

Nouveaux systèmes de culture pour la production agro-forestière en milieu désertique par l'utilisation d'eaux usées urbaines phytoépurées: l'installation pilote - expérimentale de Brézina (Algérie)



*Department of Forest Environment and Resources
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse*

Prof. Paolo De Angelis

Dr. Sara Da Canal

Dr. M. Cristina Monteverdi

Dr. Lucia Perugini

M. Federico Chiani



*Laboratoire de Recherche sur les Systèmes
Biologiques et la Géomatique (LRSBG)
Université de Mascara, Algérie*

Dr. Hocine Larbi

Dr. Ali Miloudi

Dr. Mohamed Benslimane

Dr. Zahira Souidi

INRF

Institut Nationale de Recherche Forestière - Alger

Dr. Abdellah Nedjahi

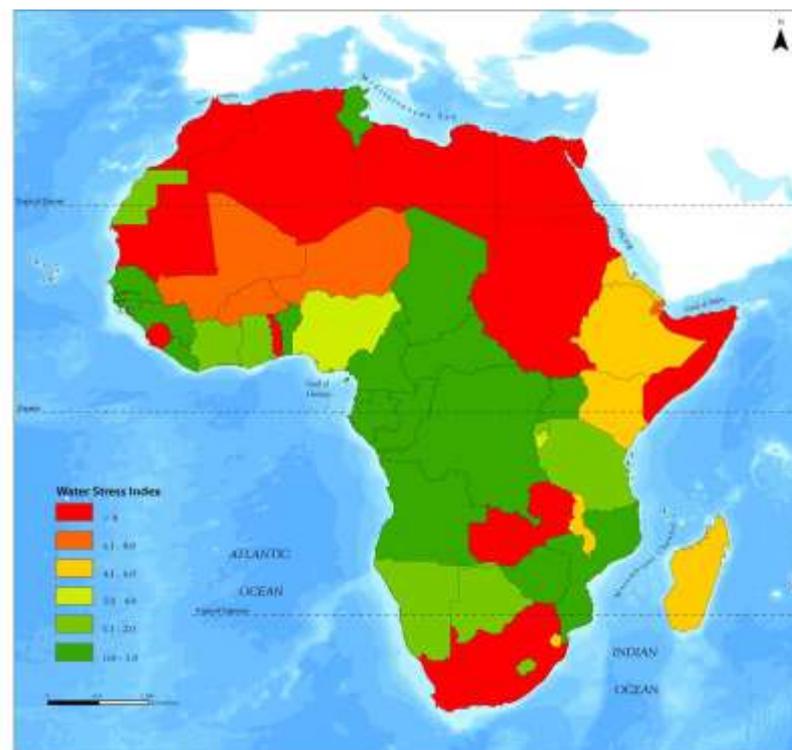
Dr. M. Khemici

Dr. L. Makhoulouf

M. Abdel Salem Morsli



- Le 80% du territoire algérien (environ 1.9 million de kilomètres carrés) est caractérisé par un régime demis-aride or aride
- Le 91% de la population vive sur la côte.
- Mais environ 3.1 million des habitants sont dispersés dans les régions du sud et vivent grâce aux oasis.



Water stress in Africa – AFRICA: Atlas of Our Changing Environment, UNEP

LA DÉGRADATION DES OASIS EST PRODUITE PAR L'ACTION COMBINÉE DES EFFETS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES.

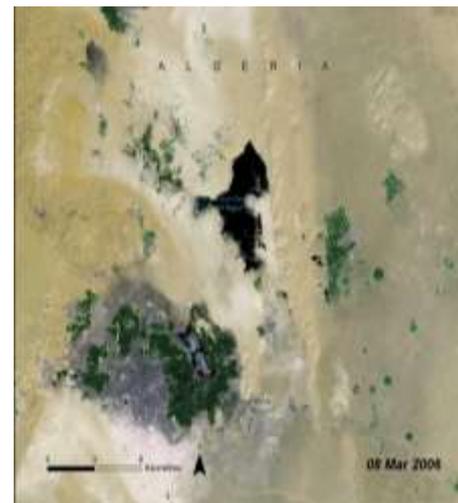
Facteurs biotiques :

