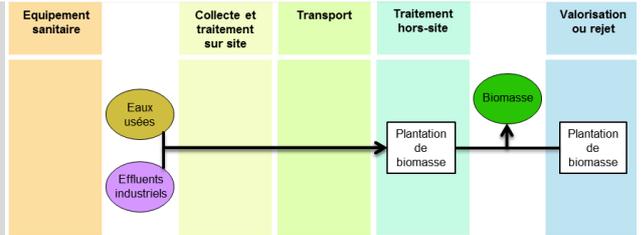


21 Plantation de biomasse

Traitement sur site ou hors-site

Juin 2015



Informations générales

L'appellation « plantation de biomasse » ou « plantation de biomasse à courte rotation » désigne une culture intensive, destinée à un usage autre que l'alimentation humaine ou animale. La plus répandue de ces cultures est la production d'arbres ou d'arbustes à croissance rapide pour la production de bois destiné au chauffage ou aux centrales thermiques.

La biomasse produite peut être utilisée à d'autres fins comme la construction en roseaux, cannes, bambous ou la fabrication de pâte à papier avec l'épicéa ou l'eucalyptus. Il peut exister, par ailleurs, des productions à haute valeur ajoutée comme la production de racines de véti-vers, une plante tropicale, utilisée pour l'extraction d'essences, à des fins de parfumerie.

Dans cette fiche technique l'appellation « plantation de biomasse » désigne la pratique qui consiste à combiner le traitement des eaux usées avec une plantation de biomasse appelé « à courte rotation », car collectée régulièrement.

La technologie de traitement des eaux usées en filtre planté peut être conduite comme une plantation de biomasse mais sans nécessairement assurer l'imperméabilisation du casier et sans l'utilisation de sable ou de gravier pour la filtration. Toutefois, la conduite en filtre planté nécessite de choisir, au lieu du roseau, une plante ligneuse à croissance rapide pouvant être valorisée pour la production d'énergie ou pour la construction.

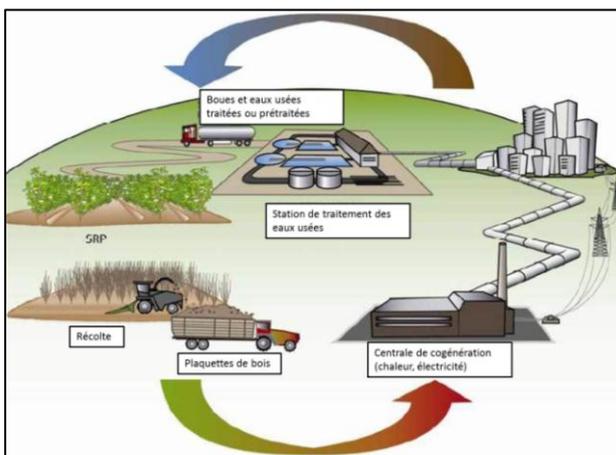


Figure 1: Schéma de principe montrant une des manières de combiner le traitement des eaux usées et la plantation de biomasse pour la production de bois destiné au chauffage ou aux centrales thermiques (source: BIOPROS, 2008).

Autres noms: Taillis à courte rotation, zone de biomasse

En anglais:

Short rotation plantation, short rotation coppice (SRC), non-food and non-fodder agriculture, short-rotation woody crops, biomass or bioenergy plantation culture, energy forestry

Impacts et durabilité

Critères de durabilité	Appréciation*
Protection de la santé	+++
Protection de l'environnement	+++
Facilité de mise en œuvre	++
Robustesse de la technologie	+++
Facilité d'exploitation, d'entretien et de maintenance	++
Coûts et bénéfices	+++
Facilité d'intégration dans le contexte socioculturel et institutionnel	+++

* +++: Point fort de la technologie, ++: moyen, +: faible



Figure 2: A gauche: Conduite en PVC de distribution de l'eau traitée traversant une plantation de biomasse en Espagne (source: ttz, 2006). A droite: Opération de récolte dans une plantation de saules et peupliers à des fins énergétiques (source: European Biofuels Technology Platform).

Principes de base

- L'application des eaux usées et des boues résiduaires à une plantation de biomasse offre l'opportunité d'un traitement des eaux usées à faible coût, d'une réutilisation saine des eaux usées et des boues résiduaires et d'une production efficace et rentable de biomasse.
- Pour assurer la durabilité du procédé plantation de biomasse, les eaux usées doivent subir un traitement primaire. Dans certains cas où la nature du sol et la profondeur de la nappe le permettent, l'eau usée brute peut être utilisée directement si la réglementation le permet.
- Dans le cas particulier d'un recours à l'irrigation localisée, un traitement secondaire pourrait s'avérer nécessaire pour éviter le bouchage des distributeurs par les matières en suspension et par le



développement du biofilm. Dans ce cas, la technologie plantation de biomasse devient plus une technologie de valorisation et de traitement tertiaire à appliquer dans des sites sensibles.

