

## **Elaboration d'un scénario optimal pour la mise en place d'un périmètre irrigué de réutilisation des eaux usées épurées à Settat (MAROC)**

**Beraud J<sup>1</sup>, Cadillon M<sup>1</sup>, Chibani A<sup>2</sup>, Lacassin JC<sup>1</sup>, Moulay R'Chid M<sup>2</sup>, Zahry M<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> SCP = Société du Canal de Provence et d'aménagement de la région provençale

<sup>2</sup> ADI = Compagnie d'aménagement agricole et de développement industriel

### **RESUME**

*Cet article détaille la méthodologie et les résultats d'une étude réalisée entre 2007-2008 pour évaluer la faisabilité d'un projet de réutilisation des eaux usées et des boues résiduaires d'une station d'épuration par lagunage, à Settat (MAROC).*

*L'étude, réalisée pour le compte de la Banque Européenne d'Investissement (BEI), s'est déroulée en trois étapes. Dans un premier temps, une analyse des contraintes a été réalisée, sur la base d'enquêtes agricole et pédologique, d'une étude économique et d'une évaluation des risques menaçant la qualité de l'eau.. Dans un deuxième temps, différents scénarii techniques ont été proposés, articulés autour des variables suivantes: taille et localisation du périmètre, assolement cultural, type de réseaux de transport de l'eau, mode d'irrigation à la parcelle. Le choix d'un scénario a été effectué. Enfin dans un troisième temps, le scénario retenu a été détaillé et une étude d'impact environnemental et sanitaire menée.*

*L'étude a mis en évidence la faisabilité technique, agronomique, financière et environnementale du projet. Pour la suite, les facteurs clés de succès identifiés sont: la prise en main du projet par une dynamique agricole (montage d'une Association d'usagers de l'eau agricole), le suivi de la qualité des eaux (gestion de la salinité issue de la zone industrielle), et le pilotage de la fertilisation.*

### **INTRODUCTION**

La Banque Européenne d'Investissement (BEI) pour le compte de la Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de la Chaouia (RADEEC) a participé au financement d'une station d'épuration par lagunage complet de 175 000 EH, en service depuis juillet 2006.

Considérant le déficit hydrique important de la zone, l'historique de réutilisation des eaux usées brutes, l'existence de nombreux puits, et une nappe phréatique surexploitée, la RADEEC et la BEI ont souhaité étudier les possibilités de mise en œuvre d'un périmètre organisé de réutilisation des eaux usées épurées (REUE).

L'enjeu de l'étude, confiée au groupement franco-marocain SCP-ADI, est de déterminer si l'opération est techniquement, agronomiquement, financièrement et environnementalement faisable. La valorisation des boues d'épuration et la mise en place d'éventuelles mesures compensatoires au projet devaient également être abordées.

## CONTEXTE

La ville de Settat se situe sur l'axe routier Casablanca – Marrakech à 72 km au sud de Casablanca; elle constitue le noyau urbain de la province du même nom; sa population est passée de 96 217 habitants en 1994, à 116 570 en 2004. Les activités humaines dominantes sont par ordre d'importance: agricoles et industrielles.

L'agriculture majoritaire est une agriculture pluviale (bour), intensive, avec une sole céréalière de 68%, croissant de 12% entre les périodes 1978 et 1998 (DPA 2000). De petites parcelles irriguées en gravitaire, et orientées vers les cultures maraîchères et fourragères, se développent localement autour des puits exploitant la nappe de Berrechid.

La zone industrielle de la ville comprend 44 unités couvrant différents domaines. Il est à noter que deux principales industries, textile et verrerie notamment, consomment 95% des eaux industrielles.

Les ressources en eau de la ville sont diversifiées mais exploitées au maximum de leurs capacités. Pour 2007, la consommation annuelle avoisine 7 millions de mètres cubes, dont 6,5 à partir du barrage Daourat, et 0,5 du forage d'Ain N'zagh, source située à 5 km au Sud de la ville. L'approvisionnement à partir de la nappe de Berrechid a été abandonné en raison de la baisse du niveau piézométrique et de la détérioration de la qualité de l'eau (INGEMA et SCET-SCOM, 2007).

Durant plusieurs décennies, les eaux usées brutes issues des activités domestiques et industrielles de la ville de Settat ont été rejetées dans l'oued Boumoussa sans traitement, et valorisées de façon informelle par les agriculteurs des villages de Dladla et Boukallou.

Une station d'épuration par lagunage tertiaire est en fonction depuis le mois de Mai 2006, dimensionnée pour 175 000 EH. Elle est constituée de 3 séries de bassins anaérobies, facultatifs et de maturation en parallèle, pour une superficie de site de près de 80 ha. Elle ne traite actuellement que les eaux usées domestiques de la ville, les eaux industrielles n'étant pas raccordées au réseau d'assainissement (WS/ATKINS-C.I.D., 2000).