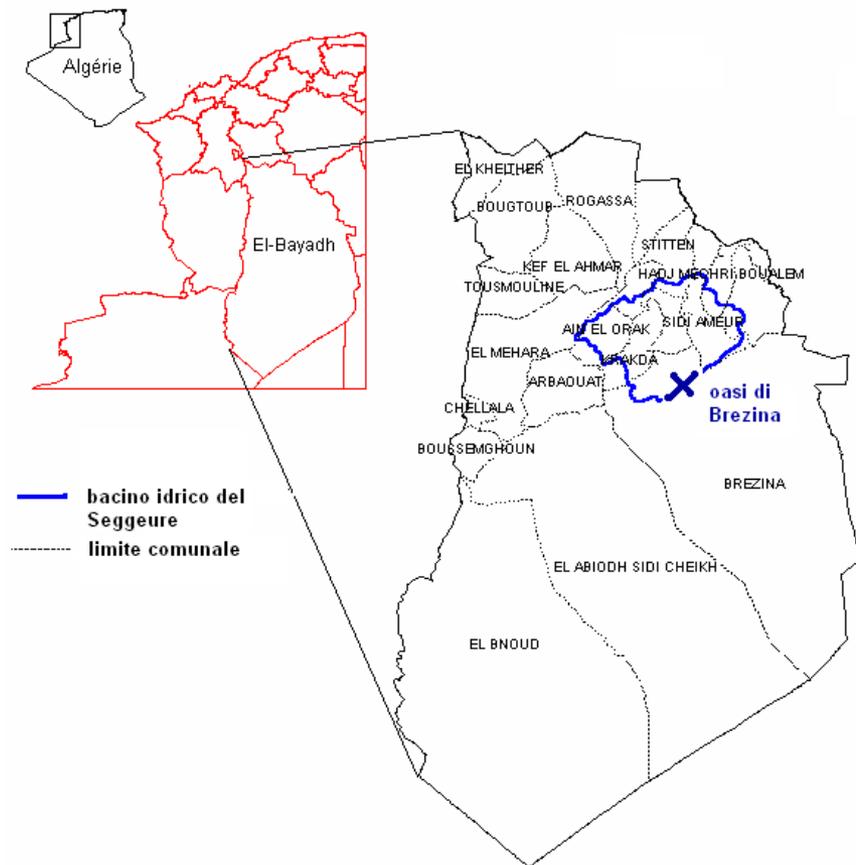
- Accroissement démographique
- Surexploitation des ressources naturelles
- L'utilisation des nouvelles technologies pour la production agricoles (i.e. pivot) et pour l'aménagement (i.e. barrages et bassins de rétention) sont en train de détruire l'organisation traditionnel des oasis

Changements climatiques :

- Températures élevées et persistantes
- Précipitations réduites
- tempêtes de sable en numéros croissantes

- Baisse du niveau de la nappe
- Surexploitation du couvert végétal par les pâturages
- Risques de pollution de la nappe
- Salinité
- Dégradation du sol

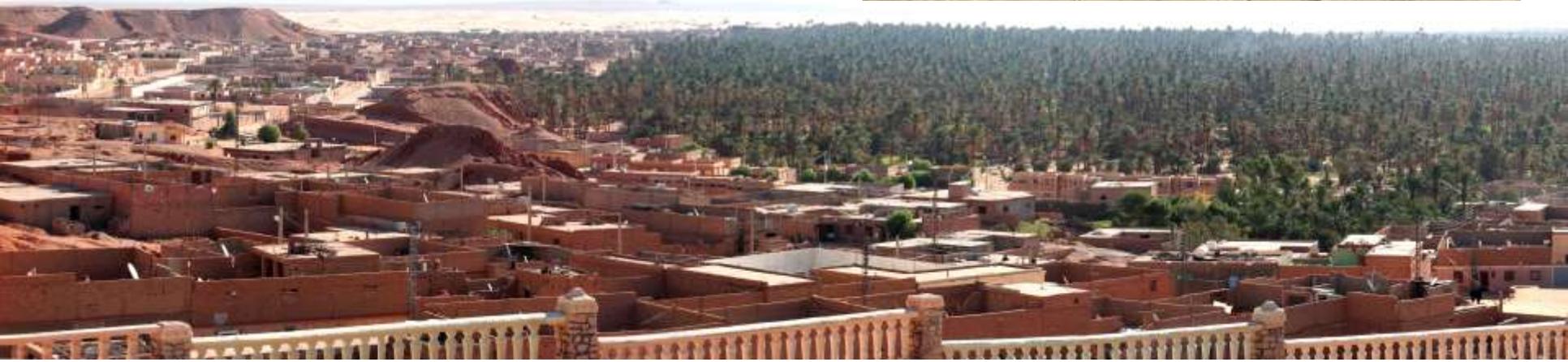




Oasis de Brézina

33° 6'N, 1° 15'E, 800m s.l.

