 2007. *Biosaline agriculture for forage and livestock production*. Agriculture, Ecosystems and Environments 119: pp . 234-248
- Pei Qina, Min Xiea and Yunsheng Jiangb, 1998. *Spartina green food ecological engineering*. Ecological Engineering, Volume 11, Issues 1-4, pp. 147-156
- Shaer (El).,H.M., 2006. *Halophytes as cash crops for animal feeds in arid and semi-arid regions*. In biosaline agriculture and salinity tolerance in plants. Ed. M.Oztürk, Y.Waisel, A. Khan & G.Görk. pp. 89-100.

A3. Bibliographie (suite) :

Etudes sur la résistance des plantes au sel (suite) :

Utilisation de la bactérie « *Pseudomonas extremorientalis* » pour rendre les plantes alimentaires plus résistantes au sel (travaux de Madame Dilfuza Egamberdieva & al.) :

- *Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria to Alleviate Salinity Stress in Plants*, Dilfuza Egamberdieva and Ben Lugtenberg,

http://www.academia.edu/attachments/34722450/download_file?st=MTQxMDc1MzU5MSw3OC4xOTMuMS41MCwyMjk3NzU4&s=work_strip&ct=MTQxMDc1Mjg1MCwxNDEwNzUzNzE2LDIyOTc3NTg=

- *Alleviation of Salt Stress in Legumes by Co-inoculation with Pseudomonas and Rhizobium*, Dilfuza Egamberdieva, Dilfuza Jabborova and Stephan Wirth,

http://www.academia.edu/attachments/33108295/download_file?st=MTQxMDc1MzU5MSw3OC4xOTMuMS41MCwyMjk3NzU4&s=work_strip&ct=MTQxMDc1Mjg1MCwxNDEwNzUzODU0LDIyOTc3NTg=

- *Growth and Symbiotic Performance of Chickpea (Cicer arietinum) Cultivars under Saline Soil Conditions*, Dilfuza Egamberdieva, Vyacheslav Shurigin, Subramaniam Gopalakrishnan and Ram Sharma, J. Biol. Chem. Research, Volume 31 (1) 2014 Pages No. 333-341,

http://www.academia.edu/attachments/33065385/download_file?st=MTQxMDc1MzU5MSw3OC4xOTMuMS41MCwyMjk3NzU4&s=work_strip

- *Salt-tolerant bacteria improve crop yields*, TWAS, October 6, 2013,

<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/10/131006142707.htm>

- *Survival of Pseudomonas extremorientalis TSAU20 and P. chlororaphis TSAU13 in the rhizosphere of common bean (Phaseolus vulgaris) under saline conditions*, D. Egamberdieva,

<http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/36137.pdf>

- *Salinity: Environment — Plants — Molecules*, André Läuchli, Ulrich Lüttge, Kluwer Academic Publishers, 2004.

A3. Bibliographie (suite) :

Techniques anti-érosives :

- *La lutte contre la désertification dans les microprojets de développement dans le Sahel - Techniques et coûts associés, techniques d'adaptation aux changements climatiques*, B. Reysset & Ph. Zoungrana, ILSS/IREMLCD-2008, <http://www.cilss.bf/publications/upload/techniquesadaptationchangementsclimatiques.pdf>
- *Erosion hydrique*, <http://www.ma.auf.org/erosion/chapitre1/VI.Lutte.html>
- <http://www.arpentnourricier.org/dimensionnement-dune-noue-swale/>

Climats arides :

- *Rôle des acacias dans l'économie rurale des régions sèches d'Afrique*, G.E. Wickens & al., FAO, <http://www.fao.org/docrep/v5360f/v5360f00.HTM>
- *REVUE DU FAO : ACACIA (extraits)*, mercredi 1er mars 2006, [Sarah Toumi](http://satoumix.free.fr/paf/spip.php?article21), <http://satoumix.free.fr/paf/spip.php?article21>
- *Quelques espèces ligneuses et herbacées utilisées pour la fixation des dunes*, FAO, <http://www.fao.org/docrep/012/i1488f/i1488f10.pdf>

Bibliographie sur les espèces végétales adaptées aux zones arides :

1. AUBREVILLE, A. 1950. *Flore Forestière Soudano-Guinéenne*. A.O.F. - Cameroun - A.E.F. ORSTOM, 523 p.
2. WHITE, F. 1986. *La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique*. UNESCO/AETFAT/UNSO. ORSTOM – UNESCO, 384 p.
3. Von Maydell, H.-J. 1990. *Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations*. Verlag Josef Margraf, 531 p.
4. Thulin M. 1993. *Flora of Somalia*. Vol. 1. , Royal Botanical Garden Kew, 493 p.
5. *L'utilisation des eaux salées au Sahara*, P. Simonneau, G. Aubert, Ann. agron., 1963, 14 (5), 859-872, page 866, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_08-09/11033.pdf

A3. Bibliographie (suite) :

Plantes résistantes au sel :

Orge (*Hordeum vulgare* L.) :

- Association mapping of salt tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.), [Long NV¹](#), [Dolstra O](#), [Malosetti M](#), [Kilian B](#), [Graner A](#), [Visser RG](#), [van der Linden CG](#), [Theor Appl Genet](#). 2013 Sep;126(9):2335-51 (article payant).
- The Study of Salt Tolerance of Iranian Barley Genotypes in Seedling Growth Stages, Farhad Taghipour and Mohammad Salehi, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4 (5): 525-529, 2008, [http://www.idosi.org/aejaes/jaes4\(5\)/1.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes4(5)/1.pdf)

Méthodes d'irrigation :

- Irrigation Water Management: Irrigation Methods [Irrigation gestion de l'eau: méthodes d'irrigation], <http://www.fao.org/docrep/s8684e/s8684e00.htm#Contents>
- Runoff farming, vital part of the Tunisian water management system, <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/global/dry-land-management/runoff-farming-vital-part-of-the-tunisian-water>
- *Les techniques traditionnelles de gestion de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols*, Mohamed Sabir, Éric Roose, Jomol Al Karkouri, in *Gestion durable des eaux et des sols au Maroc*, IRD, 2010, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-09/010054917.pdf

Base de données sur les champignons, y compris pour les mycorhizes :

CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre,

<http://www.cbs.knaw.nl/Collections/BioloMICS.aspx?Table=CBS%20strain%20database&Rec=11092&Fields=All>

A3. Bibliographie (suite) :

Solutions israéliennes :

- *Water Harvesting in the Negev*, Statler Waldorf, <https://www.youtube.com/watch?v=tjBugtV8GHc>
- Growing Forests in the Desert (Fr), KKLJNFWorldwide, <https://www.youtube.com/watch?v=HEOzkiGqK-I>
- Growing Forests in the Desert (English), KKL JNF, <https://www.youtube.com/watch?v=eK0nEV5dWBA>
- The National Master Plan for Forests and Afforestation, <http://www.kkl.org.il/eng/forestry-and-ecology/afforestation-in-israel/national-master-plan-for-forests-and-afforestation/>
- Plan directeur national (NOP 22), http://www.kkl.org.il/eng/files/forests/tma/TAMA22_eng.pdf
- Afforestation in Israel – reclaiming ecosystems and combating desertification, <http://www.kkl.org.il/eng/files/forests/afforestation-israel/UNFF-Afforestation-Israel.pdf>
- Keren Kayemeth LelIsrael (KKL), <http://www.kkl.org.il/eng/>

Des solutions dans d'autres déserts :

- Permaculture Greening the Desert, Désert Jordanien, <https://www.youtube.com/watch?v=K1rKDXuZ8C0>
- & <http://www.geofflawton.com/fe/62176-desert-oasis>
- Greening Nuweiba desert with food [Reverdier le désert à Nuweiba, Sud du Sinaï, Egypte], <https://habibaorganicfarm.wordpress.com/>
- Landscape architecture, <https://pangeaexpress.wordpress.com/2015/02/13/desert-greening/>

Filets capteurs de brouillard (de nuages, de rosée) :

- Comment recueillir de l'eau là où il ne pleut jamais ? Arbre fontaine, attrape-brouillard et oasis brumeuses, Alain Gioda -IRD, Lima, Pérou, <http://www.clubdesargonautes.org/faq/arbrefontaine.php>
- EL ARBOL FUENTE, IRD, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_33-34/38215.pdf
- Des filets à nuages sur la crête d'El Tofo (Chili) [un mauvais choix], Stephen Dale, IDRC, <http://www.idrc.ca/FR/Resources/Publications/Pages/ArticleDetails.aspx?PublicationID=686>

A3. Bibliographie (suite) :

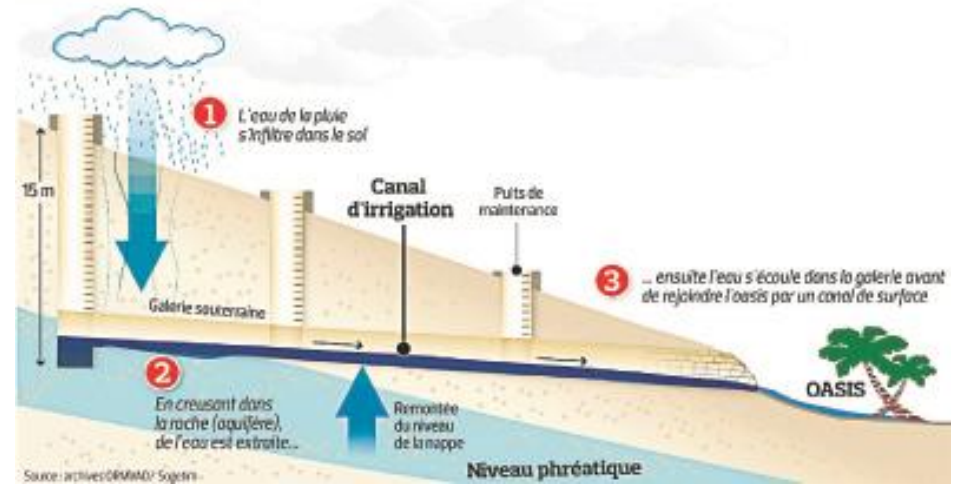
Sensibilisation à l'économie de l'eau :

- *IL ÉTAIT UNE FOIS... NOTRE TERRE, L'eau précieuse du Sahel (2009),* http://www.dailymotion.com/video/x2vqobj_il-etait-une-fois-notre-terre_tv
- *Il était une fois notre Terre. L'Eau précieuse en Inde,* http://www.dailymotion.com/video/x1z2kaq_il-etait-une-fois-notre-terre-03-l-eau-precieuse-en-inde_school

Les réseaux d'eau anciens :

- *Les réseaux d'eau anciens ressuscitent en Méditerranée,* <https://www.ird.fr/la-mediatheque/fiches-d-actualite-scientifique/370-les-reseaux-d-eau-anciens-ressuscitent-en-mediterranee>
- *Les Foggara : "UN SYSTÈME D'IRRIGATION ORIGINAL: LES FOGGARA" (d'après J.Oliel , "Les juifs au sahara ; le Touat au moyen-âge" , CNRS-histoire, 1994),* http://zoomine.free.fr/tt/sahara/donnees_geo_climatiques/foggaras.html
- *Khettara,* <http://www.l-eau-du-desert.com/ledd/khettaras>
- *Système d'irrigation "Les khettaras",* <http://www.flowersway.com/article/systeme-d-irrigation-les-khettaras-1443>
- *Qanat,* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Qanat>

Schéma simplifié
d'une « khettara »



A3. Bibliographie (suite) :

Plantes halophytes :

- Halophyte Database V 2.0 - Springer, http://extras.springer.com/2003/978-90-481-6256-7/V2_update.pdf
- Les arbustes qui supportent un sol salé, http://foge.free.fr/flore/arbustes_halophiles.pdf

Plantes xérophytes, de déserts :

- Écologie et régime hydrique de deux formations à *Acacia raddiana* au nord et au sud du Sahara (Tunisie, Sénégal), R. Pontanier, M. Diouf et M. S. Zaafouri, <http://books.openedition.org/irdeditions/5263?lang=fr>
- Guide des Habitats Aride et Saharien - nature vivante, <http://www.naturevivante.org/documents/typologie.pdf>



Selon cet article, ci-dessous, l'hybride *Paulownia elongata x fortunei x elongata* serait plus résistant au sel (jusqu'à 6 g / litre), que les espèces classiques de *Paulownia* (*Paulownia tomentosa*, *Paulownia fargesii* etc.) ou les autres hybrides (*P. elongata x elongata*, *P. elongata x kawakarnii*). Cette affirmation est encore à vérifier, parce que normalement **les Paulownia ne résistent pas au sel**, de plus ils consomment beaucoup d'eau. Enfin, elle n'est confirmée que par cet article.

Source : THE SALINITY EFFECT ON MORPHOLOGY AND PIGMENTS CONTENT IN THREE PAULOWNIA CLONES GROWN EX VITRO, K. MILADINOVA, K. IVANOVA, T. GEORGIEVA, M. GENEVA and Y. MARKOVSKA, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (2) 2013, 52–56, <http://www.agrojournal.org/19/02-12s.pdf>

A3. Bibliographie (suite et fin) :

Les techniques de culture de la salicorne (et autres infos sur la plante) :

- <http://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/396/salicorne>
- <http://algues.pagesperso-orange.fr/salicorne.htm>
- <http://www.deco.fr/jardin-jardinage/plante-potagere/salicorne/>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Salicorne>
- Les Salicornes et leur emploi dans l'alimentation, http://www.persee.fr/docAsPDF/jatba_0370-3681_1922_num_2_16_1484.pdf (7,3 Mo).
- Salicorne, trésor nutritif et diététique, <http://www.mr-plantes.com/2014/04/tresor-nutritif-et-dietetique/>



La Criste marine (*Crithmum maritimum*) est utilisée comme condiment, le plus souvent préparée au vinaigre blanc comme les cornichons. Ses feuilles aromatiques à saveur légèrement piquante et salée peuvent être consommées fraîches ou en salades ou cuites, comme les épinards. Outre sa résistance au sel, la Criste de mer est également très résistante à la sécheresse. Sources : a) https://fr.wikipedia.org/wiki/Criste_marine, b) http://nature.jardin.free.fr/vivace/ft_crithmum_mar.html



Chou marin ou crambé maritime (*Crambe maritima*). **Toutes les parties du crambé sont comestibles.** Les feuilles et les boutons floraux avant éclosion sont consommés crus ou cuits comme le chou et le brocoli. C'est une plante facile à cultiver.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Crambe_maritime

A4. Annexe : Listes de plantes xérophytes et halophytes utiles

- Criste marine (*Crithmum maritimum*)
- *Salicornia fragilis* (climat tempéré)
- *Suaeda maritima* (climat tempéré)
- Obione faux-pourpier (*Atriplex portulacoides*)
- arroche halime (*Atriplex halimus*)
- *Suaeda mollis*
- Terahit (*Traganum nudatum*)
- Éluope du littoral (*Aeluropus littoralis*)
- Saxaoul ou saxaul (*Haloxylon ammodendron*) : il possède des racines profondes et succulentes lui permettant de prospérer dans des environnements arides, salins ou sablonneux. Sources : http://en.wikipedia.org/wiki/Haloxylon_ammmodendron & http://fr.wikipedia.org/wiki/Haloxylon_ammmodendron
- Saxaoul noir (*Haloxylon aphyllum*)
- Saxaoul blanc (*Haloxylon persicum*)
- *Haloxylon aphyllum* Etc.
- Le Tamaris commun (*Tamarix gallica*) (**invasif**), 
- Chardon-Marie (*Silybum marianum*),
- Luzerne du littoral (*Medicago littoralis*),
- Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) (**très invasif**) 

Arbres résistant au sel :

- Filao (*Casuarina equisetifolia*) (**très invasif**) 
- Cyprès toujours vert (*Cupressus sempervirens*) (à vérifier);
- Cassier (*Acacia farnesiana*). Peu exigeant en ce qui concerne la nature du sol, cet arbuste préfère les situations ensoleillées et résiste à la sécheresse. Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cassier>
- Acacia Sénégal.

A4. Listes de plantes xérophytes et halophytes utiles (suite)

- *Acacia seyal*
- *Prosopis juliflora* et *Prosopis chilensis* (très invasifs) 
- *Anemopsis californica* (Yerba mansa, lézard queue)
- *Atriplex* (arroche) : *Atriplex nummularia* ...
- *Attalea speciosa* (babassu)
- *Panicum virgatum* (panic érigé, switchgrass)
- *Salicornia bigelovii* (salicorne naine)
- *Spartina alternifolia* (spartine lisse)
- *Tetragonia tetragonoides* (Warrigal vert, kōkihi, épinards de mer). 
- Solidage toujours vert (*Solidago sempervirens*) (invasif)
- Ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*), couramment cultivée comme plante fourragère.
- Glycérie à épillets (*Puccinellia distans*).