- La combinaison d'une plantation de biomasse avec le traitement des eaux usées permet d'éviter le recours à l'irrigation conventionnelle et à l'apport d'engrais minéraux du commerce.
- L'apport des nutriments peut en partie être satisfait par l'application des eaux usées et des boues résiduaires.
- L'application de l'approche de l'OMS de 2006 à la plantation de biomasse montre que la barrière traitement n'a pas beaucoup d'importance car les plantes ne sont consommées ni par l'homme ni par les animaux. Elles sont, de plus, transformées avant utilisation (production de bois, de papier etc.).
- La zone d'application des eaux usées et des boues doit, cependant, être protégée à l'aide d'une clôture pour interdire l'accès au public afin d'ajouter une barrière supplémentaire.
- La plantation de biomasse utilisant des arbres à forte croissance comme le saule et le peuplier avec des coupes effectuées à intervalles courts (2 à 8 ans) repose sur un apport massif d'eau.
- Le bois produit peut être utilisé comme source renouvelable de carburant propre destiné au chauffage et à la génération d'électricité.
- Les roseaux, cannes ou bambous peuvent être utilisés en construction pour l'artisanat.
- Les espèces sylvicoles recommandées pour une utilisation à des fins énergétiques doivent posséder la capacité de se régénérer après une coupe à partir des seules racines ou tiges. Elles doivent, en plus, avoir une croissance rapide et un rendement élevé en termes de matières sèches.

Conditions d'application

- L'intérêt d'une plantation de biomasse est encore plus grand pour les pays en développement situés dans les zones arides où l'eau est rare et les moyens consacrés au traitement des eaux usées et des boues résiduaires sont insuffisants voire non disponibles.
- La technologie plantation de biomasse peut être appliquée si le terrain agricole est disponible à proximité de la zone de production et de collecte des eaux usées. L'éloignement du site constitue une contrainte technique et économique.
- Le sol du site retenu pour la plantation de biomasse doit être fertile pour soutenir la croissance rapide des espèces d'arbres choisis.
- La technologie plantation de biomasse ne doit pas entrer en concurrence pour l'occupation des sols avec la production agricole destinée à l'alimentation humaine ou animale.

Options possibles de valorisation

Il s'agit précisément d'une méthode de valorisation.

Chiffres clés

Dimensionnement/Conception	La quantité d'eau usée ou de boue à appliquer dépend du type de sol, de l'arbre ou d'arbuste choisi et du climat.
Coûts d'investissement	Selon le coût du terrain, le prétraitement et le traitement primaire (si nécessaire), ainsi que le système d'irrigation retenu.
Coûts d'exploitation	Variables, mais généralement faibles sauf en cas de pompage. Le coût d'exploitation peut être couvert par une partie du revenu généré par la plantation.
Durée de vie	> 20 ans

Conception et construction

- Les substrats applicables à une plantation de biomasse sont:
 - L'eau usée domestique contenant des concentrations de nutriments proches de celles pouvant satisfaire les besoins des plantes utilisées.
 - Les boues résiduaires provenant de la décantation de l'eau usée brute ou provenant d'un traitement secondaire des eaux usées (boues activées).
 - L'eau usée des industries agroalimentaires.
 - L'urine et fèces déshydratées collectés séparément.
- Il est important de prendre en considération les besoins de la plante utilisée. Par exemple, le saule et le peuplier ont des besoins peu élevés. Par contre, le bambou et la canne ont des besoins plus élevés en nutriments.
- Les doses d'irrigation doivent être respectées pour éviter les apports excessifs de nutriments. Il est recommandé par ailleurs de doser régulièrement les concentrations des nitrates dans le sol et dans l'eau des canaux de drainage.
- Pour réaliser une plantation de biomasse saine et profitable, une attention particulière doit être portée aux facteurs suivants:
 - Etablir un accord avec l'Agence du bassin hydraulique et les autorités locales.
 - Vérifier si le site est approprié.
 - Vérifier si le système de traitement retenu peut convenablement traiter les eaux usées produites.
 - Respecter les charges de pollution et de nutriments à appliquer pour préserver l'environnement.
 - Choisir un système d'irrigation approprié. Celui-ci doit permettre de minimiser le risque hygiénique, d'assurer une bonne uniformité d'arrosage et de ne pas arroser au-delà des limites de la parcelle de la plantation de biomasse pour éviter la dispersion des eaux usées et l'augmentation du risque sanitaire.
 - Assurer un suivi régulier de l'installation, de ses ouvrages et des performances de croissance de la biomasse ainsi que la surveillance de la qualité de l'eau infiltrée.