- 12,000 habitants, 75 ha d'urbanisation
- 174 ha de palmerie dont le 30% est cultivé
- Le climat est aride avec une température moyenne de 20° C. La variation journalière de température est de 11° C. Les précipitations sont inférieurs à 100 mm par an, avec une humidité relative du 40%. La radiation solaire moyen est de 4.6 kWh/m². La vitesse du vent peut rejoindre le 5.9 m s⁻¹ pendant les tempête de sable du moi d'avril
- Le oued Seggueur est la majeur ressource en eau de l'oasis



problèmes de l' oasis de Brézina



- » La baisse du niveau de la nappe est due respectivement à la croissance de la population de la ville et à la retentions excessive du barrage du Seggueur
- » Vieillesse de la palmeraie
- » Risque de pollution de la nappe pour l'abandon des eaux usées non traitées

Comment réduire le risque de contamination des eaux souterraines ?



Développer des ressources en eaux non conventionnelles :

- ✓ récupération des eaux usées
- ✓ système naturel de traitement des eaux usées
- ✓ réutilisation des eaux usées traitées

MODULE D'INTERVENTION

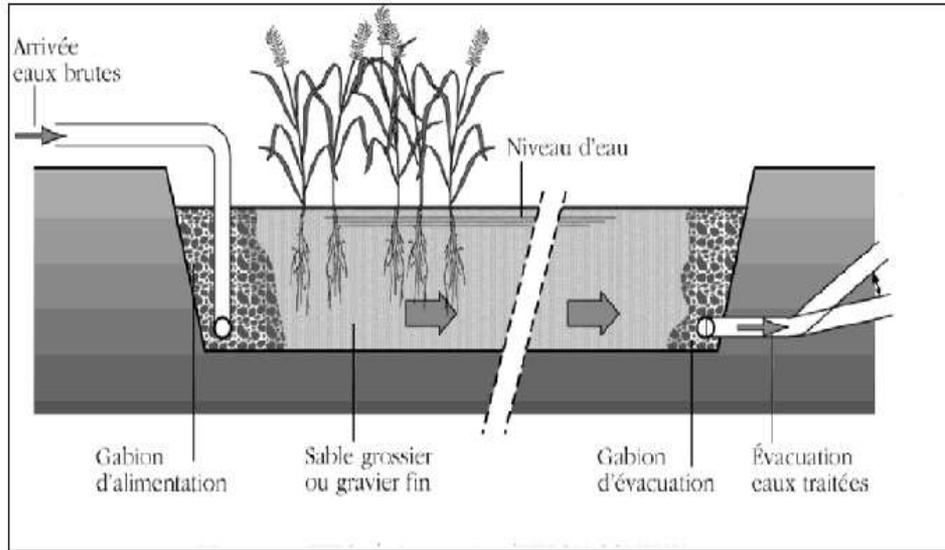
Comment développer les oasis sans détruire l'écosystème des palmeraies ?



Améliorer les systèmes d'agroforesterie :

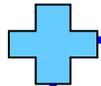
- ✓ réutilisation des terres dégradées
- ✓ créations de protections contre les vents de sable
- ✓ protection du terrain
- ✓ reboisement avec essences végétales locales choisies pour leur valeur écologique et économique
- ✓ séquestration du dioxyde de carbone

épuration des eaux usées



Les marais artificiels utilisés pour le traitement des eaux usées sont constitués d'un lit de sol ou d'un autre milieu qui est inondé, l'environnement étant ainsi propice à l'établissement de plantes adaptées aux conditions de sol saturé et produisant un important réseau de racines dans le milieu. Le traitement des eaux usées s'effectue au moyen d'une combinaison de processus physiques, chimiques et biologiques, incluant la sédimentation, la précipitation, l'adsorption sur les particules de sol, l'assimilation par les plantes et les transformations microbiologiques.

L'énergie nécessaire pour cette transformation vient du soleil donc est totalement renouvelable.