Espèces végétales intéressantes des zones arides :

- *Jatropha curcas*
- *Cleome viscosa*
- *Madhuca longifolia*
- *Moringa oleifera*

A4. Listes de plantes xérophytes et halophytes utiles (suite)

1) Plantes ayant une résistance élevée au sel, supportant des concentrations salines comprises entre 6 et 8 g de chlorures totaux par litre : **Aubergine, Artichaut, Carde, Chou, Chou-fleur, Carotte, Navet, Bette, Épinard, Piment, Poivron, Pomme de terre, Tomate, Maïs, Fève, Pois chiche.**

2) Plantes très résistantes au salant et tolérantes, quoique assez mal, à des concentrations salines variant de 9 à 11 g de chlorures totaux par litre : **Asperge, Betterave rouge, Ail, Oignon, Radis, Poireau.**

Au Sahara, il semble que les arbres fruitiers puissent être classés ainsi par ordre décroissant de tolérance aux sels : **Palmier-dattier, Grenadier, Figuier, Olivier ...**

En particulier, le palmier-dattier supporte des salures élevées, mais le rendement et la qualité des fruits — dans le cas de la variété *Deglet Nour* — diminuent déjà lorsqu'en terrain sableux il est irrigué avec des eaux à 5 g de résidu sec ; l'olivier est assez résistant (3 à 5 g de résidu sec dans la solution du sol en surface, et un peu plus en profondeur).

Observées dans les cultures locales et dans les Centres d'Etudes d'irrigation, elles ont été classées ainsi par ordre décroissant de tolérance aux sels : Mélilot (*Melilotus alba amua*), Luzerne (*Medicago sativa*), Cotonnier, Blé, Orge, Sorgho.

Les espèces introduites *Haloxylon aphyllum*, *Eucalyptus occiedalis*, *Eleagnus angustifolius*, *Salsola Richteri*, *Parkinsonia aculeata*, expérimentées à Igli et à Adrar, ces essences ont germé et évolué normalement sur des sols salins sableux irrigués avec des eaux renfermant jusqu'à 7 g de chlorures par litre (Cl exprimé en NaCl).

A5. Maladies

Fonte des semis

C'est probablement la maladie de pépinière la plus connue, qui est causée par plusieurs espèces de champignons, particulièrement le *Pythium*, les *Rhizoctonia*, les *Phytophthora* et le *Fusarium*. La fonte des semis peut apparaître sur la graine avant la germination ou sur les jeunes plants.

Quand cela se produit, la tige de la plantule est réduite juste au-dessus de la surface du substrat de germination ; alors, la plantule tombe et meurt. (Des fois ceci peut se passer sans qu'il y ait présence d'un champignon, par exemple, avec des températures élevées du milieu de propagation). Il y a souvent (mais pas toujours) dommage à la plante en dessous de la surface du sol.

La raison des symptômes apparaissant à la surface du sol n'est pas bien connue, mais ceci peut être lié au point où les plants commencent à photosynthétiser ou peut-être dû aux conditions aérobiques et/ou anaérobiques conduisant aux stages les plus virulents du cycle de vie du champignon.

Les pathogènes qui causent la fonte des semis, particulièrement le *Pythium*, les *Rhizoctonia* et les *Phytophthora*, peuvent se répandre dans l'eau d'irrigation. **La densité élevée des plantes, l'excès d'arrosage et l'excès d'ombrage favorisent la propagation de la maladie et doivent être évités.**

Source : *Bonnes pratiques de culture en pépinière forestière. Directives pratiques pour les pépinières de recherche*. MANUEL TECHNIQUE n°3, Hannah JAENICKE, WORLD AGROFORESTRY CENTRE (ICRAF),

<http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/mn14474.pdf>



A5. Maladies (suite et fin)

Eau d'arrosage

L'eau pour l'arrosage en pépinière vient souvent d'un barrage, un puits ou une citerne remplie d'eau de pluie. Ces réservoirs où l'eau stagne offrent des conditions excellentes pour le développement de champignons de moisissure d'eau, comme les espèces de *Pythium* et de *Phytophthora*, qui sont souvent associées à la fonte des semis.

Une petite quantité de chlore pour obtenir une concentration de 1 ppm pendant au moins 30 minutes peut être ajoutée à l'eau d'arrosage pour contrôler les champignons. (L'eau de piscine a une concentration maximale de 8 ppm de chlore disponible).

Désinfecter l'eau d'arrosage

L'eau de javel a habituellement une concentration de 3,5 %, soit 35 000 ppm de NaOCl. Elle contient 24 000 ppm de chlore (Cl_2). Pour faire 1L de dilution de 1 ppm de Cl_2 , on a besoin de 0,042 ml (ou 42 ml) d'eau de javel ménagère. Pour un seau de 20 L, il faut $20 \times 0,042 = 0,84$ ml. Une citerne de 10 000 litres aura besoin de 420 ml. Si l'eau contient beaucoup de sédiments ou d'autres particules sales, on aura besoin du double d'eau de javel ménagère. Dans tous les cas, la quantité dont on a besoin pour traiter l'eau d'arrosage pour contrôler les maladies comme la fonte des semis est très faible, ce qui rend l'hygiène de la pépinière peu coûteuse et simple.

Source : *Bonnes pratiques de culture en pépinière forestière. Directives pratiques pour les pépinières de recherche*. MANUEL TECHNIQUE n°3, Hannah JAENICKE, WORLD AGROFORESTRY CENTRE (ICRAF), <http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/mn14474.pdf>



A6. Annexe : Résistance au sels de certaines variétés d'acacias

Contrainte	Tolérance mesurée		
	Élevée	Moyenne	Faible
Sel	<i>A. albida</i>	<i>A. sieberiana</i>	<i>A. nilotica adansonii</i>
	<i>A. dudgeoni</i>	<i>A. seyal</i>	<i>A. nilotica tomentosa</i>
	<i>A. erhenbergiana</i>		
	<i>A. raddiana</i>		
	<i>A. senegal</i>		
Naturelle (in situ)	<i>A. erhenbergiana</i>	<i>A. albida</i>	<i>A. dudgeoni</i>
	<i>A. raddiana</i>	<i>A. nilotica adansonii</i>	<i>A. sieberiana</i>
		<i>A. nilotica tomentosa</i>	
		<i>A. senegal</i>	

Tableau du classement des différentes espèces d'acacia en fonction de leur faculté à germer sous une contrainte hydrique ou saline simulée et de leur écologie (résistance à la sécheresse in situ).

Les espèces d'acacias les plus tolérantes au sel : *A. raddiana*, *A. senegal* et *A. sieberiana*.

Les espèces de sensibilité intermédiaire : *A. albida*, *A. dudgeoni*, *A. erhenbergiana* et *A. seyal*.

Certaines de leurs graines parviennent même à germer en présence d'une solution saline de concentration proche de celle de l'eau de mer (35 g.l^{-1} , soit $-2,1 \text{ MPa}$) : 1 % des graines d'*A. raddiana* et 3 % des graines d'*A. senegal*.

Les valeurs limites sont très supérieures à celles publiées par Totey *et al.* (1987) pour *Acacia auriculiformis* (dont la germination est réduite dès que la concentration saline atteint $4,6 \text{ g.l}^{-1}$), par Kayani *et al.* (1990) pour le jojoba (réduction de 50 % de la capacité germinative à 5 g.l^{-1}).

Source : *Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africains*, Paul Ndour, Pascal Danthu, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010016071.pdf



A7. Annexe : plantes invasives à surtout ne pas planter.

- A7.1. Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* etc.) (cactée arbustif)
- A7.2. Agave sisal ([*Agave sisalana*](#), *Agave ixtli* etc.) (cactée arbustif)
- A7.3. Acacia auriculé (*Acacia auriculiformis*) (arbre)
- A7.4. Bois de fer des marais (*Casuarina glauca*) (arbre, buisson)
- A7.5. Filao (*Casuarina equisetifolia*) (arbre)
- A7.6. Acacia à bois noir ou Mimosa à bois noir (*Acacia melanoxylon*) (arbre)
- A7.7. « Mesquite » (*Prosopis juliflora*)
- A7.8. Texas blueweed (Texas vipérine) ou yerba parda (*Helianthus ciliaris*)
- A7.9. *Atriplex* sp.
- A7.10. *Tamarix* sp.
- A7.10b. Tamaris d'Afrique (*Tamarix africana*)
- A7.11. Tamaris Athel (*Tamarix aphylla* ou *Tamarix articulata*)
- A7.12. kikuyu grass ou herbe kikuyu (*Pennisetum clandestinum*)
- A7.13. Genêt blanc ou Retam blanc (*Retama monosperma*).
- A7.14. Réutilisation du *Typha*.



Plantes trop invasives, malgré leurs qualité, pour être retenues.

Tous les *Prosopis* (*P. alba*, *P. nigra*, *P. pallida*, *P. chilensis*, *P. juliflora*, *P. glandulosa* et ...) peuvent résister à un niveau élevé en sel et possède un potentiel invasif.

Idem pour tous les *Atriplex* (*A. halimus*, *A. semibaccata*, etc.) (°).

(°) Par exemple, *Atriplex semibaccata* est tolérant au sel et aux conditions sèches, ce qui fait qu'il est couramment utilisé pour l'alimentation animale, dans les zones agricoles les plus pauvres. Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Atriplex_semibaccata



A7.1. Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* etc.)

A rejeter, score: 20 (°)

- Le figuier de Barbarie ou Oponce préfère les zones arides sèches et supporte des périodes de sécheresse longues de 6 à 10 mois et des précipitations de 100 mm-300 mm.
- « Il se propage par graines et par voie végétative. Des fragments de souches délogés prennent facilement racine et régénèrent de nouvelles plantes. Un segment de tige unique est capable de construire un fourré dense. Les graines sont dispersées par les animaux ».

Sources : a) http://www.hear.org/pier/species/opuntia_ficus_indica.htm

b) [Weber, Ewald. 2003.](#) Invasive plants of the World. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK., page 290 (548 pp.).

- L'invasion la plus spectaculaire à Madagascar est représentée par plusieurs espèces d'*Opuntias*, introduites dès le 18^e siècle par les Européens.

Source : Évaluation préliminaire des risques d'invasion par les essences forestières introduites à Madagascar.
http://bft.revuesonline.com/gratuit/BFT63_299_3PtsTas299.pdf

- *Opuntia stricta* envahit les herbages et les zones arbustives, les sites perturbés. "La plante se propage rapidement en de vastes bosquets épineuses, entravant la faune et remplacent la végétation indigène" (Weber, 2003, P 291). Source: http://www.hear.org/pier/species/opuntia_stricta.htm

(°) Le score indiqué, est celui fourni par la base PIER pour *Opuntia stricta*, alors qu'elle n'a donné aucun score pour *Opuntia ficus-indica*, quoique très invasive.



Photo J. Tassin



Planter en conditions arides et salines



202

A7.1. Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* etc.) (suite)

A rejeter, score: 20 (°)

- Diverses espèces d'*Opuntias* invasives : *O. ficus-indica*, *O. stricta* ...
- Tous les *Opuntias* (+) produisent de fruits comestibles (figues de barbarie).
- Ils sont tous sources d'eau et de nourriture pour les animaux.
- Ils permettent de construire des haies vives défensives.
- **Envahissement des régions arides, par des fourrés épineux d'*Opuntia* spp.**

Sources: a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Figuier_de_Barbarie,

b) *Evaluation préliminaire des risques d'invasion par les essences forestières introduites à Madagascar*, Jacques Tassin, Ronald Bellefontaine, Edmond Roger, Christian Kull, Bois et forêts des tropiques.

(°) Score établi pour *Opuntia stricta*, par PIER.

(+) Ce que l'on désigne sous le terme générique de *Opuntia* spp.



Opuntias monacantha



Opuntia ficus-indica





Planter en conditions arides et salines



203

A7.1. Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* etc.) (suite et fin)

A rejeter, score: 20 (°)

Score des risques invasifs pour les *oponces* :

Opuntia ficus-indica : ?

Opuntia monacantha : à rejeter, score: 22.

Opuntia stricta : à rejeter, score: 20.



Opuntia monacantha



Opuntia monacantha



Opuntia stricta



Opuntia ficus-indica, le figuier de barbarie inquiéta l'Australie au début du XXème siècle. Un exemple de plante ornementale et utile dans plusieurs domaines mais qui se révéla fortement envahissante.

Source : <http://www.gardicam.com/invasives.php>



Opuntia spp. dans le sud de Madagascar. © Per Larsson.



Planter en conditions arides et salines



204

A7.2. **Agave sisal** (*Agave sisalana*, *Agave ixtli* etc.)

A rejeter, score: 14

- Originaire de l'est du Mexique, est une plante succulente vivace (famille des Agavaceae), à rhizome, aimant les endroits secs, désormais présente dans de nombreux pays tropicaux et subtropicaux. Source : <http://en.wikipedia.org/wiki/Sisal>
- De ses feuilles de laquelle est extrait la fibre résistante, nommée *sisal*, servant à la fabrication de cordage, de tissus grossiers et de tapis. Le sisal occupe la 6^e place parmi les plantes à fibres, soit 2% de la production mondiale de fibres végétales.
- Le sisal se multiplie par voie végétative grâce à des bulbilles ou des drageons.
- Sources : <http://www.prota4u.org/protav8.asp?fr=1&g=pe&p=Agave+sisalana+Perrine>
- *A. sisalana* s'adapte grande variété d'habitats.
- Dans l'état du Queensland, en Australie, l'*A. sisalana* est considéré comme l'une des 35 plantes invasives les plus nuisibles. Source : <http://www.cabi.org/isc/datasheet/3855>

Note : *Agave Vivipara* est synonyme de *Agave ixtli*.





?



Planter en conditions arides et salines



205

A7.3. *Acacia auriculé* (*Acacia auriculiformis*) (arbre)

Risque élevé, score 13

- Originaire d'Australie, d'Indonésie et de Papouasie-Nouvelle-Guinée, cet arbre forestier, largement plantée, à *croissance rapide*, pousse jusqu'à 30m de haut^[2].
- Son bois a une densité élevée (500-650 kg/m³), un grain fin, un joli poli et finition.
- Son bois est largement utilisé pour la pâte à papier.
- Son charbon de bois, brulant sans fumée et étincelle, est de bonne qualité.
- Son système racinaire superficiel, dense, étendu, emmêlé, sa croissance rapide même sur les terres stériles, *le rend approprié pour stabiliser les terres érodées*.
- Il est considéré comme envahissant en Floride (Hammer, 1996. P 24), à Hawaï, dans les Tonga, Bahamas, au Bangladesh, Singapour ...

- Son feuillage dense, vert foncé, qui le reste tout au long de la saison sèche, en font un excellent arbre d'ombrage.
- Il se multiplie par semences. Il produit beaucoup de semences. Dans un kg de graines, il y a ~ 47.000 graines^[3].
- Cet arbre améliore la fertilité des sols. Sa germination est réduite dès que la concentration saline atteint 4,6 g.l⁻¹ (°)

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia_auriculiformis, b) <http://www.cabi.org/isc/datasheet/2157>,

c) http://www.hear.org/pier/species/acacia_auriculiformis.htm

(°) Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africains,

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010016071.pdf



fleurs



Gousses spiralées (comme celles d'*A. mangium*).



A. auriculiformis devenant envahissant à Tsarasoà (Andringitra, Fianarantsoa), Madagascar © Gilles Gautier





?



Planter en conditions arides et salines



206

A7.4. Bois de fer des marais (*Casuarina glauca*)

Risque élevé, score: 20

• Communément appelé le **chêne des marais**, **chêne gris** ou **chêne de rivière** [1], originaire de la côte est de l'Australie, cette espèce (famille des *Casuarina* (°)) s'est naturalisé dans les Everglades en Floride, où il est considéré comme une mauvaise herbe [2].

• Il se présente soit sous forme d'arbre, soit sous forme de buisson, soit sous forme de plante rampante.

• **Habitat / écologie:** Cette espèce est très semblable à *Casuarina equisetifolia* (Filao). Cependant, il forme des stolons prolifiques, produisant des peuplements denses. C'est le « bois de fer » le plus agressif à Hawaï (Smith, 1985; P 187).

• « Plages côtières, bancs de sable. Dans la zone d'origine, cet arbre se reproduit dans les zones salines marécageuses, les plaines inondables des estuaires, les forêts des zones humides et le long de marais salants. L'arbre fixe l'azote mais n'est pas si tolérante au sel comme *Casuarina equisetifolia*. L'arbre produit une litière épaisse [en grande quantité] qui empêchent la croissance et la création d'espèces indigènes » (Weber, 2003; p 89).

• **Propagation:** graines portés par le vent et stolons à profusion.

(°) De la même famille que le Filao (*Casuarina equisetifolia*).

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Casuarina_glauca

b) http://www.hear.org/pier/species/casuarina_glauca.htm



Ses racines possèdent des nodules fixateurs d'azote (actinorhizes) qui, en symbiose avec une bactérie du sol (Frankia), assimilent l'azote de l'air.



Invasion de *Casuarina glauca* à Hawaï.



?