En dehors des périodes d'irrigation, les eaux usées brutes ou épurées ont rechargé et rechargent encore actuellement la nappe de Berrechid compte tenu du caractère endoréique de l'oued Boumoussa. Les impacts des rejets et de la valorisation des eaux usées brutes ont été largement étudiés (KHOLTEI et al., 2003) (HASSOUNE et al., 2006) (EL HASSLOUJ et al., 2007) et se sont révélés fortement négatifs vis-à-vis de l'environnement naturel ou humain.

## OBJECTIFS ET ENJEUX

Les objectifs de l'étude ont été d'examiner les différentes possibilités et de préconiser la meilleure solution technique, organisationnelle et financière d'un projet qui peut se décliner en trois volets:

1/ **Assurer une valorisation durable des eaux usées épurées**, par l'aménagement d'un périmètre irrigué. Dans un premier temps et compte tenu des pertes par évaporation et infiltration, le volume quotidien en sortie de STEP serait d'environ 11 500 m<sup>3</sup> (volume annuel de 4.2 M m<sup>3</sup>). Par la suite, après agrandissement de l'ouvrage d'épuration, le volume serait de l'ordre de 16 000 m<sup>3</sup>.

2/ **Valoriser les boues qui seront extraites des bassins de lagunage**. Le rythme annuel de production de boues variera en fonction de la fréquence de curage des bassins. Pendant les 10 premières années (bassins anaérobies uniquement), il est évalué à 240 tonnes de boues à 45% de matière sèche.

3/ **Formaliser des mesures compensatoires** essentiellement vis-à-vis des agriculteurs des douars de Dladla et Boukallou, qui irriguaient auparavant et durant plusieurs décennies, avec les eaux usées brutes.

Le projet de valorisation des eaux usées et des boues résiduaires de Settat et les mesures compensatoires de l'ancienne zone irriguée avec les eaux brutes Dladla et Boukallou s'inscrivent en droite ligne dans les objectifs du «Plan Vert<sup>5</sup>, premières perspectives sur la stratégie agricole» du Ministère de l'Agriculture marocain.

Le projet permettrait de développer de la valeur ajoutée aux productions de la zone (apport d'eau et d'éléments fertilisants), en limitant le prélèvement dans la ressource aquifère.

**Au niveau de la valorisation des eaux usées traitées.** Si la mise en place du projet venait à échouer, de toute façon la station d'épuration rejeterait des eaux usées traitées et il y aurait en aval, sans aucun doute, une valorisation agricole des eaux usées incontrôlée et non optimisée. La forme du périmètre irrigué changerait. Sa superficie serait réduite (gaspillage d'eau).

**Au niveau de la gestion des boues d'épuration.** La valorisation des boues extraites, sous réserve de leur innocuité environnementale (éléments traces métalliques et polluants organiques) peut permettre de développer: soit une matière fertilisante, boue séchée ou boue co-compostée avec un co-substrat de déchets végétaux, soit du gazon en plaque.

**Au niveau des douars de Dladla et Boukallou.** La construction de la nouvelle station d'épuration a privé une zone d'environ 300 hectares de la ressource en eau composée d'eaux usées brutes; outre les conséquences agricoles directes, cette action a des conséquences sociales et économiques. A l'heure actuelle, les agriculteurs privés des eaux usées brutes pour l'irrigation de leurs champs creusent des puits en compensation. Cette situation a de forte chance de devenir incontrôlable si les puits se multiplient et si les volumes prélevés ne sont pas régulés.

## METHODOLOGIE

Dans un premier temps, la collecte d'une information représentative de tous les aspects du projet (assainissement, agronomie, économie agricole, réglementation, acteurs locaux à impliquer...) a été réalisée.

Les études relatives à la station d'épuration, et à l'assainissement municipal et industriel de Settat ont été méthodiquement recueillies et exploitées. Des analyses des eaux usées épurées en sortie de STEP, ainsi que des analyses des eaux de puits ont été réalisées, pour évaluer en particulier la salinité.

Deux enquêtes agricoles ont été menées. L'une portait sur les caractéristiques pédologiques de la zone, et s'est appuyée sur le creusement de 15 fosses pédologiques d'1m de profondeur, et sur les analyses de sol correspondantes. L'autre portait sur les caractéristiques socio-économiques des exploitations agricoles, et s'est appuyée sur un questionnaire d'enquête auprès de 31 agriculteurs de la zone.

Les services de l'Etat (Direction Provinciale à l'Agriculture et Centre de Travaux Agricoles, Services Vétérinaires, Eaux et Forêts, Wilaya,...), les collectivités locales (municipalité de Settat), la profession agricole (Chambre d'Agriculture), l'Agence de Bassin Hydraulique ont été rencontrés, informés, et leur avis sur le projet recueilli.