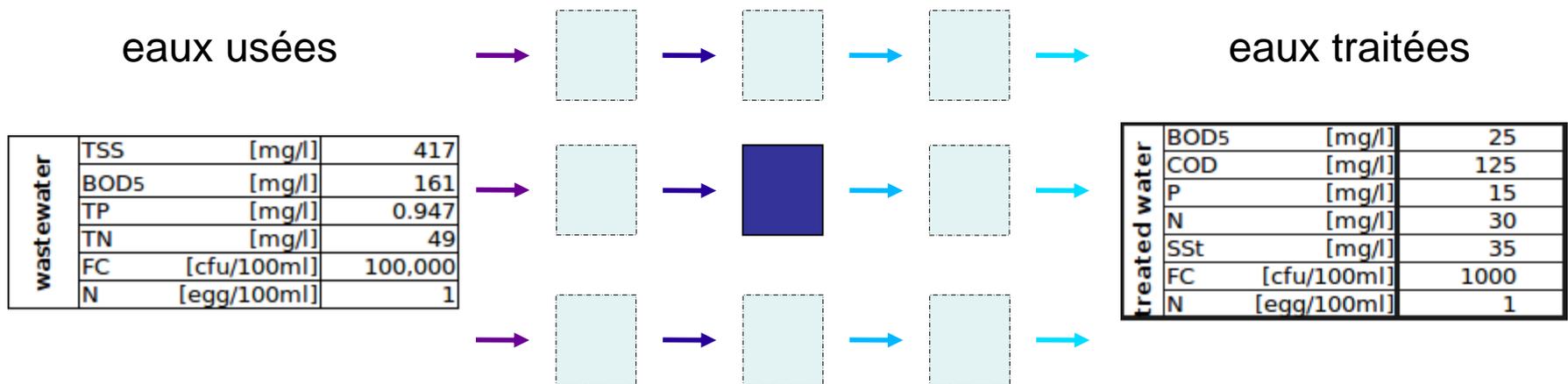
- Bon rendement de traitement
- Tolérance à la fluctuation du débit et de la concentration polluante
- Réalisation simple et économique par rapport au système traditionnel
- Entretien facile
- Coût énergétique très contenu

- Grandes surfaces requises
- Difficulté de conception biologique et hydraulique
- Moustiques
- Evapotranspiration forte
- Pertes par infiltration possibles

élément de traitement des eaux usées

Chaque élément de traitement des eaux usées est composé par une marais artificiels à écoulement de surface avec trois cellules en série:

- CELL 1: Vasque de sédimentation primaire avec un niveau de l'eau jamais supérieur de 30 cm. Les plants sont émergèâtes avec une densité de 90% .
- CELL 2: Vasque de digestion anaérobie avec le niveau de l'eau jamais supérieur a 60 cm. Les plants sont flottant avec une densité du 20% .
- CELL 3: Vasque de sédimentation primaire avec un niveau de l'eau jamais supérieur de 30 cm. Les plants sont émergèâtes avec une densité de 90% .
- WSTR (Water Storage Treatment Reservoir): bassin de rétention hivernal



- L'extension de la plantation est limitée par la disponibilité des eaux usées traitées
- Les essences végétales de la plantation sont choisis pour les caractéristiques écologiques et les propriétés économiques
- La participation active de la population locale est très importante pour le succès du projet

sélection des espèces végétales - 1

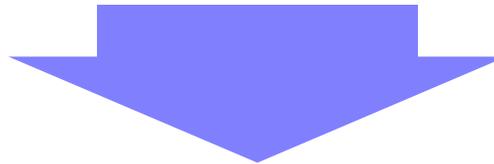
	Distribution in Algeria	Root system	Growth rate	Drought resistance	Salinity resistance	note
→ <i>Tamarix spp.</i>	native	deep/shallow	fast	good	high	dune stabilization
<i>Pinus halepensis</i>	native	deep	medium	high	medium	pioneer specie
→ <i>Argania spinosa</i>	Morocco	deep	slow	high	medium	
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	naturalized	deep	fast	high	good	
<i>Ceratonia siliqua</i>	native	deep	medium	high	high	pioneer specie
<i>Acacia spp.</i>	native	deep/long	fast	high	medium	<100mm rain
<i>Pistacia atlantica</i>	native	deep	slow	high	high	
<i>Gleditsia triacanthos</i>	naturalized	medium/deep	fast	low	low	
<i>Prosopis juliflora</i>	naturalized	medium	fast	high	medium	
→ <i>Atriplex spp.</i>	native	medium	fast	high	high	
→ <i>Prunus armeniaca</i>	naturalized	deep	slow	low	low	
<i>Punica granatum</i>	naturalized	deep	medium	medium	medium	
<i>Olea europaea</i>	native	medium/deep	medium	good	medium	