Planter en conditions arides et salines



207

A7.5. Filao (*Casuarina equisetifolia*)

Risque élevé, score: 21

- Le **Filao** ou **bois de fer**, à cause de la dureté de son bois difficile à travailler, est un arbre d'origine australienne (famille des Casuarinacées), présent également sur les côtes d'Indonésie, de Malaisie, des îles du Pacifique et des Mascareignes ainsi qu'aux Antilles. On le trouve aussi au Sénégal, notamment en bord de mer.
- Il peut atteindre plus de trente mètres de hauteur pour les vieux spécimens.
- Le filao est un *arbre pionnier*, capable de coloniser des sols très pauvres en éléments minéraux. Dans les zones salines, il évacue le surplus salé par ses feuilles, **rendant le sol à son pied infertile pour les autres espèces**.
- Il est très utilisé comme bois de feu ou pour fabriquer du charbon de bois.
- Il est résistant au feu.
- **Là où il est invasif, il forme des peuplements mono-spécifiques, excluant les autres espèces.**
- Dans les basses terres arides des îles Galápagos « *il supprime la croissance des autres plantes sous son couvert* » (Motooka et al ., 2003) (McMullen, 1999, p 95.).
- Ses racines possèdent des nodules fixateurs d'azote (actinorhizes) qui, en symbiose avec une bactérie du sol (Frankia), assimilent l'azote de l'air.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Filao>, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Casuarina_equisetifolia
c) http://www.hear.org/pier/species/casuarina_equisetifolia.htm





Planter en conditions arides et salines



208

A7.6. **Acacia à bois noir** ou **Mimosa à bois noir** (*Acacia melanoxylon*) (arbre) Risque élevé, score: 12

- Originaire de l'est de l'[Australie](#), c'est un arbre (famille des [Mimosaceae](#), ou des [Fabaceae](#) selon la classification phylogénétique), à croissance rapide, pouvant atteindre 45 mètres de haut.
- Le tronc droit a une couronne dense, pyramidale à cylindrique, voire étalée.
- Il possède un système racinaire superficiel dense. Il s'adapte à de nombreux milieux et de climats, mais il préfère les climats frais. **Il tolère la sécheresse**, un mauvais drainage, tous les sols, **l'air salin**, les rafales, les vents froids, le brouillard, les températures extrêmes, le soleil ou l'ombre. Il se reproduit dans les estuaires, forêts naturelles, plantations forestières, plages, savanes, prairies, zones [humides](#), [riveraines](#), côtières, agricoles, urbaines, perturbées ...
- **Le contrôle de sa prolifération dans les exploitations forestières est très onéreux**, mais la valeur de son bois, sa facilité de culture et de mise en valeur sont par contre un avantage important.

Source : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Mimosa_%C3%A0_bois_noir, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia_melanoxylon, c) http://www.hear.org/pier/species/acacia_melanoxylon.htm



fleurs



gousses





Planter en conditions arides et salines



209

A7.6. **Coojong** (*Acacia saligna*) (arbre) (famille des *Fabaceae*) Risque élevé, score: **17** (source HEAR)

Acacia saligna est un petit arbre, originaire d'Australie, au port retombant (pleureur) décoratif et très dense, atteignant jusqu'à 8 m de hauteur.

Il a une floraison abondante de gros glomérules jaune soufre à orangé. Multiplication par semis et drageons. Croissance très rapide. Résistant au calcaire, **il supporte très bien la proximité de la mer et des embruns marins**. A la base de chaque phylode, il y a un nectaire glande qui sécrète un liquide sucré, attirant les fourmis. Le Coojong a tendance à croître partout où le sol a été perturbé, aux côtés de nouvelles routes ... Il est extrêmement vigoureux quand il est jeune, croissant souvent de plus d'un mètre, par an (jusqu'à 3 m). Il a été utilisé pour le tannage, la végétalisation, le fourrage pour les animaux, la réhabilitation des sites miniers, le bois de chauffage, le paillis, l'agroforesterie et comme arbre décoratif. Il a été planté abondamment dans les zones semi-arides de l'Afrique, l'Amérique du Sud et au Moyen-Orient comme brise-vent et pour la stabilisation des dunes de sable ou pour lutter contre l'érosion. **Il fixe l'azote**. Il a un système racinaire étendu. Ses semences, *très abondantes*, survivent au feu. **Il est devenu une espèce envahissante en dehors de son aire de répartition naturelle (Afrique du Sud ...)**. Noms anglais : **coojong, golden wreath wattle, orange wattle, blue-leafed wattle, Western Australian golden wattle**, et en Afrique, **Port Jackson willow**. Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Acacia_saligna



On peut lutter contre sa prolifération, par un champignon de type galle (*Uromycladium tepperianum*) → et par un charançon (curcu ...) qui s'attaque à sa graine (*Melanterius* sp.) ↗



FlowersInIsrael.com



Acacia saligna Photos: M.I.H. Brooker, B.R. Maslin, M. McDonald, B. Oversby & K.C. Richardson



Planter en conditions arides et salines



210

A7.7. « Mesquite » (*Prosopis juliflora*)

Risque élevé, à rejeter score: 19

- Arbuste ou arbre (famille des Fabaceae ou des Mimosoideae, selon la classification choisie) originaire du Mexique, d'Amérique du Sud et des Caraïbes, il peut atteindre une hauteur de 12 m et son tronc peut atteindre un diamètre supérieur à 1,2 m² (°).
 - Il est source de fourrage, de bois et utilisé pour fixer les dunes et fertiliser les sols¹ [5].
 - Il est devenu une plante envahissante en Afrique, Asie, Australie et ailleurs [1].
 - La prolifération des « mesquites » est accusée de contribuer à l'abaissement du niveau de la nappe phréatique. Pour cette raison, un procédé de gestion de la perte de l'eau, dans les zones arides, est l'élimination des « mesquites » [6].
 - Le « mesquite » est extrêmement robuste. Il est tolérant à la sécheresse, pouvant tirer l'eau de la nappe phréatique (phreatophyte) grâce à sa longue racine pivotante (enregistré jusqu'à 58 m de profondeur). Il peut également utiliser de l'eau dans la partie supérieure du sol, en fonction de sa disponibilité et peut facilement passer d'une source d'eau à l'autre.
 - Ses fleurs fournissent une source de nectar avec lequel les abeilles font le miel de mesquite, à la saveur caractéristique [4].
 - **Habitat / écologie:** « prairies, zones arbustives, forêts sèches. Cet arbre, résistant à la sécheresse, aux sols gorgés d'eau, et au sel, fixe l'azote. Il a des racines profondes. Il forme rapidement des fourrés épineux denses qui réduisent la richesse des espèces indigènes. Il envahit les prairies qui sont transformées en forêts et espaces boisés. La perte de la couverture herbeuse sous son couvert peut favoriser l'érosion des sols. Il supporte bien les dommages [résiste à la mutilation] » (Weber, 2003; p 344).
 - « Producteur prolifique de semences, ses graines sont dispersées par l'eau et les animaux » (Weber, 2003; p. 344).
 - Le verger à graines de Mitsinjo, région Sud Ouest de Madagascar, possède du *Prosopis juliflora* (source : FOFIFA).
 - (°) Appelé en espagnol *bayahonda blanca* ou mesquite (nom pour plusieurs espèces de plantes légumineuses du genre *Prosopis* des zones arides et semi-arides du sud des USA et du Mexique et du sud et de l'ouest de l'Amérique du Sud).
- Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Prosopis_juliflora, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Prosopis_juliflora, c) http://www.fofifa.mg/presentation_drfp.php, d) <http://www.fao.org/docrep/006/ad317e/AD317E02.htm> e) http://www.hear.org/pier/species/prosopis_juliflora.htm, f) <http://en.wikipedia.org/wiki/Mesquite>





A7.7bis. *Prosopis chilensis*

Risque élevé

Prosopis chilensis, *Prosopis juliflora* et *Prosopis pallida* ont été largement introduit dans les zones arides tropicales, où ils sont devenus naturalisés et envahissants.

Prosopis chilensis, atteignant 18 m, peut croître de 3 mètres de haut par an et tend à rapidement coloniser toutes les plaines du Nord au Sud de la [Corne de l'Afrique](#), menaçant en une vingtaine d'années les activités [nomades](#) et [maraîchères](#). Certains plants visant à freiner [l'avancée du désert](#) ont été importés du Chili (à [Hanlé](#) à [Djibouti](#) par exemple). Cette espèce progresse depuis rapidement en Afrique de l'Est, au détriment de l'[acacia](#) qui abritait une partie importante de la [biodiversité](#) de ces régions. Les ONG [Djibouti Nature](#) et [Decan](#) tentent d'en abattre de grandes quantités pour en faire du charbon de bois. Il produit des fruits dans les années de sécheresse. Son fruit est sucré et riche en [vitamines](#), mais n'est pas ou mal digéré en l'état par les herbivores en raison de sa cuticule résistante. Il est question d'en faire une [farine](#) pour l'[alimentation](#) humaine. L'[Éthiopie](#) envisage de le tester comme [agrocarburant](#)². Son [bois](#) dense ([densité](#) = 0,76), difficile à travailler, est utilisé pour les portes et les planchers. On fait de farine avec ses fruits. On fait du sirop et des boissons alcoolisées, avec ses fruits écrasés.

Il ne tolère pas bien le gel.

Note : En Amérique du Sud, il est souvent appelé « caroubier » (algarrobo), en raison de sa ressemblance avec ce dernier, alors que ces deux espèces sont bien distinctes.

Sources : a) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Prosopis>, b) http://es.wikipedia.org/wiki/Prosopis_chilensis





Planter en conditions arides et salines



212

A7.7ter. *Prosopis pallida*

Risque élevé, à rejeter, score: 20

Arbre épineux des zones les plus sèches, proches la côte Sud Américaine.

Prosopis pallida est une bonne plante apicole. Son bois est utilisable comme matériau, ainsi que dans la fabrication de charbon de bois. Les fruits très nutritifs et sucrés, permettent la fabrication d'un sirop, appelé [algarrobina](#)¹, utilisé dans la cuisine Péruvienne. Son feuillage peut servir de fourrage pour le bétail. Comme beaucoup d'espèces du genre *Prosopis*, cette espèce pousse vite et facilement et peut vivre pendant plus d'un millénaire. Elle permet de repeupler un milieu. Il fait un bon arbre d'ombrage, et son bois dur est une source de bois de chauffage et de [charbon de bois](#) ^[2]. Ses gousses peuvent être utilisés comme fourrage par le [bétail](#), farine ou être transformées en [mélasse](#) ou utilisés pour faire de la [bière](#) ^[2]. Ses fleurs jaunes lumineuses attirent [les abeilles](#), qui produisent un [miel](#) blanc convoité ^[3].

"Par ses épines et de ses branches tombantes, *P. pallida* peuvent aussi bloquer physiquement le passage des personnes et des animaux. Ses racines profondes privent d'eau, les plantes à racines peu profondes" (Motooka et al ., 2003). C'est un producteur prolifique de semences. *P. pallida* est une [plante envahissante](#), dans plusieurs endroits dans le monde (en particulier en Afrique).

Autres noms : **kiawe** commun, **caroube huarango** et **caroube américain**.

Sources : a) http://www.hear.org/pier/species/prosopis_pallida.htm , b) http://fr.wikipedia.org/wiki/Prosopis_pallida, c) http://en.wikipedia.org/wiki/Prosopis_pallida



Grumes de *P. pallida*
(Pérou) →

Note : En Amérique du Sud, il est souvent appelé « caroubier » (algarrobo), en raison de sa ressemblance avec ce dernier, alors que ces deux espèces sont bien distinctes.





A7.8. Texas blueweed (Texas vipérine) ou yerba parda (*Helianthus ciliaris*)



Herbacée érigée, vivace, à rhizome, de 0,7 m de haut, avec un feuillage bleu-vert et racines traçantes. Les nouvelles pousses de bourgeons racinaires créent souvent des taches denses de plantes.

C'est souvent une mauvaise herbe nuisible, un tournesol agressif, même dans une grande partie de son aire d'origine _ prairies du centre-sud des États-Unis et nord du Mexique.

La « vipérine » est très concurrentielle dans plusieurs cultures et systèmes de culture y compris le coton, le blé et le sorgho. Texas vipérine est une classe A de mauvaises herbes nuisibles en Californie.

Habitats : bords des routes, champs irrigués, cours d'eau, zones humides, fossés de drainage. Il pousse le mieux sur les sols cultivés et **infeste souvent les sols alcalins ou salins**, poussant plus facilement dans les zones perturbées, sur les terres cultivées, et le long de la route. Il persiste naturellement en faibles densités dans les prairies indigènes, **mais se développe dans les zones cultivées ou fortement perturbés**.

Reproduction : Sa stratégie de reproduction est principalement végétative, par des bourgeons racinaires sur les racines latérales. Les études de semences du Texas ont montré moins de 1% du total des graines produites sont viables. Néanmoins, les semences vipérine ont peut-être atteint la Californie, via des luzernes et de l'avoine contaminées, cultivées au Texas.

Sources : a) http://en.wikipedia.org/wiki/Helianthus_ciliaris, b) <http://www.cdffa.ca.gov/plant/ipc/weedinfo/helianthus.htm>,

c) <http://www.cabi.org/isc/datasheet/26715>



← graines





A7.9. *Atriplex* sp.

La plupart des espèces d'*Atriplex* résistent à la sécheresse et à la salinité, mais beaucoup sont invasives, comme celles-ci-dessous. Et donc elles ne sont pas ou ne seraient pas à recommander :

- [*Atriplex aucheri*](#)
- [*Atriplex centralasiatica*](#)
- [*Atriplex dimorphostegia*](#)
- [*Atriplex eardleyae*](#)
- [*Atriplex fera*](#)
- [*Atriplex holocarpa*](#)
- [*Atriplex hortense*](#)
- [*Atriplex leptocarpa*](#)
- [*Atriplex micrantha*](#)
- [*Atriplex muelleri*](#)
- [*Atriplex oblongifolia*](#)
- [*Atriplex patens*](#)
- [*Atriplex polonica*](#)
- [*Atriplex portulacoides*](#)
- [*Atriplex prostrata*](#)
- [*Atriplex pseudocampanulata*](#)
- [*Atriplex rosea*](#) (arroche rouge)
- [*Atriplex schugnanica*](#)
- [*Atriplex semilunaris*](#)
- [*Atriplex sibirica*](#)
- [*Atriplex sphaeromorpha*](#)
- [*Atriplex suberecta*](#) (peregrine saltbush)
- [*Atriplex sagittata*](#)
- [*Atriplex tatarica*](#)



Atriplex semibaccata



Cuvettes semi-circulaires plantées d'*Atriplex halimus*.



A7.10. *Tamarix* sp.

La plupart des espèces de *Tamarix* résistent à la sécheresse et à la salinité, mais beaucoup sont invasives, comme celles-ci-dessous. Et donc elles ne sont pas ou ne seraient pas à recommander :

- [*Tamarix parviflora* \(tamaris à petite fleur\)](#)
- [*Tamarix canariensis* \(tamaris des Iles Canaries\)](#)
- [*Tamarix gallica* \(tamaris commun\) \(°\)](#)
- [*Tamarix chinensis* \(tamaris à cinq étamines\)](#)
- [*Tamarix ramosissima* \(Saltcedar\) \(*Tamaris* d'été\).](#)
- [*Tamarix aphylla* \(Athel\) \(voir page suivante\).](#)



Tamarix gallica en fleur.

Source : Wikipedia



Un *Tamarix aphylla* dans son habitat naturel en Algérie. Source : <https://en.wikipedia.org/wiki/Tamarix>

Source : <http://www.cabi.org/isc/search/?q=Tamarix>

(°) On peut trouver le *Tamarix gallica*, avec ses fleurs blanches, au bords des oueds (en Algérie etc.).

Note : Les espèces suivantes *Tamarix balansae*, *Tamarix pauciovulata*, *Tamarix articulata*, *Tamarix gallica ssp. nilotica*, à l'état adulte, **supportent, sur des sols sableux, des eaux présentant une teneur en Cl correspondant à 10 gr ClNa/litre.**

Source : *L'utilisation des eaux salées au Sahara*, P. Simonneau, G. Aubert, Ann. agron., 1963, 14 (5), 859-872, page 866, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_08-09/11033.pdf

La plupart des espèces de *Tamarix* sp. **résistent au vent, brouillard salin, et coup de sable**, et peuvent servir comme un **brise-vent efficace**. Source : : *Biology of halophytes*, Yoav Waisel, Academic Press, 1972.

Ils fournissent un **bon bois de feu**. Il suffit de les tailler régulièrement. Il faut une bonne gestion du bois de feu, avec une rotation des coupes pour faire durer la ressource en bois (la rendre durable).



Planter en conditions arides et salines



216

A7.10b. *Tamaris d'Afrique* (*Tamarix africana*) (Famille *Tamaricaceae*)

Synonyme : *Tamarix gallica* ssp. *Nilotica*

Il supporte le sel, les sols pauvres et sablonneux.

Sources : a) http://nature.jardin.free.fr/arbuste/ft_tamarix_af.html

Une population de chacune des deux espèces, *T. aphylla* et *T. meyeri* et des plantes provenant de cinq spécimens de *T. gallica* réussis ont été comparés. Les taux de croissance et la capacité de survie d'un clone de *Tamarix gallica* étaient plus élevés que dans les autres clones tous testés (Fig. 16.5). La hauteur moyenne des plantes du clone de celle-ci était d'environ 60% supérieure à celle des autres clones. *Tamarix gallica* comprenait également des variétés avec une capacité de survie plus élevée. Trois ans après la plantation, 73% des plantes de l'un de ses clones ont survécu, alors que la survie des autres clones tous se situait entre 23,1 et 46,2%. Source : *Biology of halophytes*, Yoav Waisel, Academic Press, 1972.



Même source.



Tamarix africa en fleur. Source : http://nature.jardin.free.fr/arbuste/ft_tamarix_af.html



Source : *Tamarix africa* http://canope.ac-besancon.fr/flore/especes/tamarix_africa_na.htm



Tamarix africa (?) situé à Diama à St-Louis, au Sénégal, sur un milieu aride et sec.