Entretien et maintenance

- Etant donné le niveau de spécialisation, il est recommandé de confier la plantation et la gestion sylvicole du site à une organisation ou une société spécialisée.

Conduite du système d'irrigation:

- Après un délai d'environ un an, les plantes peuvent être irriguées avec des eaux usées toute l'année à condition que les hivers soient relativement doux et que le sol ne gèle pas. Les applications des eaux usées immédiatement après la mise en place de la plantation de biomasse conduisent à un système racinaire, paresseux et peu développé. Pour favoriser le développement du système racinaire pendant la première année, il est recommandé de recourir à l'eau conventionnelle, qui est beaucoup moins riche en nutriments. Un système racinaire bien développé favorise la croissance des arbres et renforce leur résistance aux intempéries climatiques (vents forts).
- La possibilité d'une interruption momentanée de l'irrigation avec les eaux usées doit être anticipée par la mise en place d'un système de secours type bassin de stockage, système de traitement simple ou un module de plantation de biomasse dédié à cette action. L'irrigation doit être quotidienne ou permanente après la première année de démarrage de la plantation. Elle doit être arrêtée pendant les épisodes pluvieux pour éviter une infiltration ou un entraînement excessif des nutriments par le ruissellement. Un bassin de stockage des eaux usées s'avère indispensable dans de pareilles conditions.
- Pour éviter la stagnation et la surcharge et assurer une bonne uniformité d'arrosage, le système doit permettre de changer de zone d'arrosage. Ce changement peut être contrôlé manuellement selon la disponibilité des moyens humains et selon le coût de la main d'œuvre si non, il faut examiner la possibilité d'une gestion automatisée du système.

Récolte:

- La récolte est une opération importante dans l'exploitation de la plantation de biomasse. Plusieurs technologies de récolte ont été développées. Elles sont principalement dictées par le modèle de culture adopté (espèce retenue, densité de plantation), par la latitude du projet (Europe du nord ou Méditerranée) et par l'utilisation finale de la récolte (boiserie, granules de bois, pâte à papier).
- L'intervalle entre deux coupes consécutives dépend de la latitude du site du projet. Ainsi on peut noter des différences importantes: 3 à 5 ans pour une plantation de biomasse de saule dans le nord de l'Europe contre 1 à 5 ans pour une plantation similaire de peuplier dans les pays du centre et au sud de l'Europe.
- Pour la plupart des sylviculteurs, qui possèdent des parcelles de petite taille, l'investissement dans les équipements appropriés pour la plantation et la récolte n'est pas justifié; ils doivent recourir à des entreprises spécialisées pour assurer ces deux opérations.

Aspect économique:

- L'avantage économique le plus important à tirer de l'option pour une plantation de biomasse à l'échelle

d'une commune est celui de prendre en charge une partie des eaux usées et des boues municipales. C'est autant d'eaux usées et de boues en moins à traiter par le système conventionnel dont le prix de revient est bien supérieur à celui d'une plantation de biomasse.

- Le revenu pouvant être généré à partir d'une plantation de biomasse, peut revêtir plusieurs formes: i) la vente des plaquettes de bois (brogats) et de granules de bois sur le marché local ou par contrat à long terme avec les producteurs locaux d'énergie; ii) l'utilisation des granules dans des chaudières privées ou des unités de cogénération (avec la vente éventuelle d'électricité et d'eau chaude pour le chauffage central) et iii) pouvoir, par-dessus tout, être rétribué pour les volumes d'eaux usées et de boues pris en charge par la plantation de biomasse.

Aspects sanitaires et environnementaux

- Selon le type de sol et l'éloignement des eaux souterraines, la plantation de biomasse pourrait s'accompagner d'un risque de pollution qu'il s'agit de gérer. Ce risque concerne la contamination des eaux souterraines par les pathogènes, les nitrates et les substances toxiques éventuelles des eaux usées industrielles.
- L'impact sanitaire négatif de cette pratique est réduit étant donné que le contact avec les germes se limite au sylviculteur et ses ouvriers (qui peuvent être protégés efficacement) et que géographiquement, le risque reste contenu dans la seule zone de la plantation de biomasse.
- L'augmentation de la salinité du sol au niveau de la plantation de biomasse peut avoir lieu étant donné les volumes d'eau massifs appliqués. Cet aspect doit être pris en compte au moment du dimensionnement et de la conduite de la plantation de biomasse notamment, l'application à intervalles réguliers de bâchées de lessivage des sels. Le choix d'espèces relativement tolérantes à la salinité est également recommandé particulièrement dans les régions arides et semi-arides.
- Des normes de qualité sont requises pour la réutilisation des eaux usées. Elles font l'objet d'arrêtés gouvernementaux, qu'il s'agit de respecter. En l'absence de réglementation spécifique, les bonnes pratiques doivent être prises en compte pour l'ensemble des activités relatives à l'établissement et la conduite d'une plantation de biomasse (norme nationale de 2002; voir SEEE (2007)).