sélection des espèces végétales - 2

	Biomass for energy generation	Environmental uses	Material	Food Medicine Social use	Carbon storage	Forage	R&D
→ <i>Tamarix spp.</i>	++++	++++	0/+++	0	++++	+++	++++
<i>Pinus halepensis</i>	+++	+++	+++	0	+++	0	++
→ <i>Argania spinosa</i>	++	+++	?	++++	+	++++	+++
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	+++	++++	0	++	++++	++++	+++
<i>Ceratonia siliqua</i>	++	+++	++	+++	++	++++	+++
<i>Acacia spp.</i>	++++	++++	0/++	0/+	++++	++++	++++
<i>Pistacia atlantica</i>	++	+++	+++	++	+/++	++	++
<i>Gleditsia triacanthos</i>	+++	+++	0	++	+++	0	+
<i>Prosopis juliflora</i>	+++	++	0	0	++++	+++	+
<i>Atriplex spp.</i>	++	++	0/+	0/+	+++	+++	++
<i>Prunus armeniaca</i>	0/+	+++	0/+	++++	+	0	+++
→ <i>Punica granatum</i>	0/+	++	0/+	++++	+	0	+
→ <i>Olea europaea</i>	0/+	++	0/+	++++	++	0	+

- Convention des Nations Unies pour les Changements Climatiques (UNFCCC)
- Convention des Nations Unies pour lutte contre la désertification (UNCCD)
- Convention pour la biodiversité (CBD)

Les trois Conventions Internationales sont des instruments légales nés pour aider les différentes pays de la terre à combattre les effets d'une gestion pas durable de l'environnement.



**Mécanismes de Développement Propre (MDP) forestier
prévus par le Protocole de Kyoto**

Éligibilité de la nation hôte :

- l'Algerie a ratifié le Protocole de Kyoto, désignée une autorité national pour le MDP mais n'a pas encore déposé à l'UNFCCC une définition national de forêt

Éligibilité des activités :

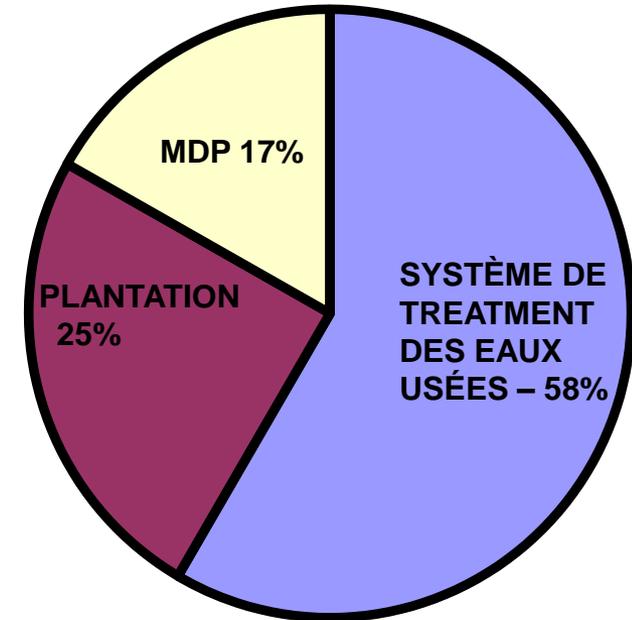
- Le projet de reboisement est

Éligibilité du site :

- Le site sélectionné ne a pas été recouvert de forêt depuis 1990

Estimation des crédits de carbone est basée sur une période de 20 ans avec les hypothèses suivantes :

- null baseline ;
- null leakage;
- Le stock de carbone a été évalué en utilisant le "Gain-loss method";
- Les émissions GHG sont évaluées en utilisant le "bottom up method.



Répartition de coût initial

HYPOTHÈSE 2

41 200 tCO₂
CER

HYPOTHÈSE 1

41 900 tCO₂
CER

HYPOTHÈSE 3

44 770 tCO₂
CER



Le traitement des eaux usées est une condition fondamentale pour le développement durable des oasis

Les marais artificielles donnent une intéressante alternative de traitement des eaux usées urbaines en donnant une qualité conforme avec les limites d'irrigation restreinte, définis par l'Organisation Mondiale de la Santé.

L'utilisation des ressources en eaux non conventionnelles promu : la récupération des terres dégradées, la réduction de l'érosion éolienne, l'amélioration du sol, la promotion des économies lies à la production de bois et des outre produit forestier et, en fin, le recrutement de man d'œuvre local pour l'entretien du système de traitement des eaux usées.

Les MDPs forestiers deviennent intéressant pour la promotion du développement local.

Le nombre réduit des installation des marais artificielles dans les régions arides, explique la nécessité de collectionner le plus possible des données à propos des performances chimiques et hydrauliques.

Vérification des conséquences liées ou vent sable.

Vérification de production de l' agroforesterie en conditions extrêmes

Effet de longue période pour la récupération de la palmeraie

Niveau de participation de la population local

La réalisation du projet pilote



Rendez-vous avec les autorités local



Site du projet

Le projet pilote a le but de réaliser, at une échelle réduite, tous les éléments qui composent le système réel.