Planter en conditions arides et salines



A7.11. **Tamaris Athel** (*Tamarix aphylla* ou *Tamarix articulata*) Risque élevé, score: 13

C'est un arbre à feuilles persistantes, à couronne étalée dense, 8 - 12 mètres de haut, voire 18 m (genre *Tamarix* et famille des tamaricacées). Son tronc peut avoir 60 - 80 cm de diamètre.

L'arbre, à l'état sauvage, est récoltée pour la nourriture, la médecine, les tanins et le bois, utilisés localement. Il est parfois cultivé pour fournir un abri près de la côte et également comme plante ornementale. Il peut servir de pare-feu.

Il est répandu en Afrique, dans les zones plus sèches de la Mauritanie et du Sénégal à travers l'Afrique du Nord à la Somalie et au Kenya. Mais aussi dans la Péninsule arabique, au Pakistan et en Inde.

Habitats : Garrigue côtière dans des **sols salins**. Oueds dans les régions désertiques chaudes, dans les **habitats salés** et non salés. Sol et dunes de sable, sebkha, canaux, bords de rivières, **désert salé**, champs, à des altitudes de 200 à 400 mètres.

Un arbre des régions tropicales et subtropicales arides et semi-arides, où il se trouve jusqu'à une altitude de 1400 mètres. Il pousse mieux dans les régions où les températures diurnes annuelles vont de 27 à 40 °C, mais il peut tolérer 8-50 °C.

Les jeunes pousses peuvent être gravement endommagé à -1 °C. Il préfère une pluviométrie annuelle moyenne de l'ordre de 300 - 400 mm, mais tolère 200 - 500 mm. Il préfère un pH dans la gamme 6.5 à 7.5, mais il tolère 6 à 8,5. Ces arbres produisent un système racinaire profond et étendu, allant d'environ 10 mètres de profondeur et 34 mètres horizontalement.

Il pousse bien dans les sols argileux lourds ainsi que dans les sables et même dans les galets. Il pousse plus vigoureusement sur des terres exposées aux inondations occasionnelles, que sur les terres jamais inondées. **Il résiste au feu.**

T. aphylla peut produire de nombreuses graines qui peuvent se propager sur une grande étendue, par le vent et l'eau.

Il peut se propager rapidement et former des fourrés étendus et denses. Il peut évincer les espèces riveraines indigènes, diminuer l'habitat de début de succession, et réduire les nappes phréatiques et interférer avec le processus hydrologique.

Il excrète du sel qui élimine les plantes indigènes sous les peuplements de cet arbre. Très invasif en Australie.

Sources : a) <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Tamarix+aphylla>, b) <http://www.cabi.org/isc/datasheet/52483>,

c) http://www.hear.org/pier/species/tamarix_aphylla.htm, d) http://en.wikipedia.org/wiki/Tamarix_aphylla





Planter en conditions arides et salines

218



A7.12. kikuyu grass ou herbe kikuyu (*Pennisetum clandestinum*)

Originnaire des hautes terres de [l'Afrique orientale](#), cette espèce vivace de graminée tropicale est connue sous le nom d'**herbe kikuyu** (famille des [Poaceae](#)).

Elle forme un tapis vert, doux et dense. En raison de sa croissance rapide et de sa nature agressive, elle est classée comme une [mauvaise herbe nuisible](#) dans certaines régions (Hawaï ...) ^{[1] [2]}. Cependant, elle est aussi populaire pour les [pelouses](#) de jardin en [Australie](#), [Afrique du Sud](#) et en Californie du Sud, car **elle est bon marché et tolérante à la sécheresse**. Elle est très utilisée comme [gazon](#) dans la région [méditerranéenne](#). En outre, elle est utile comme fourrage d'excellente qualité pour le bétail et sert de source de nourriture pour de nombreuses espèces d'oiseaux, dont l'[Euplecte à longue queue](#) ^[3]. Les tiges de fleurs sont très courtes et « cachées » dans les feuilles, ce qui explique qu'on a donné, à cette espèce, son épithète spécifique (*clandestinum*). L'important système racinaire de cette plante, la propagation par ses puissants [rhizomes](#) sous terre, en particulier par de longs stolons sous le sol, et par ses graines la rend très envahissante, mais très utile pour la fixation des sols et permet aussi le bouturage. Sa pousse est lente la première année, ce qui favorise le développement des mauvaises [herbes](#), mais une fois installée, elle monopolise la totalité du terrain et devient envahissante, surtout quand elle se plaît sur un terrain. Sa [dormance](#) hivernale lui donne une apparence de [paille](#) séchée (jaunit l'hiver). Apparenté au [chiendent](#), il ne pousse que dans les régions où la température estivale est élevée. Elle s'adapte très bien en bordure de mer et **supporte une ambiance saline**.

À Hawaï "son étouffement, sa croissance dense, empêche pratiquement tout nouvel établissement de semis" (Wagner et al, 1999; pp. 1578-1579).

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Pennisetum_clandestinum, b) http://en.wikipedia.org/wiki/Pennisetum_clandestinum,

c) <http://www.cabi.org/isc/datasheet/39765>, d) http://www.hear.org/pier/species/pennisetum_clandestinum.htm, e)

<http://agroecologie.cirad.fr/content/download/7957/40543/file/Fiche%20technique%20GSDM%20342%20kikuyu%20v%202012%2004%2025%20finale.pdf>



↑ Soja sur couverture vive de kikuyu



Planter en conditions arides et salines

A7.13. Genêt blanc ou Retam blanc (*Retama monosperma*)



ou **Rtem** (en arabe) est un arbuste monoïque pouvant former d'épais buissons et atteindre 6 m de haut (famille des Fabaceae).

219

Les jeunes sont soyeux d'un vert argenté à gris argenté. Une nuée de minuscules fleurs blanches (+ ou -1cm) semblables à des fleurs de pois sont réparties sur de courts racèmes (grappes). La floraison est longue : elle va de la fin hiver à début du printemps selon le climat (et le lieu), très parfumée. Le fruit est un petit légume (une gousse) court, contenant une graine **toxique**, parfois deux. Elles contiennent de la cytisine, un alcaloïde **toxique**.

Hors de son aire méditerranéenne, c'est une espèce envahissante qui est interdite dans certains pays (Australie, Etats-Unis).

Il affectionne les sols pauvres (grâce aux nodosités à Rhizobium, il synthétise des composés azotés). Il demande un sol surtout très bien drainé même sablonneux à **forte salinité**. C'est un végétal couramment utilisé pour fixer les dunes. C'est une plante de soleil, voire de mi-ombre. **Cette plante ne tolère pas le gel**, sauf de courtes expositions ne dépassant pas - 6 °C. Ceci l'exclut de la région méditerranéenne française comme plante fixatrice de dunes de sable.

Ses belles fleurs blanches en ont fait un arbre recherché par les fleuristes. Il faut chercher là l'origine de sa dispersion mondiale et de son introduction comme plante d'ornement. Plante adaptée aux jardins secs.

Sources : a) http://fr.wikipedia.org/wiki/Retama_monosperma, b) https://www6.sophia.inra.fr/jardin_thuret/Visite-virtuelle/Parcours-Plantes-aromatiques/Plantes-a-parfum/Retama-monosperma





A7.14. Réutilisation du *Typha sp.* (« massette »)

La *typha* est un roseau qui pousse en abondance sur les rives de certains fleuves africains (au point de devenir invasif).

A Saint-Louis, le **Bureau de Recherche et d'Action pour le Développement Solidaire (BRADES)**, développe un projet de fabrication de briquettes de **biocharbon** à partir de Typha. Celle-ci est ramassé puis brûlé et réduit en poussière de charbon. Cette poussière de charbon est ensuite mélangée avec un rotor à de l'eau et à de l'argile, pour en faire un combustible qui ressemble en tous points à du charbon de bois. Après avoir séché durant deux à trois jours, il est ensuite vendu par des associations de femmes de Saint-Louis sur les marchés.

A l'achat, ce biocharbon est deux fois moins cher que le charbon de bois. Il coûte 150 francs CFA, soit 0,23 € le kilo. Sa combustion est plus longue que celle du charbon conventionnel. Mais la population éprouve encore quelques réserves sur ce nouveau produit, commercialisé depuis novembre dernier : plus difficile à allumer que son prédécesseur, le biocharbon ne fait pas encore l'unanimité. Des campagnes d'informations seront donc lancées au cours de l'année 2009. La *typha* peut aussi servir de **matériau d'isolation**.

En plus, le **biochar** (le charbon vert ou biocharbon) **peut aider à fertiliser les sols** (quand il est mélangé à la terre).

Adresse de **BRADES**, directeur Mr **Nthié DIARRA**, Quartier Ndiolofène Sor, Saint- Louis, Tel : 776412149. Email : bradesenegal@yahoo.fr

Note : Deux *Typha* résistent bien au sel : *Typha angustifolia* et *Typha latifolia*.

Sources : a) <http://www.transition-energie.com/senegal-du-charbon-vert-a-partir-dun-roseau/>

b) http://www.lemonde.fr/planete/article/2015/09/09/en-mauritanie-une-plante-nuisible-devient-source-d-energie_4750054_3244.html

c) <http://www.agenceecofin.com/innovation/1208-31313-senegal-vers-un-destin-dans-le-batiment-pour-3-milliards-de-tonnes-de-typha>

d) http://www1.rfi.fr/sciencefr/articles/115/article_82336.asp

e) <http://www.peracod.sn/?Le-BRADES-entreprise-basee-a-Saint>

f) <http://www.nepad.org/system/files/BRADES.pdf> (taille 991 Ko).



Deux technologies pour la pyrolyse. © ARTI-TZ



Production du biocharbon avec le Rotor Presstype (© Brades)



Invasion du typha, depuis la mise en service, en 1986, du barrage sur le fleuve Sénégal.

A8. Annexe : Palétuviers.

(Plantes ne résistant pas normalement à la sécheresse, mais poussant dans l'eau salée).



Mangrove



A8. Palétuviers (suite)

- A8.1. Palétuvier (*Pterocarpus officinalis*) (famille *Fabaceae*)
- A8.2. Palétuvier grand bois (*Tovomita plumieri*) (famille *Clusiaceae*)
- A8.3. Palétuvier gris (*Avicennia schaueriana*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.4. Palétuvier gris (*Avicennia germinans*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.5. Palétuvier gris (*Conocarpus erectus*) (famille *Combretaceae*)
- A8.6. Palétuvier gris montagne (*Amanoa caribaea*) (famille *Phyllanthaceae*)
- A8.7. Palétuvier jaune (*Symphonia globulifera*) (famille *Clusiaceae*)
- A8.8. Palétuvier montagne (*Clusia mangle*) (famille *Clusiaceae*)
- A8.9. Palétuvier noir (*Rhizophora mangle*) (famille *Rhizophoraceae*)
- A8.10. Palétuvier noir (*Avicennia vitida*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.11. Palétuvier noir (*Avicennia germinans*) (famille classique *Verbenaceae* et phylogénétique *Avicenniaceae*)
- A8.12. Palétuvier rouge (*Rhizophora mangle*) (famille *Rhizophoraceae*)
- A8.13. Palétuvier blanc (*Laguncularia racemosa*) (famille *Combretaceae*)
- A8.14. Palétuvier noir (*Bruguiera gymnorrhiza*)
- A8.15. Toto margot (*Heritiera littoralis*)



A8. Palétuviers (suite)

Espèces de la mangrove	Matériel de plantation	Usage
<i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.	Fruits	plantation dans les zones dégradées
<i>Avicennia officinalis</i> L.	Fruits	plantation dans les zones dégradées
<i>Excoecaria agallocha</i> L.	Jeunes plants	plantation dans les zones dégradées
<i>Aegiceras comiculatum</i> (L.) Blanto	Propagules	plantation dans les zones dégradées
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Savigny	Propagules	plantation pour la diversité génétique
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	Propagules	plantation pour la diversité génétique
<i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	Propagules	plantation pour la diversité génétique
<i>Sonneratia apetala</i> Buch.-Ham.	graines	plantation pour la diversité génétique
<i>Xylocarpus moluccensis</i> (Lamk.) M.Roem.	graines	plantation pour la diversité génétique

Détails sur les espèces de palétuviers et le matériel de plantation. Source : http://www.drcsc.org/VET/library/Nursery/Mangrove_Nursery_manual_HR.pdf



A8.0. Définitions de la Mangrove

- La mangrove est l'ensemble des formations végétales, arborescentes ou buissonnantes, colonisant des atterrissements intertidaux marins ou fluviaux, périodiquement submergés par la marée saline (Guilcher 1954).
- La mangrove est une zone baignée périodiquement par les eaux très salées (Kiener 1978)
- La mangrove est un écosystème intertropical, littoral des basses côtes (Conard (1993).
- écosystème incluant un groupement de végétaux principalement ligneux spécifique, ne se développant que dans la zone de balancement des marées appelée « estran » des côtes basses des régions tropicales (souvent à l'embouchure des fleuves).

A8.0b. Rôles de la mangrove

Les palétuviers, il joue un rôle important de nurserie et de fixation des littoraux vaseux ou vaso-sableux. En première ligne lors des tempêtes, il peut en souffrir durement, mais les mangroves qu'il constitue semblent augmenter la résilience des écosystèmes littoraux et leur résistance face à certains aléas géoclimatiques (cyclones, tsunami). Leurs bois sont souvent utilisés pour le chauffage, comme bois de charpente, pour la construction de radeaux, de pilotis et de poteaux devant séjourner dans l'humidité ou dans l'eau. Le bois du palétuvier est souvent très dur, coriace, imputrescible, renfermant beaucoup de tannin. L'écorce riche en tanin, de certains palétuviers, servent à tanner les peaux.

Le fruit de certains palétuviers, le *mangle*, est comestible.

La **mangrove sert de nurserie** aux alevins, crabes, crevettes, mollusques, huitres, etc.

Sources : a) <http://www.bio-et-naturel.re/fiches-plantes/P/paletuvier.html>

b) http://ntbg.org/plants/plant_details.php?plantid=1970

c) https://fr.wikipedia.org/wiki/Rhizophora_mangle

d) <http://www.aquaportail.com/fiche-plante-2801-rhizophora-mangle.html>



A8.1. Vocabulaire spécifique aux mangroves

Chenier : type de cordon littoral mobile se présentant comme une accumulation de sable à la surface d'un marais.

Mangal : terme désignant, en anglais, la mangrove sans faire de contre-sens, mangrove, en anglais, désignant en même temps les palétuviers et la mangrove.

Pneumatophore : organes aérifères propres à certains palétuviers et à certains arbres des forêts marécageuses continentales.

Propagules (appelées également "plantules" ou "hypocotyles") : Beaucoup de palétuviers sont vivipares c'est-à-dire que leurs graines germent sur l'arbre parent avant de tomber. Quand la propagule est mûr, il chute dans l'eau où il peut être transporté sur grandes distances. Il peut survivre à la dessiccation et rester dormant durant des semaines, des mois, ou même une année jusqu'à ce qu'il arrive dans un environnement approprié. Une fois qu'une propagule est prêt à s'enraciner, il changera sa densité de sorte qu'au lieu de faire un système racinaire horizontal favorisant la flottaison, il produit un système racinaire vertical. En cette position, il est prêt s'enraciner dans la boue.

Racines échasses : parmi les palétuviers les plus communs, seul le genre *Rhizophora* possède des racines échasses (celles qui partent du tronc) et des racines aériennes (celles qui partent des branches parfois appelées cordages) partant des branches.

Régénération : au travers l'observation d'une bonne régénération, l'on peut juger du bon état de santé d'un peuplement de palétuviers. Elle s'exprime par une densité de plantules et de jeunes arbres dans le sous-bois.

Tanne herbacée : étendue de sol couverte d'halophytes de petite taille (*salicornes*, *Sesuvium portulacastrum*, *Cressa creica*, *Sporobolus* spp., etc.) se développant aux dépens de la mangrove. La surface des tannes herbeuses est moins salée que celle des tannes vives (zones brunes) ce qui explique la présence d'herbacées ou de tout petits ligneux.

Tanne vive : on appelle tanne vive une étendue de sol nu se développant aux dépens de la mangrove. Il existe deux origines au phénomène de « tannification » : la salinisation et parfois l'acidification. Une diminution de la salinité ou de l'acidité des nappes et des sols peut conduire à une re-colonisation partielle et souvent temporaire des tannes par les palétuviers.

Source :



A8.1. Vocabulaire spécifique

Voile algale : c'est une pellicule organique fibreuse de quelques millimètres d'épaisseur, d'aspect cartonneux lors des périodes sèches, couvrant des dépressions à la surface des tannes ; il est formé par des *Cyanophycées*. Sa couleur varie considérablement. Si l'absence de précipitations correspond à des marées de morte-eau, le voile peut se dessécher, se détacher de la surface du sol et être emporté par le vent.

Zonation végétale : au sein d'une mangrove, la zonation végétale s'exprime par des peuplements d'espèces différentes de palétuviers s'organisant en bandes grossièrement parallèles. Cette zonation est dépendante de la topographie, aussi subtile soit-elle, qui influe elle-même sur la durée de l'inondation par les marées.