Figure 3: A gauche: plantation de biomasse hybride coton-essences à bois aux USA (source: Sustainable Forestry); à droite: plantation de biomasse à base de saules au Royaume Uni (source: Biomass Energy Centre).

Acceptabilité

- La plantation de biomasse est bien acceptée par les sylviculteurs et le public parce que le produit n'est consommé ni par l'homme ni par les animaux. La plupart des plantations de biomasse produisent du bois à des fins énergétiques ce qui limite la survie des pathogènes et leur propagation.

Avantages et inconvénients

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de réduire le coût global du traitement des eaux usées dans une localité donnée en déviant une partie de ces eaux, voire la totalité vers les plantations de biomasse. • Permet la production d'une biomasse renouvelable destinée au chauffage et à la production de l'énergie ce qui se traduit par un revenu pour les sylviculteurs, ou la production de produits rentables (p. ex. bambous, vétivers). • Supporte l'économie locale en créant une chaîne de producteurs, de commerçants et de consommateurs locaux. • Augmente la matière organique des sols (généralement faible au Maroc) ainsi que le contenu en nutriments d'où une augmentation de la fertilité des sols utilisés. • Permet de substituer l'eau usée et les fertilisants qu'elle contient à l'eau conventionnelle et aux engrais minéraux du commerce ce qui se traduit par un gain économique non négligeable.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite de grandes surfaces. • Nécessite un encadrement par des experts en eau usée et en sylviculture si les plantations sont de grandes tailles. • Difficulté de respecter les réglementations environnementales nationales en absence d'une réglementation adaptée à cette technologie. • Risque d'une contamination des eaux souterraines et du sol en absence d'une gestion adaptée à l'eau usée et aux conditions spécifiques du site (sol et climat notamment).

Exemples au Maroc

- Au Maroc, des eaux usées traitées sont quelques fois utilisées pour irriguer des oliviers ou autres arbres fruitiers. Le projet GIZ/AGIRE prévoit plusieurs zones de biomasse (Toubkal; Aït Idir, ...) pour valoriser des eaux grises après filtration sur graviers ou des eaux traitées par filtres plantés. Ces zones seront équipées de tuyaux souterrains percés placés dans des tranchées de graviers et dans le sol.
- L'exemple le plus proche est situé en Espagne. Il a été réalisé dans le cadre du projet de recherche BIOPROS à Santa Fe, Municipalité de Grenade, au printemps 2005. Le propriétaire du terrain est un sylviculteur expérimenté dans la production de peuplier avec les eaux conventionnelles et les engrais minéraux du commerce.
- Les autres plantations de biomasse basées sur la fertilisation avec les eaux usées ou les boues résiduaires existent en Europe.

Bibliographie

Les sources suivantes ont été prises en considération:

- (1) SSWM (2013). Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox, <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/reuse-and-recharge/hardware/recharge-and-disposal/short-rotation-plant>
- (2) BIOPROS (2008). Short Rotation Plantations: Guidelines for efficient biomass production with the safe application of wastewater and sewage sludge. Developed with funding from the European Commission BIOPROS research project, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1790>
- (3) Matovic, M. (2013) Biomass Now - Sustainable Growth and Use. Edited by Miodrag Darko Matovic, ISBN 978-953-51-1105-4, Hard cover, 540 pages, Publisher: InTech, <http://www.intechopen.com/books/biomass-now-sustainable-growth-and-use>
- (4) SEEE (2007). Normes de Qualité - Eaux destinées à l'irrigation. Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE), chargé de l'Eau et de l'Environnement, Maroc, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1836>
- (5) WHO (2006). WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater - Volume IV: Excreta and greywater use in agriculture. World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1004>
- (6) Site web de „KUP Netzwerk“ en Allemagne: <http://www.kup-netzwerk.info/de/start.html>
- (7) Base de données photographique de SuSanA <http://www.flickr.com/photos/qtzecosan/collections/>

Mention légale:

- Auteurs: E. von Muench, B. El Hamouri, B. Soudi, M. E. Khiyati, M. Wauthélet, C. Werner
- Mise en forme: L. Herrmann, A. Schroeder
- Dernière mise à jour: Juin 2015, © GIZ/Programme AGIRE

Le présent document fait partie du guide d'assainissement rural et de valorisation des sous produits au Maroc, disponible sur: <http://www.agire-maroc.org> et www.susana.org/library

Tout matériel émanant du Programme AGIRE est librement disponible selon le concept open-source pour un développement des connaissances et une utilisation non-lucrative aussi longtemps que les sources d'information utilisées sont convenablement citées. Les utilisateurs devraient toujours mentionner, dans leurs citations, l'auteur, la source et le détenteur des droits.