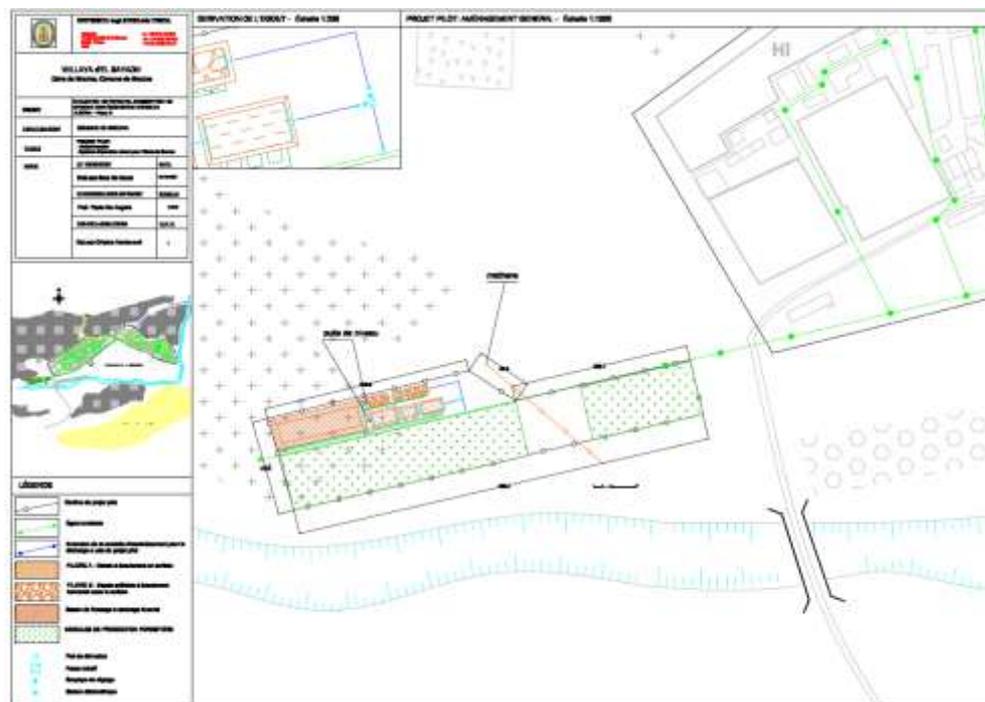
En plus, le projet pilote donne la possibilité de mettre en comparaison différentes solutions techniques pour le traitement naturel des eaux usées et différente essences végétales pour l'agroforesterie.