Source : <http://mangrove.mangals.over-blog.com/categorie-10994492.html>



Tanne à salicornes en
Nouvelle-Calédonie



Tanne à *Sesuvium portulacastrum*



Voile algale



A8.2. Ecologie de la Mangrove

Les plantes se développant dans la mangrove (palétuviers, badamier ...) sont adaptées à un milieu hostile, ayant ces caractéristiques :

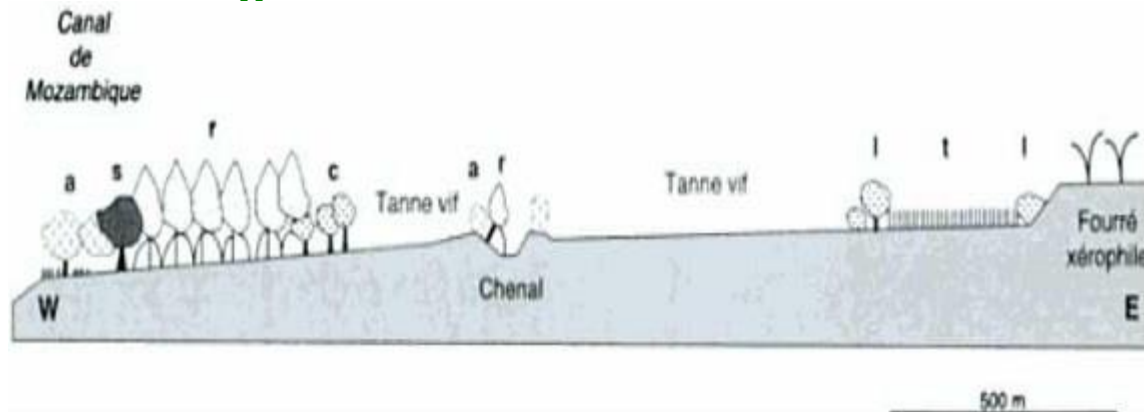
- * Une salinité élevée,
- * Des racines immergées,
- * Une faible oxygénation du sol due à la vase,
- * Un sol instable,
- * Des eaux chaudes (Wikipedia 2010).

La mangrove héberge des animaux : crabes (crabes violonistes ...), poissons (périophtalmes ...), ses crustacés, fameuses huîtres et délicieux mollusques. Elle sert de nurserie aux alevins.

Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf



A8.2. Ecologie de la Mangrove



Séquence de Tsinjoriaka (sud de Morombe, Madagascar). a : *Avicennia marina*, c : *Ceriops tagal*, l : *Lumnitzera acemosa*, r : *Rhizophora mucronata*, s : *Sonneratia alba*, t : *Typha augustifolia*, h : *Hibiscus tiliaceus*.

Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf



A8.3. palétuvier gris (*Avicennia marina*)

Famille : *Acanthaceae* (ex *Aviceniaceae*)

Synonyme : palétuvier gris.

Écologie :

Salinité :

PH :

Zonation : immersion quotidienne (zone inertidal), immersion à forte marée, atterrissements vaseux, immersion aux grandes marées d'équinoxe (chenaux des marées) ;

Plantule :

Plante : 4-10 m de hauteur.

Tronc : écorce jaunâtre, circonférence 35-57 cm

Feuilles : opposées décussées, ovale, allongée, épaisse, une seule nervure centrale apparente en relief sur la face inférieure, face inférieure vert-clair, exudats de sel

Racines : à pneumatophores de 6 à 30 cm (95 à 525 par m² ou 41 à 492)

Inflorescences : débute mi septembre

Fruits : rond avec une pointe, jaunâtre à vert clair, écorce duveteuse. Deux gros cotylédons.

Période de collecte des fruits : mars (à Madagascar)

Utilisation : les fruits sont mangés par les zébus et les chèvres, cercueil, clôture, médicament (feuille séchée ou verte contre maux de ventre et jaunisse), roue de charrette, chaux.

Conservation :des graines : ?

Multiplication : par graine

Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf



Avicennia marina (Schatz 2001)





A8.4. Palétuvier noir ou orange (*Bruguiera gymnorhiza*)

Famille : Rhizophoraceae

Synonyme : palétuvier orange.

Écologie :

Salinité :

PH :

Zonation : immersion quotidienne (zone intertidale)

Plantule :

Plante : environ 10 à 14 m de hauteur

Tronc : rouge. Tige rougeâtre avec traces des pétioles

Pneumatophores :

Feuilles : ovales pointus, en verticille à l'apex alternes. Pétiole rouge sur une courte distance

Racines :

Inflorescences : rougeâtres sépales en pointe

Fruits : graines germées sur l'arbre (propagules)

Période de collecte des prop : mars (à Madagascar)

Utilisation : bois de chauffe. *Pour être mangés, les propagules doivent être pelés, lavés, éventuellement macérés (dans la vase), râpés et longuement cuits.* On relève parfois un goût amer que l'on fait disparaître à Guam en les faisant bouillir avec de la cendre. Aux Antilles, les "Nègres marrons" n'en consommaient que la "pulpe" centrale. Dans l'île de Biak qui fait partie de l'actuel Papua indonésien, on fabrique à partir des propagules une pâte riche en protéines.

Conservation :des graines : ?

Multiplication : propagules très fines



Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf

Les propagules ou gousses vertes sont consommées comme légume cuit.

Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Bruguiera_gymnorhiza



A8.5. palétuvier jaune (*Ceriops tagal*)

Famille : Rhizophoraceae

Synonyme : *Ceriops condolleana* ou *Ceriops boviniana*, palétuvier jaune.

Écologie : résiste à la sécheresse

Salinité :

PH :

Zonation : immersion quotidienne (zone intertidale), immersion à forte marée avec atterrissements vaseux

Plantule :

Plante : 6 à 8 m de hauteur.

Tronc :

Pneumatophores : coudés

Feuilles : ovales plus ou moins allongé

Racines : longue radicule, grêle et verruqueuse

Inflorescences :

Fruits : graines germées sur l'arbre (propagules)

Période de collecte des fruits : février-mars

Utilisation : mât de pirogue, maison, chaise, table, lit, charbon, clôture, bois de chauffe, chaux.

Conservation des graines :

Multiplication : propagules à grosses côtes

Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf





A8.6. *Lumnitzera racemosa*

Famille : *Meliaceae*

Synonyme : Roneho, Sahiranko.

Écologie :

Salinité : 2,625 g à 43,021 g / l

PH : 6,7-7,7

Zonation : immersion à forte marée avec atterrissements vaseux, immersion à grandes marées d'équinoxe et chenaux des marées, sols salés des chenaux marins, terres fermes peu salées, tannes

Plantule :

Plante : 1,5 m à 2 m de hauteur.

Tronc :

Pneumatophores : coudés ?

Feuilles : ovale, opposées décussées avec quelques échancrures, nervure centrale peu apparente, épaisse, sans pointe

Inflorescences : très petites fleurs blanches

Fruits :

Période de collecte des fruits :

Utilisation : bois de chauffe, maison, bétail

Conservation : des graines :

Multiplication : propagules très fines



Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf





A8.7. palétuvier rouge (*Rhizophora mucronata*)

Famille : *Rhizophoraceae*

Synonyme : Tanga marotagna, palétuvier rouge.

Écologie :

Salinité : 7,753 g à 42,410 g / l

PH : 6,6-7,7

Zonation : immersion quo

Plantule : propagule germée

Plante : 10-12 m de hauteur.

Tronc : rugueux

Racines : en échasses au dessus du sol

Pneumatophores :

Feuilles : grandes feuilles ovales allongées, opposées, nervure centrale très apparente en relief sur la face inférieure, épaisses, vertes

Inflorescences : petites fleurs jaunes à 4 sépales et 4 pétales

Fruits : vivipare, les graines germent sur l'arbre formant des propagules

Période de collecte des propagules :

Utilisation : bois de chauffe, mât de pirogue, maison, chaise, table, clôture, roue de charrette, bois de chauffe. *Les jeunes feuilles de Rhizophora sont susceptibles soit d'être mangées bien cuites, soit de servir à donner un goût original à un plat.* Elles sont réputées riches en acides aminés, thiamine, riboflavine, acide folique et choline. En Floride on utilise les feuilles de Rhizophora mangle préalablement séchées pour fabriquer le "Maritime Tea". Des tablettes protéinées sont élaborées à partir de ces mêmes feuilles (blog Lebigre 2009).

Multiplication : grandes propagules sans côtes

Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf





A8.8. *Sonneratia alba*

Famille : Lythraceae

Synonyme : Songery.

Écologie :

Salinité : 13,920 g à 35,190 g / l

PH : 6,7-8,2

Zonation : immersion quotidienne (zone intertidale)

Plantule :

Plante : 5 – 6 m à 8-10 m de hauteur.

Tronc : 90 à 118 cm de diamètre

Pneumatophores : droits ou coudés, gros en forme de cône, 49 à 247 par m²

Racines :

Feuille : épaisse, large, arrondie

Inflorescences : beaucoup d'étamines

Fruits : ronds, graines difficiles à faire germer en pépinière), pas de dormance

Période de collecte des fruits : tardifs, mai

Utilisation : bétail, charbon, chaux, cercueil, bois de chauffe

Conservation :des graines :

Multiplication : par graines



Fruit sec contenant de très nombreuses petites graines (elles germent difficilement en pépinière)





A8.8. palétuvier casse-tête (*Xylocarpus granatum*)

Famille : *Meliaceae* (ex *Combretaceae*)

Synonyme : *Carapa obovata*, palétuvier casse-tête.

Noms vernaculaires :

Écologie : milieu peu salé

Salinité :

PH :

Zonation : immersion quotidienne (zone intertidale), immersion à forte marée, atterrissements

vaseux, immersion à grande marée d'équinoxe et chenaux des marées, sol salé des chenaux marins

Plantule :

Plante : 6-9 m de haut ; 65 à 75 cm

Tronc :

Racines : à contrefort

Pneumatophores : absents

Feuilles : composées folioles en nombre pairs, ovale, vert clair

Inflorescences :

Fruits : très gros fruits sphériques, légers,

Période de collecte des fruits : mai (à Madagascar)

Utilisation : bois de chauffe

Conservation : des graines :

Dormance : pas de dormance

Multiplication : par graines

Source : Espèces de palétuviers dans les mangroves de Toliara, Serge Tostain, FORMAD Environnement, Toliara, juin 2010, http://www.formad-environnement.org/paletuviers_29dec11.pdf





A8.9. Palétuvier *Ceriops tagal*

Ceriops tagal Arn. (malgache Tangalahy)

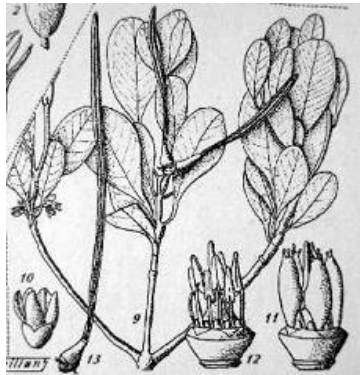
Famille : Rhizophoraceae

Synonyme : *Ceriops condolleana* ou *Ceriops boviniana*, palétuvier jaune.

Écologie : **résiste à la sécheresse**

Pneumatophores : coudés

Utilisation : mât de pirogue, maison, chaise, table, lit, charbon, clôture, bois de chauffe, chaux.



Propagules



Feuilles





A8.10. **Palétuvier** *Lumnitzera racemosa*

Lumnitzera racemosa Willd. (malgache Rogno)

Famille : Meliaceae

Synonyme : Roneho, Sahiranko.

Salinité : 2,625 g à 43,021 g / l

1,5 m à 2 m de hauteur

Pneumatophores : coudés ?

Utilisation : bois de chauffe, maison, bétail

Multiplications : propagules très fines



Fruits verts caduques



Feuilles



Petites fleurs blanches



107. *Lumnitzera racemosa*



A8.11. Palétuvier *Sonneratia alba*

Sonneratia alba L. Sm. (malgache Songere)

Famille : Lythraceae

Synonyme : Songery.

Salinité : 13,920 g à 35,190 g / l

6 m à 8-10 m de hauteur.

Tronc : 90 à 118 cm de diamètre

Pneumatophores : droits ou coudés, gros en forme de cône, 49 à 247 par m²

Fruits : ronds, graines difficiles à faire germer en pépinière, pas de dormance

Utilisation : bétail, charbon, chaux, cercueil, bois de chauffe.



Fleurs



↑ Photos Bemahafaly
Randriamanantsoa ©



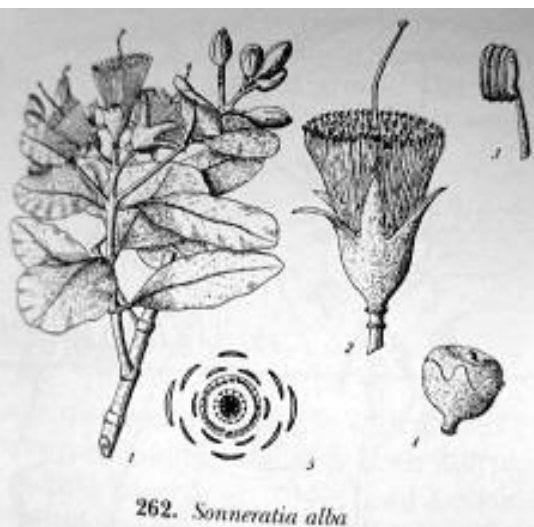
Fruits en formation



Fruits



Feuilles



Port de l'arbre



Pneumatophores droits ou coudés



Fruit sec contenant de très
nombreuses petites graines
(elles germent difficilement
en pépinière)



Planter en conditions arides et salines

A8.12. Palétuvier *Xylocarpus granatum*

Xylocarpus granatum J. König (malgache Fobo)

Famille : *Meliaceae* (ex *Combretaceae*)

Synonyme : *Carapa obovata*, palétuvier casse-tête.

6-9 m de haut ; 65 à 75 cm

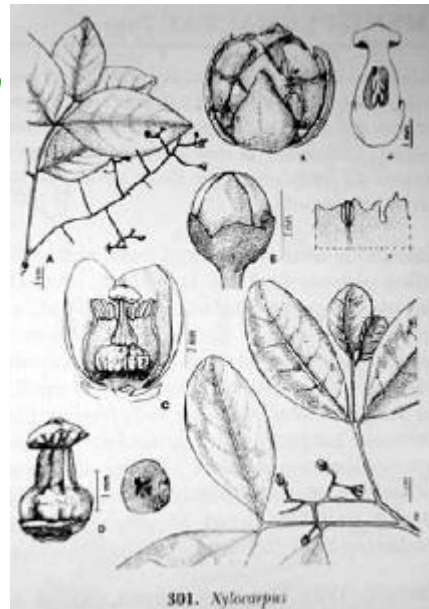
Racines : à contrefort

Pneumatophores : absents

Fruits : très gros fruits sphériques, légers

Utilisation : bois de chauffe

Dormance : pas de dormance



Contreforts et racines



Port



Feuilles composées



Fleurs



Fruits sur les arbres



Graine sèche



Plantule



Fruits sur les arbres





A8.13. Palétuvier Toto margot (*Heritiera littoralis*)

Le **Toto margot** (*Heritiera littoralis*) est un arbre de mangrove et de submangrove de la famille du *cacaoyer*, poussant le long des côtes de l'Inde, de l'Asie du sud et de l'Afrique tropicale. Il est reconnaissable par ses feuilles argentées et par sa graine bien caractéristique, insubmersible qui est dispersée par les courants marins.

C'est un arbre de taille moyenne, de 5 à 15 m de hauteur, toujours vert à l'écorce grise rosâtre, lisse sur les sujets jeunes et plus écailleuse sur les arbres plus âgés. Les feuilles de l'*Heritiera littoralis* sont oblongues, ovales à elliptiques, avec une extrémité pointue, de 10 à 20 cm de longueur. Elles sont vert foncé sur la face supérieure et très blanche à argentée sur la face inférieure. Le fruit est une graine boisée elliptique d'environ 6 cm de long et 4 cm de large, de couleur pourpre à marron, brillante avec une quille raide sur un côté bien caractéristique. **Le fruit grillé est comestible.** Un extrait de la graine est utilisé pour traiter la diarrhée et la dysenterie. L'écorce aurait des vertus anti-inflammatoires.

Le bois dur est utilisé pour la construction de canoës, de mâts, de poteaux pour les maisons, pour les charpentes de bateaux. Les brindilles sont utilisées aux philippines comme brosse à dent. Source : <http://www.tahitiheritage.pf/toto-margot-heritiera-littoralis/>



A9. Halophyte : définition

Une **halophyte** est une plante qui pousse dans les eaux de haute salinité, entrer en contact avec de l'eau salée à travers ses racines ou par brouillard salin, comme dans les semi-déserts salés, les mangroves, les marais et les marécages, et rivages. Relativement peu d'espèces de plantes halophytes sont - peut-être seulement 2% de toutes les espèces végétales.

La grande majorité des espèces végétales sont **glycophytes**, des plantes qui ne sont pas tolérantes au sel, et sont assez facilement endommagées par une forte salinité [1]. Le haricot et le riz peuvent tolérer environ 1-3 g/l, et sont considérés comme glycophytes (comme la plupart des plantes cultivées). Des plantes telles que l'orge (Hordeum vulgare) et le palmier dattier (Phoenix dactylifera) peut tolérer environ 5 g/l, et peut être considéré comme halophytes marginales [1].