Dans un deuxième temps, les variables du projet ont été identifiées, décrites et les scénarii de variantes présentés aux principaux acteurs. Un scénario a été choisi.

Dans un troisième temps, le scénario retenu a été détaillé, tant sur les plans technique qu'économique et organisationnel.

## RESULTATS

Une étude hydraulique pour l'alimentation de l'ancienne zone irriguée avec des eaux usées brutes a été effectuée. Elle a mis en évidence les difficultés d'alimenter cette zone à partir de

<sup>5</sup> Présentation des messages clés de la stratégie agricole » par monsieur le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime lors des 1ères assises de l'agriculture du 22 avril 2008

l'ouvrage d'épuration situé bien en aval: relevage des eaux usées traitées sur une hauteur de 60 mètres, conduites de 3,8 kms, coûts d'investissement et d'exploitation élevés. Cette variante a été abandonnée.

=> En conséquence, la zone retenue pour mise en place du périmètre irrigué se situe en aval de la station d'épuration; elle englobe les douars de Ouled Sad et Lebhalla.

L'accueil du projet d'irrigation par les agriculteurs est très favorable, en raison du déficit pluviométrique de la zone, de la baisse de productivité de la nappe phréatique, de l'historique de valorisation des eaux usées brutes à proximité, et du résultat des premières campagnes d'irrigation (tolérées mais non organisées) menées avec les eaux usées épurées.

=> En conséquence, l'acceptabilité sociale du projet est bonne. Evidemment, la question du prix de vente de l'eau reste essentielle.

L'étude pédologique effectuée a mis en évidence une bonne aptitude des sols à l'irrigation: il s'agit de sols fertiles, riches en humus stable et de couleur brun très sombre à noirâtre (teneur en matière organique moyenne 3%). Trois unités typologiques ont été identifiées, les sols calcimagnésiques peu épais des pentes douces des reliefs, les sols calcimagnésiques moyennement épais issus des limons sous-jacents, majoritaires, et les sols alluviaux profonds, le long de l'oued Boumoussa.

=> En conséquence l'aptitude des sols à l'irrigation est bonne: texture favorable, bonne macroporosité, bon taux de matière organique.

La zone où se situe la station d'épuration est une zone de plaine, dépourvue de thalweg ou de vallons. Le coût de construction d'un stockage de 1 ou 2 millions de m<sup>3</sup> est prohibitif.

=> En conséquence un stockage intersaisonnier des eaux usées épurées en retenue collinaire n'est pas envisageable.

De nombreux puits (dont 17 ont été échantillonnés pour leur profondeur et la qualité de l'eau qu'ils fournissent) sont à proximité immédiate des habitations et utilisés par les agriculteurs pour l'irrigation et pour l'alimentation humaine en eau. La nappe est surexploitée (EL MANSOURI, 1993). La profondeur des puits est hétérogène, liée aux surcreusements successifs. Les eaux soutirées sont assez salées: les valeurs de conductivité sont comprises entre 2 190 et 5 320  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , et la conductivité moyenne est de 3 540  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (la FAO considère qu'au-delà de 3 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , des restrictions à l'irrigation sont nécessaires).

=> En conséquence, un stockage intersaisonnier des eaux usées épurées en recharge de nappe n'est pas souhaitable. Quoi qu'il en soit, compte-tenu du caractère endoréique de l'oued, l'infiltration est naturelle.

La teneur en matière en suspension, majoritairement algale, des eaux usées épurées est importante (Cf. photo), entre 100 et 150 mg/L. Cet apport en matière organique serait favorable aux sols du périmètre irrigué. D'un point de vue agronomique, la filtration de l'effluent n'est donc pas souhaitable. Cependant, les canalisations souterraines étant sensibles au colmatage, le transfert jusqu'aux cultures d'un effluent non filtré implique le choix de canaux autoportés. Or la présence de douars (hameaux) dans la zone d'étude augmenterait fortement le risque sanitaire lié au transfert des eaux usées épurées par canaux autoportés.

=> En conséquence le réseau de transfert d'eau choisi est celui de conduites enterrées, en basse pression, et non pas de canaux autoportés.

La qualité d'eau constatée en sortie de STEP, compte-tenu des abattements microbiens (< 1 000 coliformes fécaux / 100 ml, absence d'œufs de parasites), correspond à la qualité A, qualité optimale définie par les normes de l'OMS et la réglementation marocaine. D'un point de vue sanitaire, tous les modes d'irrigation sont possibles. En revanche, la salinité des eaux est importante: les teneurs en Cl et en Na dépassent les seuils d'alerte définis par la FAO (seuil Cl pour l'irrigation par aspersion établi à 3 mEq/L, valeurs mesurées 17 - 24 mEq/L).