Le traitement des eaux usées

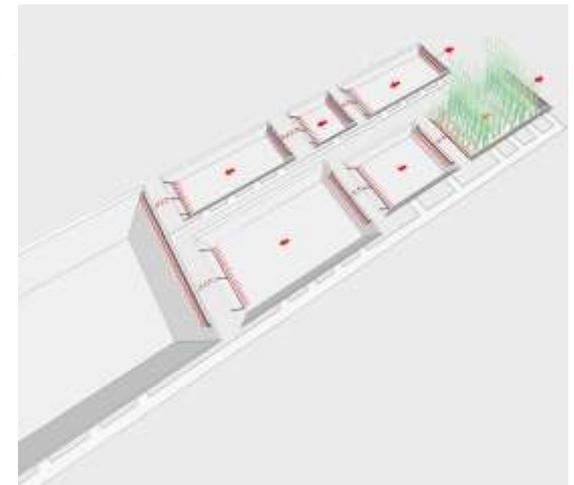
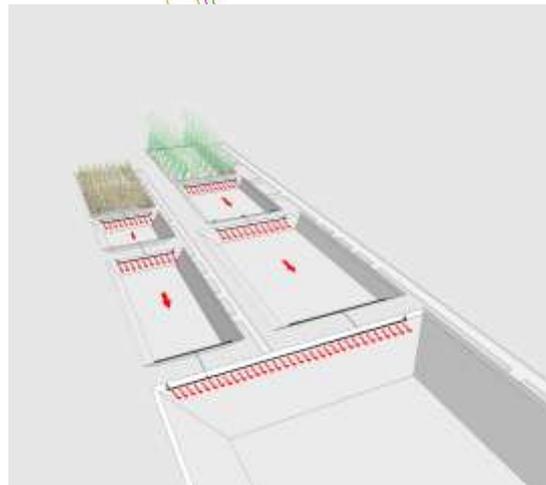
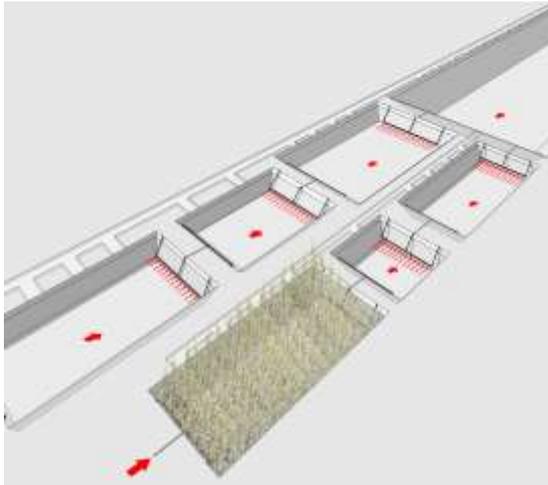
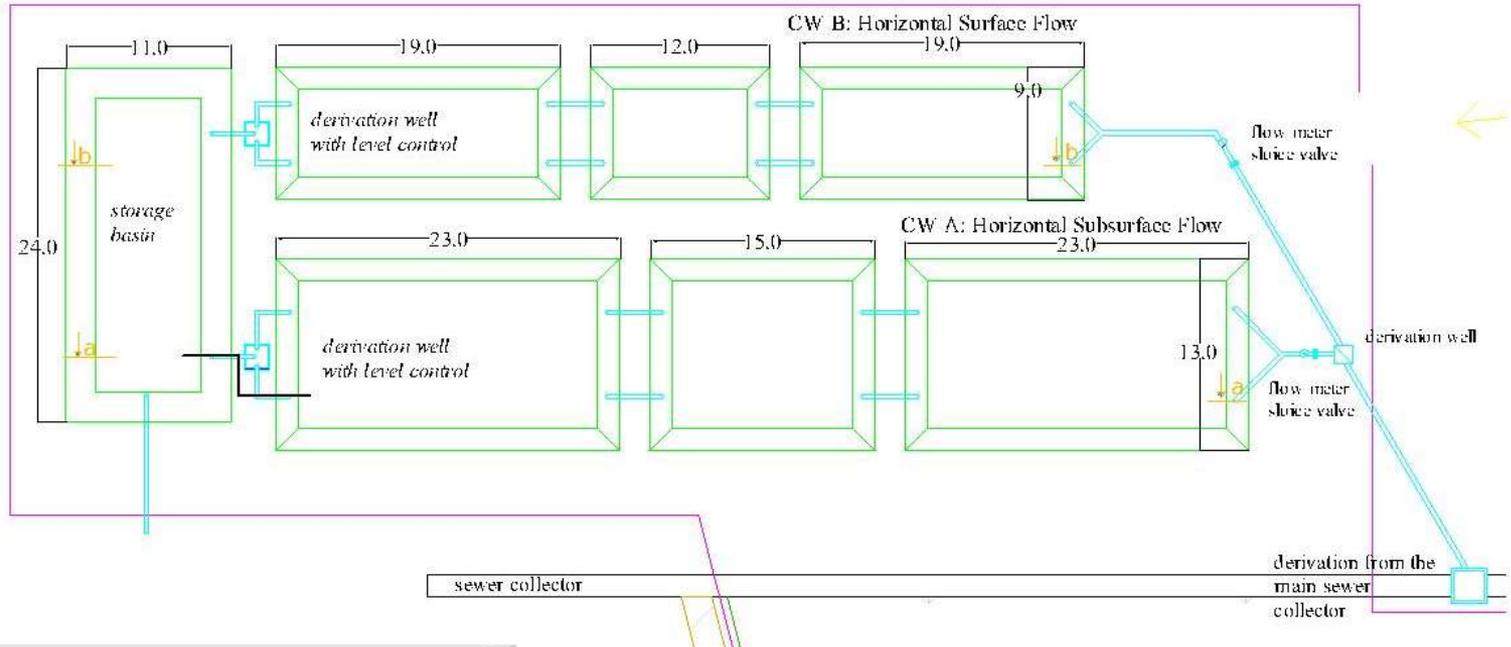
- débit de 30 m³/jour
- il y a deux systèmes parallèles de traitement : une marais artificielle à écoulement horizontal superficiel et l'autre à écoulement sub-superficiel