L'adaptation aux milieux salins par halophytes peut prendre la forme de la tolérance au sel (voir halotolérance) ou d'évitement de sel. Les plantes qui évitent les effets de la forte teneur en sel, même s'ils vivent dans un milieu salin, peuvent être considérées comme *halophytes facultatives* plutôt que comme *halophytes «vrais» ou obligatoires*.

Par exemple, une plante, de courte durée, qui complète son cycle de vie pendant les périodes de reproduction (comme durant la saison des pluies) lorsque la concentration de sel est faible, le fera en évitant le sel plutôt que de le tolérer. Ou bien une espèce de plante peuvent maintenir une concentration «normale» interne de sel, en excréant le sel en excès par ses feuilles, au moyen [par le biais] d'un hydathode, ou en concentrant les sels dans les feuilles qui meurent et tombent plus tard.

Certains halophytes sont à l'étude pour une utilisation en tant que précurseurs de biocarburants "3ème génération". Des halophytes tels que Salicornia bigelovii peuvent être cultivées dans des environnements difficiles [3] et, généralement, ne sont pas en concurrence avec les cultures vivrières pour les ressources, ce qui les rend sources prometteuses de biodiesel [4] ou de bio-alcool.

Le **panic érigé** (*Panicum virgatum*) est une espèce de céréale sauvage (famille des Poaceae) autrefois très répandue aux États-Unis, présente sur tout le territoire (sauf sur la frange littorale du Pacifique). Le Gouvernement des États-Unis la considère¹ depuis 2006 comme une source potentielle d'agrocarburant, plus respectueuse de l'environnement que d'autres, et qui pourraient réduire la dépendance des États-Unis à l'égard du pétrole.

Sources : a) Halophyte, <http://en.wikipedia.org/wiki/Halophyte>, b) <http://www.universalis.fr/encyclopedie/halophytes/> (article payant).

A10. La sélection des cultures

critères:

- valeur nutritive
- Résistance aux conditions arides
- Bon prix de marché
- Résilience face aux aléas de transport (à voir)
- Favorise la biodiversité

Exemples:

Tomates, gombo, oignon, ail, melon, pastèque, sorgho, tournesol (pour la consommation humaine et comme fourrage)

Dattes, grenades (plantations communautaires ?)



A11. Pratiques appropriées dans toutes les étapes du cycle de culture

Programme de Formation

- Préparation de compost
- La préparation du sol
- Planification de la plantation
- Pépinière
- Irrigation
- Système de surveillance de la protection des plantes
- Contrôle des mauvaises herbes
- Gestion des cultures
- Post-récolte, stockage, conservation
- Tenue des registres, de la comptabilité.



Récolte de carottes résistantes au sel à un taux de salinité de 12 dS/m. Source : <https://twitter.com/SaltFarmTexel>



Récolte de pommes de terre résistantes au sel au Pakistan. Source : <https://twitter.com/SaltFarmTexel>

A12. Utilisation de la bactérie *Pseudomonas extremorientalis* pour améliorer la résistance des plantes au sel

La microbiologiste ouzbek Difuza Egamberdieva, chef de groupe à l'Université nationale de l'Ouzbékistan, à Tachkent, a isolé des souches bactériennes résistantes au sel qui vivent dans les sols salins-dégradé, où ils aident le processus d'enracinement des plantes. Dans son enquête, Egamberdieva a repéré des bactéries résistantes au sel, bénéfiques pour le sol, aidant les plantes à mieux pousser, ne nuisant pas aux hommes. Ces bactéries se retrouvent autour des racines des plantes. «Nous avons constaté que les bactéries de la famille des *Pseudomonas*, en particulier ***Pseudomonas extremorientalis***, sont résistantes au sel et poussent à proximité des racines, où elles sont en concurrence avec d'autres bactéries, pour la colonisation. Au contraire, les bactéries pathogènes peuvent pas coloniser activement les racines des plantes. Alors que les *Pseudomonas* produisent des antibiotiques que les plantes utilisent pour se défendre contre les champignons, déclenchant le processus d'enracinement et produisant des facteurs de promotion de la nodulation, donnant ainsi à la végétation de meilleures chances de fixer l'azote et de grandir ensemble ». En échange de ces faveurs, les plantes sécrètent des exsudats utiles pour les bactéries.

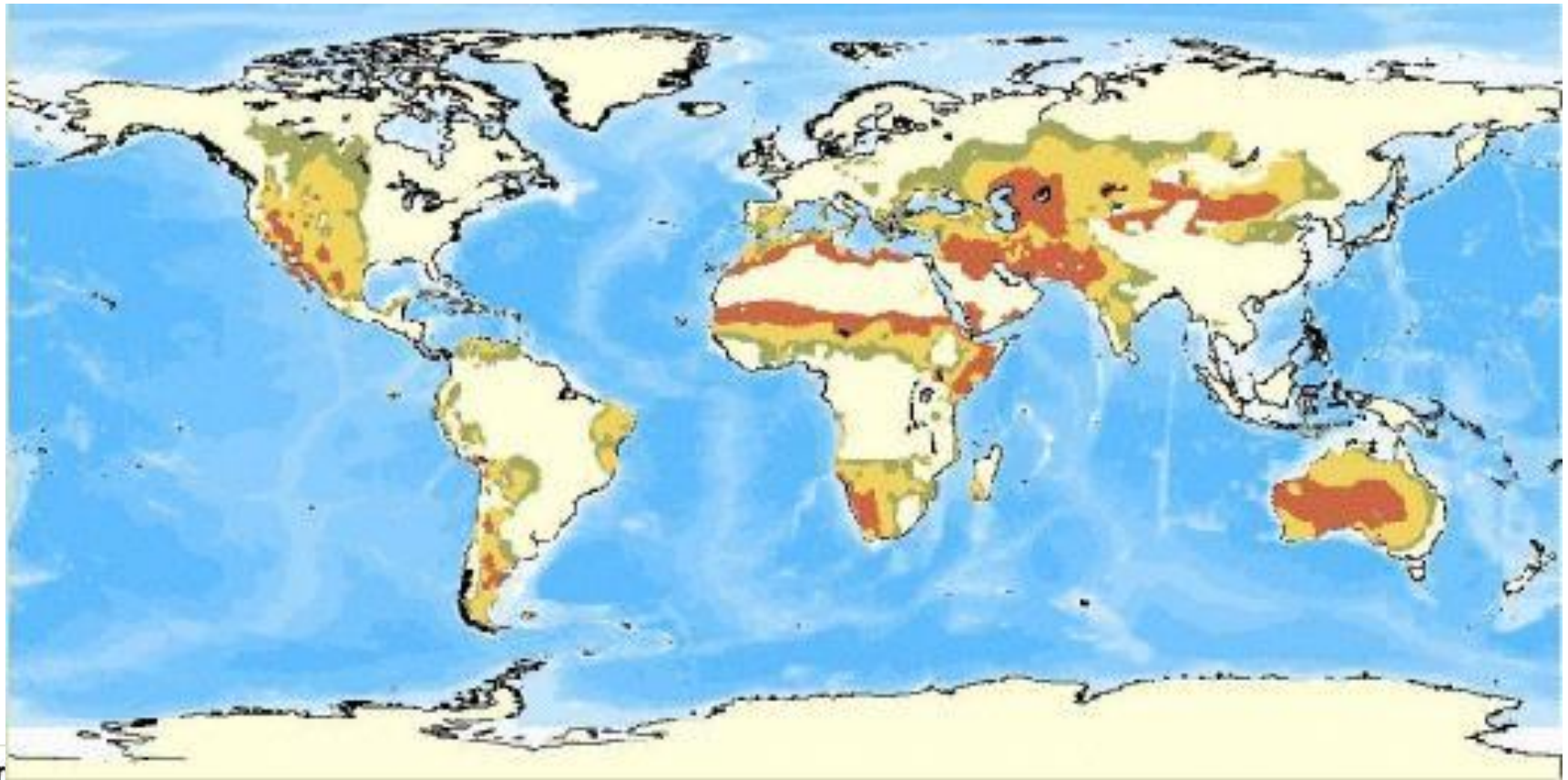
Note : Elle a fait l'essai avec le haricot commun (*Phaseolus vulgaris*), avec le chardon-marie (*Silybum marianum*) (une plante médicinale).

Source : *Salt-tolerant bacteria improve crop yields*, TWAS, October 6, 2013, <http://www.sciencedaily.com/releases/2013/10/131006142707.htm>



Pseudomonas extremorientalis est semblable à cette bactérie (ici photo de *Pseudomonas aeruginosa*)

A13. Carte mondiale des terres arides



Ar
Arid
Semi-Arid
Dry Sub-Humid

Carte mondiale des terres arides
Source: UNEP/GRID 1991 dans WRI.

L'[ONU](#) et la [FAO](#) alertent depuis plusieurs décennies sur la dégradation de nombreux sols tropicaux, avec notamment de graves phénomènes de désertification et de salinisation (voir chapitre « chiffres » à la fin de ce document).

A14. Processus de salinisation des sols :

De vastes régions dans le monde contiennent beaucoup de sel dans le sol, du fait de la brise marine salée, parce que ce sont d'anciens bassins océanique ou des lacs asséchés. Très peu de plantes peuvent tolérer des sols salés. Si le sel, enfoui sous les racines, y demeurerait, le problème serait moindre. Mais deux processus peuvent le conduire à la surface : la salinisation par irrigation et la salinisation des terres sèches. Le sol est considéré comme salé si la concentration en sel dépasse 1 à 2 %, dans ses 20 cm supérieurs.

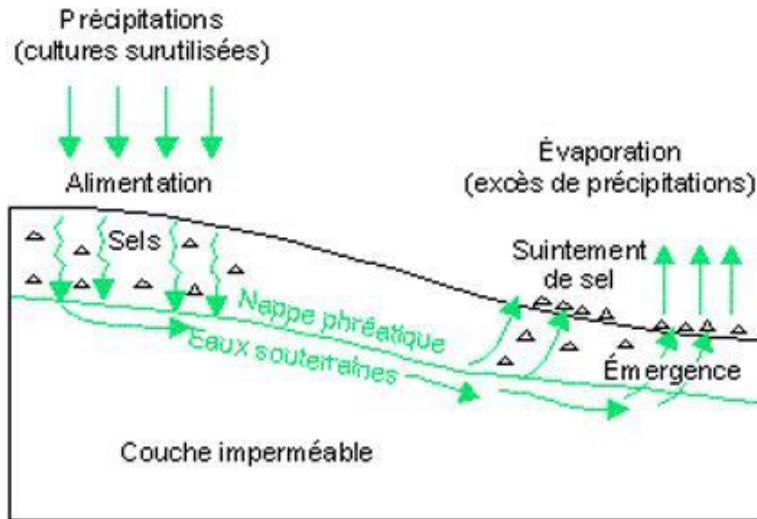
Salinisation par irrigation :

- La salinisation par irrigation peut survenir dans les régions sèches ou les pluies sont trop faibles ou trop peu fiables pour l'agriculture ; l'irrigation y est nécessaire.
- Si un agriculteur pratique le « goutte à goutte », de sorte que coule seulement l'eau que l'arbre ou les racines de la culture peuvent absorber, l'eau est peu gaspillée, sans effet néfaste.
- Mais si l'agriculture suit la pratique courante de « l'irrigation par émission », c'est à dire noie la terre ou utilise un tourniquet qui diffuse l'eau sur une vaste zone, le sol est vite saturé du fait qu'il reçoit plus d'eau que les racines n'en peuvent absorber. L'eau excès s'infiltre vers la couche plus profonde de sol salé, ce qui crée une colonne continue de sol humide [capillarité] par laquelle le sel situé en profondeur peut remonter jusqu'aux racines et à la surface, interdisant la croissance de plantes autres que celles qui tolèrent le sel, ou bien encore descendre vers les eaux souterraines, et passer de là dans les rivières.

Salinisation par assèchement des sols :

- Elle apparaît dans les zones où les pluies sont suffisantes pour l'agriculture. Tant que le sol reste recouvert par la végétation primitive et permanente, les racines des plantes absorbent la plus grande partie de la pluie en sorte qu'une faible quantité s'infiltre à travers le sol jusqu'aux couches salées profondes.
- Si l'agriculture défriche cette végétation et la remplace par des cultures récoltées à certaines saisons, cela laisse le sol à nu une partie de l'année : la pluie qui trempe le sol nu pénètre jusqu'au sel en profondeur, lequel en retour, se diffuse à la surface. Source : *Effondrements*, J. Diamond, Gallimard, 2006, page 459.

A14. Processus de salinisation des sols (suite)



↑ Mécanisme de salinisation des sols des terres basses (en bas de pente), due à une irrigation excessive © Claire König, www.futura-sciences.com



↑ Efflorescence de sels, à la surface du sol (remontée de sels).
© AGRIRESEAU, Canada.

- Les terres peuvent aussi se saliner, si l'on pompe dans une nappe aquifère *trop proche de la mer* (ce qui attirera l'eau salée dans la nappe phréatique).
- Le monde perd en moyenne 10 hectares de terres cultivables par minute dont 3 ha (**plus de 1,5 Mha par ans**) à cause de la salinisation (Kovda, 1983).
- Aujourd'hui, on estime à près de **400 Mha** les terres affectées par la salinisation (Bot, Nachtergaele & Young, 2000).
- En Afrique: Près de 40 Mha sont affectés par la salinisation, soit près de 2% de la surface totale.
- Au Proche-Orient: Près de 92 Mha sont affectés par la salinisation, soit environ 5% de la surface totale.

Source : http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Salinisation_irrigation.pdf

A14. Processus de salinisation des sols (suite et fin)

Solutions au problème de la salinisation (cours d'hydrologie du Prof. Musy, EPFL, Lausanne (°))

1) Bonne gestion des eaux et des écoulements

- Une bonne gestion des ressources en eau implique à la fois que l'on empêche l'eau reçue dans les aires d'alimentation de percoler (diffuser) dans les eaux souterraines et que l'on maintienne à un niveau bas et sûr la nappe phréatique dans la zone d'émergence.
- Les coûteuses solutions mécaniques, tel l'aménagement de réseaux de drainage souterrains, doivent être réservées aux terrains les plus touchés.

2) Bonnes techniques culturales

Le choix de **méthodes culturales**, visant la restauration de sols salinisés, dépend de la gravité de la salinisation, de son étendue et des caractéristiques locales. Il faut généralement privilégier **une approche biologique**, en faisant appel à des régimes particuliers d'assolement et de travail du sol.

On peut empêcher l'eau de s'infiltrer dans le sol des zones d'émergence en dérivant l'eau de surface vers des étangs situés au bas des pentes. **Les cultures fourragères et les plantes vivaces, la luzerne**, peuvent jouer un rôle utile, en raison de leur saison de croissance plus longue et de leur capacité d'absorber une plus grande quantité d'eau que les plantes annuelles et ce, à une plus grande profondeur. Ainsi, les cultures fourragères empêchent l'accumulation d'eau souterraine, abaissent la nappe phréatique et assèchent le sous-sol. En outre, elles accroissent la teneur en matière organique du sol et en améliorent la structure, ce qui réduit le risque d'érosion.

Ensemencer des cultures tolérantes au sel dans les terrains où la gravité de la salinisation est raisonnable.

Réduire la mise en jachère par **la culture continue** (terrains peu salins) ou par l'établissement d'une couverture végétale permanente et de cultures tolérantes au sel (secteurs à risque élevé ou salinisation grave). Réduire le travail profond du sol par **l'adoption de non-labour**. Planter des **cultures fourragères** ou des **arbres** près des plans d'eau pour favoriser l'absorption de l'eau du sol. Retourner au sol le fumier et les résidus de culture : **un sol riche en matière organique pourra retenir davantage d'eau**. Prévenir la formation de flaques au printemps. Installer des réseaux de drainage artificiels en certains endroits si nécessaire. Éliminer les infiltrations d'eau dues aux canaux d'irrigation, aux mares artificielles et aux étangs. Inciter les agriculteurs à établir un couvert végétal permanent sur leurs terres marginales ou à transformer ces dernières en habitats pour la faune.

(°) Source : <http://echo2.epfl.ch/e-drologie/general/tmchapitres.html>

A15. Plantes recommandées pour la fixation biologique des dunes mobiles :

1. *Acacia cyanophylla*
2. *Acacia cyclops*
3. *Acacia salicina*
4. *Acacia ligulata*
5. *Acacia horrida*
6. *Acacia tortilis*
7. *Lycium arabicum*
8. *Retama raetam*
9. *Rhus tripartitum*
10. *Calligonum azel*
11. *Prosopis juliflora* (arbre très invasif).
12. *Parkinsonia aculeata*
13. *Eucalyptus occidentalis*
14. *Eucalyptus torquata*
15. *Eucalyptus astringina*
16. *Atriplex halimus* (arroche halime)
17. *Euphorbia basalmifera*



A16. Espèces pastorales recommandées pour le rétablissement des parcours en milieux arides :

1. *Argyrolobium uniflorum*
2. *Hedysarum coronarium*
3. *Hedysarum carnosum*
4. *Stipa lagascae*
5. *Plantago albicans* (Plantain blanchissant)
6. *Rhanterium suaveolens*
7. *Peganum harmal* ? (harmal ou rue de Syrie).

Plante stupéfiante _ ses graines renferment 3-4 % d'alcaloïdes psychotropes (harmine, harmol, harmaline et dérivés voisins) _ et pouvant être toxique pour certains animaux.