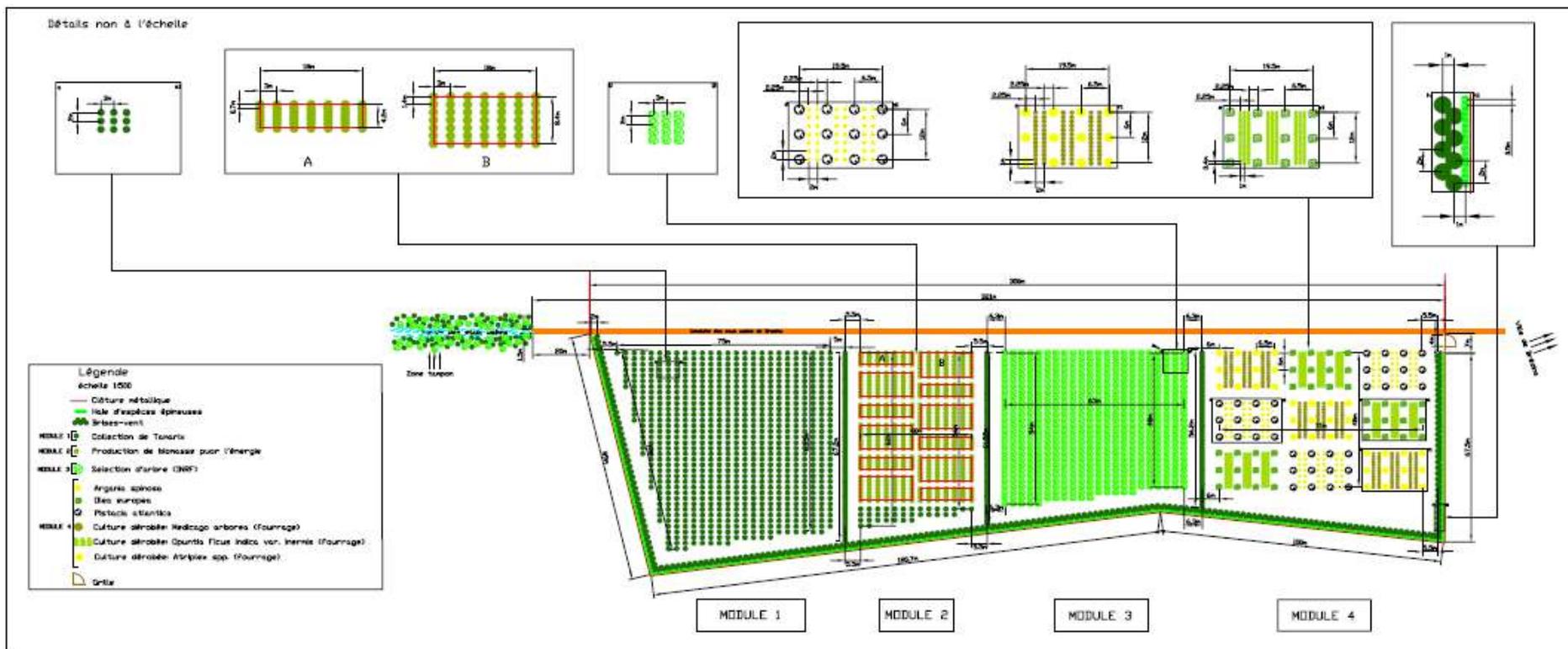
Agroforesterie :

- Essences (bois et forage)
- Densité (biomass)
- Valutaion des genotypes



marais artificielles à écoulement horizontal





Module	Typologie	Surface module (m ²)	Surface de culture (m ²)
1	Collection germoplasme	6414	4706
2	Biomasse x énergie (SFR)	3647	2502
3	Production bois et fourrage	4978	3519
4	Arganieraie, Oliveraie, Arboretum + intercalaire	5917	2817

Les essences choisies pour l'agroforesterie sont :

1. *La collection de Tamarix* pour effectuer une comparaison entre différentes espèce et population
2. *Une plantation de Tamarix* pour quantifier la production en bois et de bio-ethanol dans un système "short rotation coppice" (SRC).
3. *Une plantation de Elaeagnus angustifolia* pour vérifier la production en bois et évaluer la capacité de récupération des sols salins et dégradés.
4. *Une plantation des essences sélectionnés avec la population* pour l'importance économique et écologique : *Argania spinosa*, *Pistacia atlantica* et *Olea europaea*. La densité de la plantation est de 7m x 6m . Les espaces entre les arbres sont remplies de *Atriplex* spp., *Medicago arborea* et *Opuntia ficus-indica*.









La connexion à la conduite de l'eau du barrage pour l'irrigation de la plantation agro-forestière dans la première phase du développement et d'essais du marais artificiel

L'oasis de Brézina est représentative de plusieurs systèmes oasis de l' Algérie.





**Merci
de votre attention !**