Fixation des dunes avec *Euphorbia basalmifera*

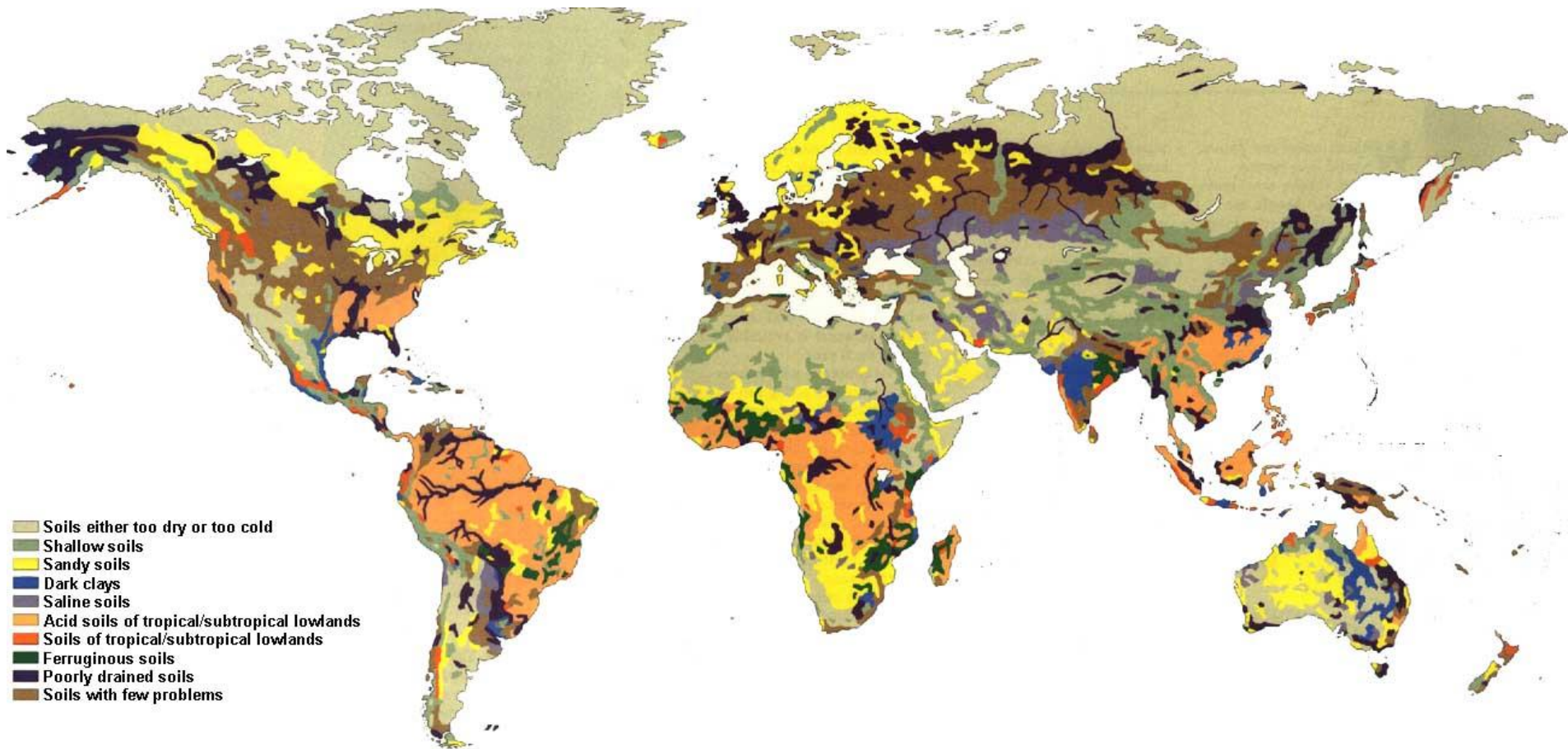
Source : GESTION DURABLE DES TERRES EN TUNISIE BONNES PRATIQUES AGRICOLES, TAAMALLAH Houcine, avec la contribution de OULED BELGACEM Azaiez, HAMROUNI Hédi, NAGAZ Kameleddine, OUCHI Hammouda, LAKHDHAR Hichem, Juin 2010, https://www.wocat.net/fileadmin/user_upload/documents/Books/Best_Practices_Tunisia.pdf

A17. Système Vallerini ou VALLERANI SYSTEM (VS)

Le **Système Vallerini (VS)** utilise la charrue Delfino inventées et brevetées par le Dr. Venanzio Vallerani avec le fabricant Nardi. La charrue crée dans le sol un système de micro-bassins et de sacs enterrés pour recueillir l'eau de pluie autant que d'autres ressources disponibles (terre fine, matière organique, semences, etc.). Le VS adopte le semis direct de plantes indigènes (éventuellement intégré par la transplantation d'espèces provenant de pépinière) dont la germination et la croissance sont dues à l'eau recueillie dans les micro-bassins.

Source : <http://www.vallerani.com/>



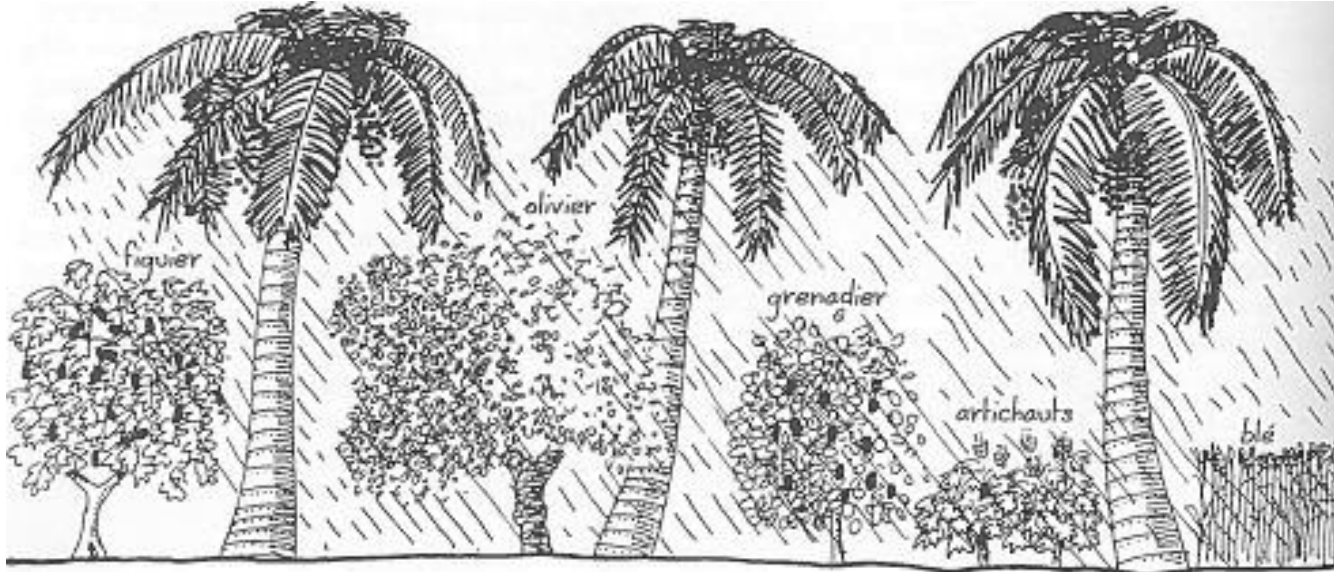
A18. Les ressources en sols du monde (carte FAO)

En gris foncé, apparaissent les sols salins ↑

Source de la carte : The soils, FAO, <http://www.fao.org/docrep/u8480e/u8480e0b.htm>
<http://www.fao.org/docrep/u8480e/U8480E3f.jpg>

A19. Dispositions agroforestières

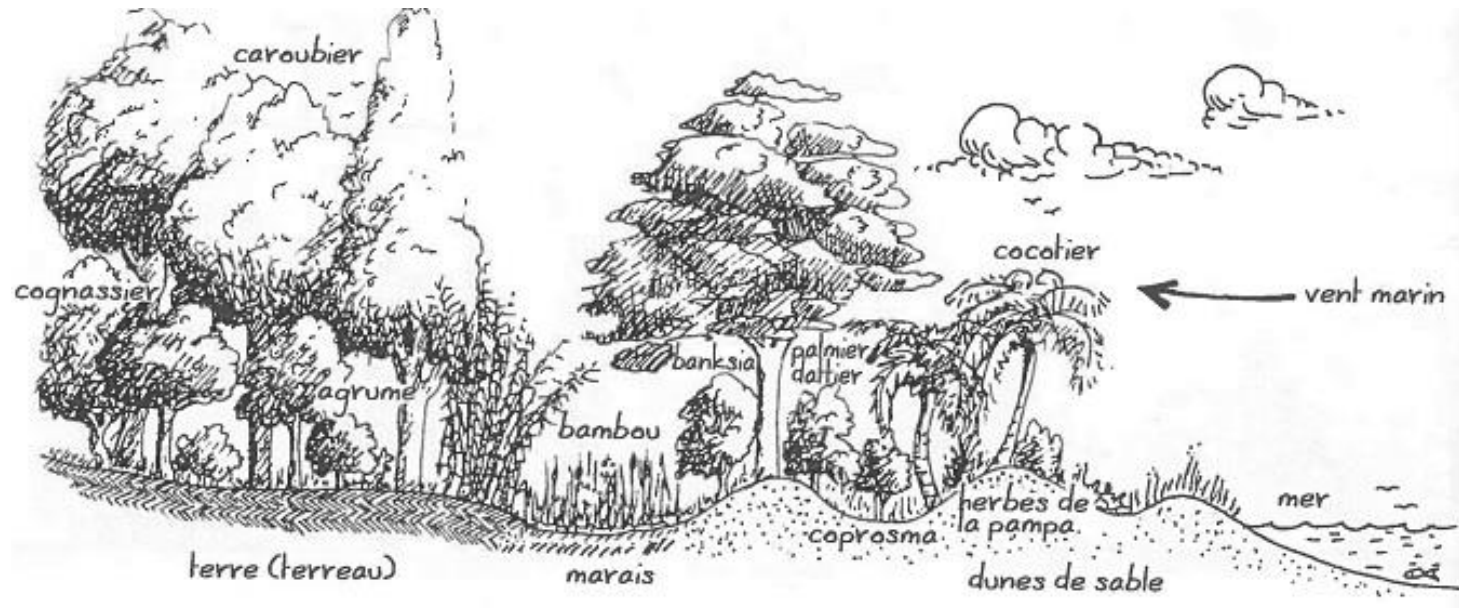
↙ palmiers dattiers ↘



↑ Les palmiers procurent de l'ombre aux autres arbres (figuier, olivier, grenadier ...) et cultures (blé, artichauts ...). Source : Source : *Introduction à la permaculture*, Bill Mollison, Ed. Passerelle eco, 2012, page 152.

Agroforesterie : 1) mode d'exploitation des terres agricoles associant des plantations d'arbres dans des cultures ou des pâturages. 2) Association d'arbres et de cultures ou d'animaux sur une même parcelle.

A19. Dispositions agroforestières (suite)

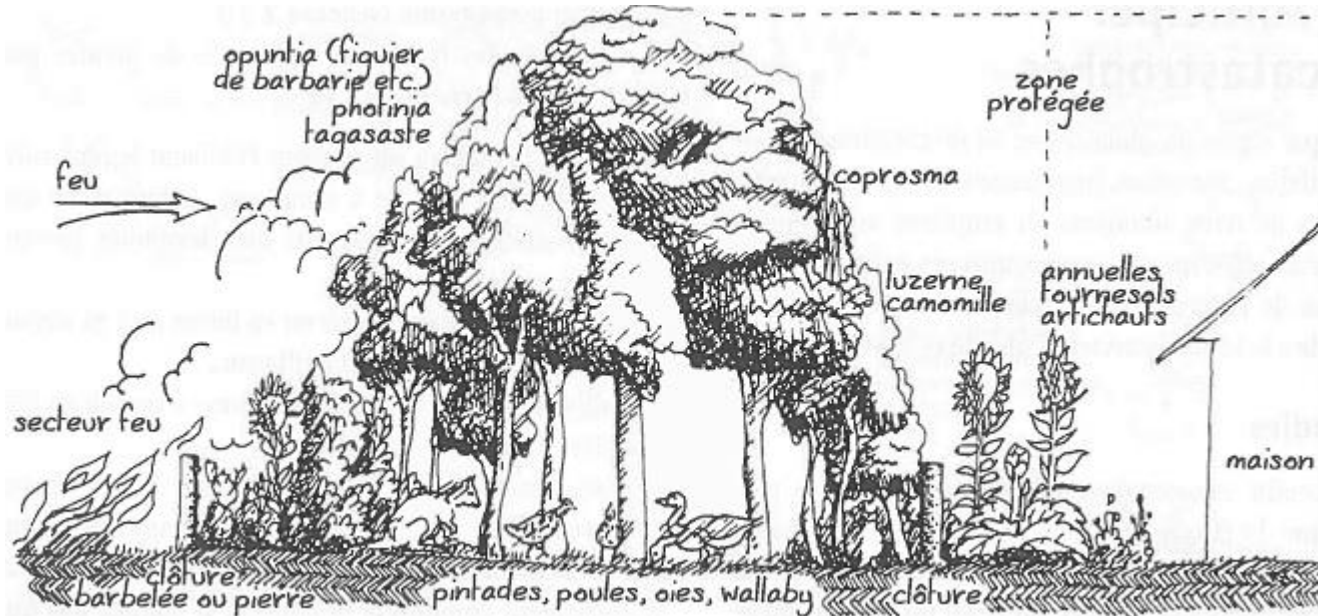


↑ Une suite de plantations sur le littoral [climat tropical sec à méditerranéen, sans gel]. Source : Source : *Introduction à la permaculture*, Bill Mollison, Ed. Passerelle eco, 2012, page 64.

Agroforêt ou « **système agroforestier** » : Il s'agit d'une forêt dont la composition faunistique et floristique sont le fruit d'une gestion par la ou les populations locales. L'intérêt de ces populations est la constitution d'un cadre de vie satisfaisant leurs divers besoins, en termes d'alimentation, de matériaux de construction, d'artisanats variés, d'énergie, de produits médicinaux, et toutes activités sociales. Les écosystèmes désignés comme *agroforêts* sont en général situées en zone intertropicale.

A19. Dispositions agroforestières (suite)

↓ mûrier, mimosa ↓



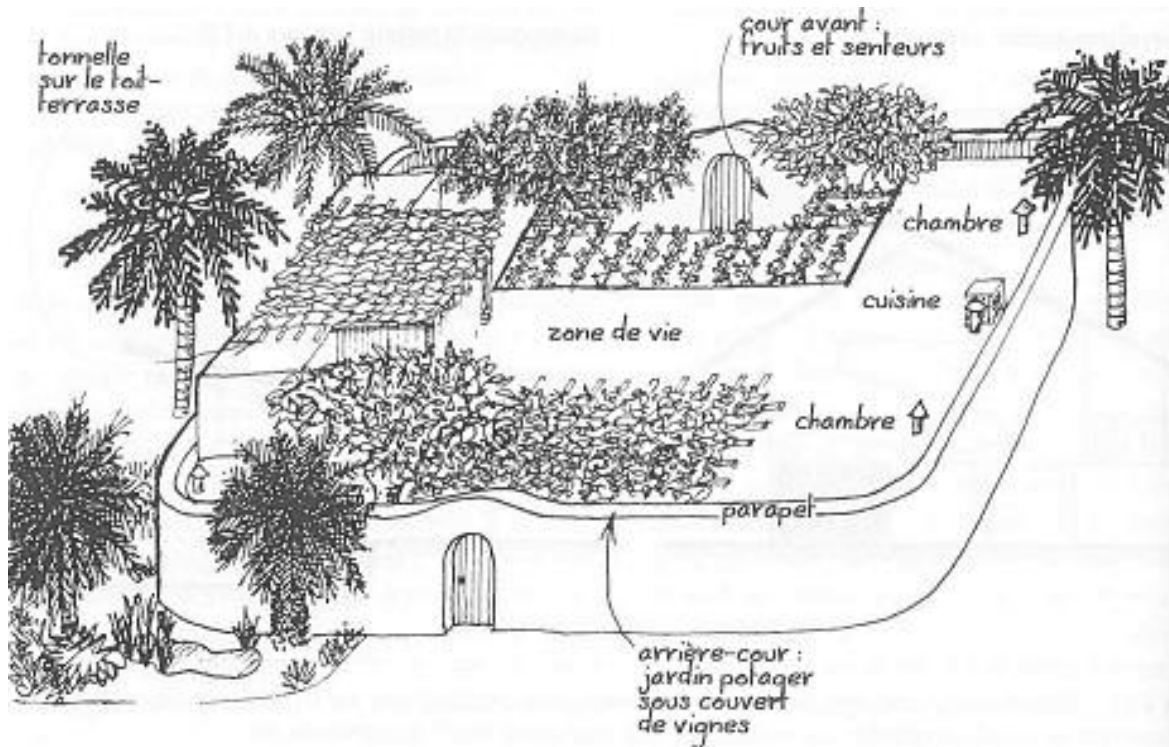
↑ Défense contre les incendies, avec plantations et animaux, pour petite ville ou hameau.

Source : *Introduction à la permaculture*, Bill Mollison, Ed. Passerelle eco, 2012, page 82.

Jardin-forêt : Un mélange d'arbres, arbustes, arbrisseaux, plantes grimpantes, légumes annuels, biannuels et vivaces, de champignons cultivés, qui produisent fruits, légumes, plantes aromatiques et médicinales, bois de chauffage etc.

Jardin-verger : endroit créé et préservé par l'homme, source de vie et de bien-être, et constitué d'un ensemble multi-étagé d'espèces végétales utiles principalement pour l'alimentation. Il existe différentes dénominations pour parler de jardin-verger comme jardin-forêt, forêt-jardin, forêt fruitière, forêt comestible, etc.

A19. Dispositions agroforestières (suite et fin)



↑ Une maison en climat aride, avec des murs épais, des cours intérieures et des tonnelles de plantes grimpantes. Source : *Introduction à la permaculture*, Bill Mollison, Ed. Passerelle eco, 2012, page 104.

Permaculture : Forme d'[agriculture](#), créée dans les années soixante-dix en Australie par Bill Molisson et David Holmgren, nécessitant peu d'[entretien](#), grâce à l'[utilisation](#) de nombreuses [espèces](#) de [plantes complémentaires](#) et à l'aide des animaux sauvages, pour reconstituer un [écosystème](#) gérable à échelle humaine. Elle signifie culture permanente et durable. Elle est un ensemble de pratiques et de principes visant à créer une production agricole [durable](#), prenant en considération la biodiversité des écosystèmes^{1,2}, respectueuse des êtres vivants et de leurs relations réciproques. Elle vise à créer un écosystème productif en nourriture ainsi qu'en d'autres ressources utiles, tout en laissant à la nature « sauvage » le plus de place possible.

A20. Filets capteur de brouillard (ou filets à nuages ou à rosée)

Un **filet capteur de brouillard** consiste à récupérer les fines gouttelettes d'eau contenues dans les nuages et la brume grâce à un long filet constitué de **mailles très fines**. Cette méthode est expérimentée pour le moment surtout dans des pays comme le Chili et le Pérou, où l'accès à l'eau potable demeure difficile et le brouillard, venant de la mer, régulier (Elle pourrait être expérimentée le long de la Côte des Squelettes en Namibie). Un filet de polypropylène, possédant une résistance aux rayonnements ultra-violets, est tendu horizontalement et maintenu en place par deux montants verticaux fixés au sol, devant intercepter le vent dominant. Lorsque les nuages rencontrent des capteurs de brouillard sur leur passage, les gouttelettes d'eau qu'ils contiennent se déposent sur les mailles du filet. L'eau est ensuite acheminée dans des canalisations, par l'intermédiaire de gouttières placées en dessous du filet, avant d'être stockée dans un réservoir. Les mailles de polypropylène des filets parviennent, en moyenne, à capter 30% de l'humidité du brouillard, ce qui équivaut à un volume de 17 à 42 litres d'eau par mètre carré de filet installé et par jour. Sources : a) http://fr.ekopedia.org/Filet_capteur_de_brouillard, b) www.naturalaqua.es



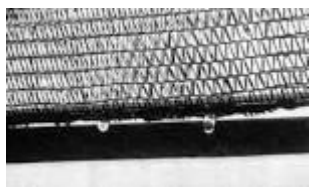
Des capteurs de brouillard au Pérou.



Un filet à brouillard installé dans le village de Danda Bazzar (Népal), à 2130 mètres d'altitude. Les filets alimentent trois réservoirs de 1000 litres.



Filet a nuage au Chili

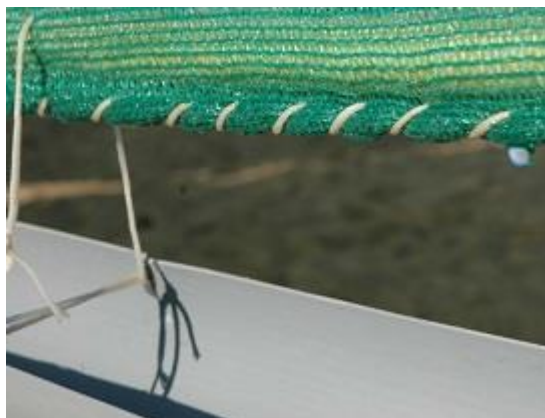


Vue de la goulotte qui recueille l'eau condensée.

La gouttière ou goulotte permettant de récolter l'eau gouttant le long du filet, <http://creatingwater.nl/fotos-tacna-project/> →



A20. Filets capteur de brouillard (ou filets à nuages ou à rosée) (suite et fin)



La gouttière ou goulotte (grise) récoltant l'eau gouttant du filet,
<http://creatingwater.nl/fotos-tacna-project/>



© Association Dar Si Hmad pour le développement, l'éducation et la culture (Maroc),
<https://terriermichel.wordpress.com/2014/05/07/vi-site-aujourd'hui-dune-installation-experimentale-de-recuperation-deau-du-brouillard/>



Attrape-brouillard à Tenerife, pour l'alimentation en eau d'une étable, Source image :
<http://www.clubdesargonautes.org/faq/arbrefontaine.php>



Source : Natural Aqua (Canaries),
http://www.econostrum.info/Natural-Aqua-se-lance-dans-les-panneaux-attrape-rosee_a215.html



Le projet est composé de 600 m² de filets capteurs, deux citernes de 500 m³, un puits de forage, 9.000 m de canalisation et 20 branchements domestiques, au sommet du Boutmezguida (Maroc). Source :
<http://www.lematin.ma/journal/2015/pour-remedier-au-manque-d-eau-sidi-ifni-moissonne-le-brouillard/226280.html>



Il faut que les filets soient solidement arrimés au sol.
Des filets à nuages sur la crête d'El Tofo (Chili) [un mauvais choix], Stephen Dale, IDRC,
<http://www.idrc.ca/FR/Resources/Publications/Pages/ArticleDetails.aspx?PublicationID=686>

A21. Les projets contribuant à reverdir les déserts

Parmi les plus beaux projets de reforestation du désert, sources d'inspirations, sont ceux du désert du Néguev (*à condition de ne pas épuiser les ressources en eau*).

Reverdir le désert du Néguev : (Israël)



Reverdissement du désert du Néguev, en Israël. Source :

<http://www.fotothing.com/hs/photo/1cfd323a8ed9d8a67ce21cd14aa00085/>



La forêt de Yatir, la plus grande forêt en Israël, à la limite du désert du Néguev. Source :

<http://www.kkl.org.il/eng/forestry-and-ecology/afforestation-in-israel/turning-the-desert-green>



Le réservoir de Yatir. Photo: Albetros, KKL-JNF Photo Archive. Source : <http://www.kkl.org.il/eng/forestry-and-ecology/afforestation-in-israel/turning-the-desert-green/>



Niveau d'eau maximum derrière les digues après la crue. (système des limans israéliens). Vidéo Water Harvesting in the Negev.



Water Harvesting in the Negev, <https://www.youtube.com/watch?v=tjBugtV8GHc>



L'eau de la crue s'infiltré progressivement dans le sol. (système des limans israéliens) Vidéo Water Harvesting in the Negev.

A21. Les projets reverdissant les déserts (suite)

Reverdifier le désert du Négev (Israël) (suite) :



Système des limans israéliens.
Vidéo « *Growing Forests in the Desert* » sur Youtube



Système des limans israéliens.
Vidéo « *Growing Forests in the Desert* » sur Youtube



Vidéo « *Growing Forests in the Desert* » sur Youtube



← ↗ Systèmes de demi-lunes pour retenir l'eau des crues dans le désert. Vidéo « *Growing Forests in the Desert* » sur Youtube.



↑ Forêts plantées (en **vert foncé**) et corridors écologiques (en **vert clair**) créés en Israël (projet NOP 22).



Vidéo « *Growing Forests in the Desert* » sur Youtube



Collines de Ruhama



Forêt plantée et terres agricoles



Plantations à feuilles larges, terrasses à Yatir.

A21. Les projets reverdissant les déserts (suite)

Reverdifier le désert du Néguev (Israël) (suite et fin) :



Vigne en plein désert du Néguev. Source : <http://www.greenprophet.com/2012/03/climate-change-wine/>

Plus de 400 limans ont été créés dans le désert du Néguev.



Boisement dans la zone semi-aride de la Forêt de Hiran entre 1998 et 2008
<http://www.kkl.org.il/eng/files/forests/afforestation-israel/UNFF-Afforestation-Israel.pdf>



Arbres du FNJ (Jewish National Fund) dans un liman du Néguev. Source : David Shankbone / Wikimedia.
<http://revolve.media/blueprint-negev-and-the-prayer-plan/>



Oryx au kibbutz Yotvata, désert du Néguev.
<http://www.fotosearch.fr/ICN003/f0026834/>



La forêt de Lahav (sud d'Israël) au printemps.
Photo: Tania Susskind

<http://www.kkl.org.il/eng/about-kkl-jnf/green-israel-news/march-2013/german-states-forest-lehavim/>



Un liman israélien.

Les oasis et les oueds sont un gîte pour des bosquets d'arbres qui fournissent une ombre bienvenue aux personnes et aux animaux,

http://www.kkl.org.il/eng/files/forests/tma/TAMA22_eng.pdf

A21. Les projets reverdissant les déserts (suite et fin)

Autres déserts :



Désert de Kubuqi dans le nord de la Chine.

http://www.panoramio.com/user/4733352?photo_page=11&comment_page=1



Reforestation sur le plateau de Loess (Chine),

<http://www.virgin.com/unite/news/battling-encroaching-desert-part-2>



Reverdifier le désert à Nuweiba, Sud du Sinaï, Egypte,
<https://habibaorganicfarm.wordpress.com/>



Projet de Permaculture dans la vallée du Jourdain (alias "Greening the Desert" (les séquelles)),

<http://permaculturenews.org/2011/05/04/dispatch-from-the-jordan-valley-permaculture-project-aka-greening-the-desert-the-sequel-april-2011/>



Plantation d'asperges bio à **Fundo Fangelica** près de **Chincha** (Pérou),
<http://www.advanceconsulting.nl/news/1542/2012/09/greening-the-peruvian-desert>

← Photos Avant/Après : terre aride récupérée par le contrôle du pâturage des troupeaux,
<http://science-pope.com/2013/03/reverse-climate-change-with-mobile-desert-meat/>



A22. Création de variétés alimentaires résistantes au sels

- Des instituts comme « **Salt Farm Texel** », au Pays-Bas, etc. essaient de créer des variétés résistantes au sel : pommes de terre, carottes, betteraves, tomates ...
- On peut, malgré tout, s'attendre à des rendements plus faible qu'en agriculture conventionnelle.

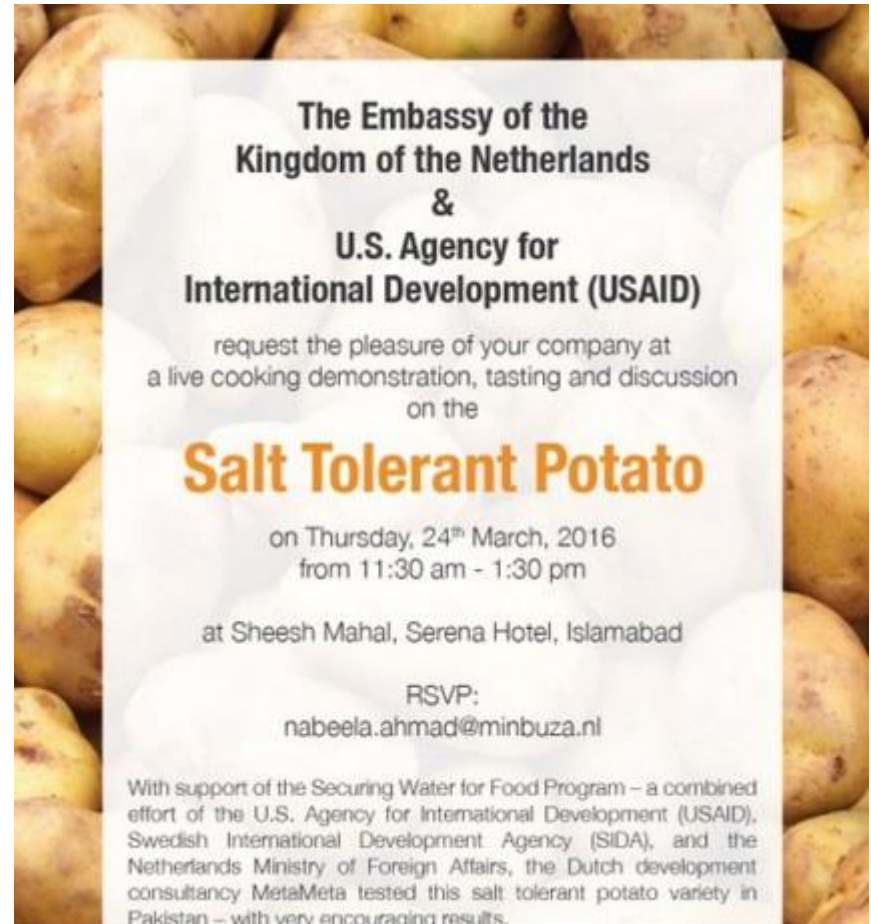
Sources : a) <http://www.saltfarmtexel.com/>, b) <https://twitter.com/SaltFarmTexel>, c) Emission Xenus, Que faire contre la faim dans le monde ?, ARTE-WDR, 2015.



Carottes poussant avec un taux de salinité de 12 dS/m ↑



Essais de variétés de pommes de terre résistantes au sel, au Pakistan. Source : <https://twitter.com/SaltFarmTexel>



Source : <https://twitter.com/SaltFarmTexel>

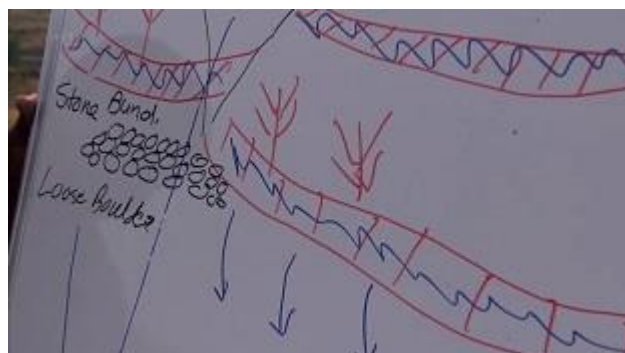
A23. Projet Watershed Organization Trust (WOTR) (Inde)

Lieu d'implantation : Javele Baleshawar (38 familles, 330 ha), Peter Weinert, Sangar Jao Jodai et Usar ou Ivar Bazar, 240 familles, 900 ha, Inde, centre ouest.

Watershed Organization Trust (WOTR), Chispino Labo, président de WOTR.

Source : a) <http://www.wotr.org/>, b) <http://www.3sat.de/page/?source=/ard/themenwochen/178089/index.html>

c) Vidéo sur le projet : *Pluie bénie, Des villages indiens face à la sécheresse*, Documentaire - 44 min, Réalisation : Peter Weinert, <http://www.arte.tv/guide/fr/045948-000-A/pluie-benie>



← ↖ Préparation
du projet ↓



Enclos de pierre et blocs en vrac

A23. Projet Watershed Organization Trust (WOTR) (Inde) (suite)

Le creusement d'un puits coûte environ 3000 €. Les paysans, cultivant le millet etc, ne souffrent plus de la faim, grâce aux excédents de récolte.

Grâce au projet, la profondeur de la nappe phréatique est repassée de -25 m à -10 m. Grâce au projet et à l'argent que les récoltes abondante ont généré, tous les enfants vont à l'école, avec pourtant une région avec une pluviométrie de 300 à 400 mm/an. Usar ou Ivar Bazar : 240 familles, 900 ha, 1 millions arbres, 50 barrages. Parmi la diversification des cultures : Champs de fleurs, vergers de grenadiers



Creusement de sortes de baissières.



↑ Plan de la préparation du terrain : baissières, réservoirs, canaux d'irrigation etc. →



Remplissage des baissières à la saison des pluies.



← Dessin des barrages (johads, retenues ...), des gabions (casier constitué de solides fils de fer tressés et rempli de pierres, pour construire des murs de soutènement,

A23. Projet Watershed Organization Trust (WOTR) (Inde) (suite)



Succession de petits barrages

Questions à poser aux agriculteurs intéressés à participer au projet :
Superficie exploitation, caractéristiques, emplacement alimentée en eau nappe
phréatique, nombre animaux, espèces élevés, composition famille.

Lors de l'élaboration du projet, l'ONG, qui apporte ses conseils, ne doit pas imposer des décisions unilatéralement aux paysans. La règle : chercher à convaincre les agriculteurs.

Construction de de puits, de réservoirs,
barrages en pierre consolidé et mortier,
nécessitant la présence d'experts.



Vérification du barrage.



Citerne



Puits

Johad
(levée
de
terre)
→



A23. Projet Watershed Organization Trust (WOTR) (Inde) (suite et fin)



Creusement de la baissière ou du canal.

Sans lunette ou jumelle de chantier, on peut mesurer l'altimétrie et la planimétrie pour les ouvrages à réaliser (baissières, canal d'irrigation ...) avec ce dispositif simple (à niveau d'eau et vases communicants (?)). On pourrait aussi le réaliser avec le compas égyptien.



Plantation des arbres



Irrigation par le goutte à goutte.



Plantation des arbres



← Plantation de grenadiers