=> En conséquence, l'irrigation par aspersion n'est pas envisageable, elle risquerait de provoquer la brûlure des parties aériennes des plantes.

Les quelques terrains irrigués autour de puits le sont en robta, mode d'irrigation gravitaire traditionnel, peu économe en eau. Compte tenu de cette situation actuelle, l'irrigation gravitaire améliorée (gainés souples et rampes à vannettes) est un schéma adapté à la technicité de la majorité des agriculteurs, aux types de cultures pratiquées et aux marges bénéficiaires constatées. Cependant, les objectifs du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime étant de promouvoir des techniques économes en eau, il a été décidé que le projet devait proposer un passage rapide vers l'irrigation localisée.

=> En conséquence, le mode d'irrigation préconisé est, dans un premier temps le gravitaire amélioré, et dans un deuxième temps le localisé, en ajutage calibré et à terme en micro-irrigation.

La conductivité des eaux usées épurées varie suivant les prélèvements entre 2 500 et 3 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (teneurs en sels totaux entre 1.7 et 2.3 mg/L). Ces valeurs sont élevées et nécessitent, pour la préservation des rendements et de la qualité des sols, de mettre en œuvre des doses de lessivage. Il est à noter que, en termes de salinité, la qualité des eaux usées en sortie de STEP est meilleure que celle des eaux des puits présents sur la zone.

=> En conséquence, le calcul des doses d'irrigation devra comporter des doses de lessivage, pour éviter l'accumulation de sels dans la zone racinaire, toxique à court terme pour les cultures, et à moyen terme pour la structure des sols.

Sur la base des résultats de l'enquête socio-économique, plusieurs assolements ont été étudiés. Les cultures constatées sur la zone, leur consommation hydrique mensuelle, leur rentabilité et le souhait des agriculteurs ont été croisés et évalués. Un assolement a été retenu, essentiellement pour la valeur ajoutée qu'il apporte et pour l'étalement de sa consommation de pointe estivale sur quatre mois.

=> En conséquence, un assolement assez intensif a été proposé, fondé essentiellement sur les cultures fourragères, les cultures maraîchères consommées cuites, l'olivier intensif, et le maintien d'une sole céréalière.

Une carte du projet hydraulique est proposée en Figure 1, et les idées fortes du projet hydraulique sont synthétisées dans le Tableau 1. Le montant des travaux a été évalué à 21,7 M DH soit 72 000 DH/ ha équipé dont 57 000 hors équipement à la parcelle.

**Tableau 1: Les éléments essentiels du projet hydraulique**

<b>Superficie</b> du périmètre irrigable	300 ha
<b>Volume d'eaux</b> usées épurées valorisé	2 Mm <sup>3</sup> par an (50% du rejet)
<b>Stockage</b> intersaisonnier	14 000 m <sup>3</sup> , stockage limité aux 4 mois d'été :
<b>Filtration</b> en-tête	Maille de 100 $\mu\text{m}$
Station de <b>pompage</b>	150 l/s, HMT 35m
<b>Réseau</b>	18 quartiers, 8.2 km de canalisations
<b>Assolement</b>	Fourrages, cultures maraîchères cuites, olivier, blé
<b>Consommation brute annuelle</b> (lessivage compris)	6 800 m <sup>3</sup> /ha
<b>Consommation de pointe</b> estivale	1 000 à 1 100 m <sup>3</sup> /ha
<b>Mode d'irrigation</b>	1- gravitaire amélioré (gainés souples), puis 2- localisé
<b>Montant de l'investissement</b>	21.7 M DH (72 000 DH/ha)
<b>Frais d'exploitation et de maintenance</b>	1 M DH/an

Le coût de revient de l'eau, hors frais financier et suivant différentes hypothèses du taux d'actualisation varie de 1,09 DH/m<sup>3</sup> à 1,33 DH/m<sup>3</sup>. Du côté de l'exploitation agricole, la valorisation du m<sup>3</sup> d'eau acheté est bonne: 4.2 DH/m<sup>3</sup>.

Le taux de rentabilité des investissements du projet sur 40 ans à 10% d'actualisation est évalué près de 20%. Ce chiffre semble bon, mais il importe de le moduler: il est calculé sur une durée longue d'amortissement et en prenant en compte des hypothèses favorables (gains de rendement constatés sur la zone, absence de problème technique ou agronomique majeur à l'avenir, etc...). Afin de vérifier le comportement du TRI face aux risques de variations dans le contexte économique, des tests de sensibilité par rapport aux hypothèses de base (investissement, entretien, valeur ajoutée additionnelle (VAA)) ont été effectués. Les résultats ont mis en évidence l'importance de garantir une VAA élevée.

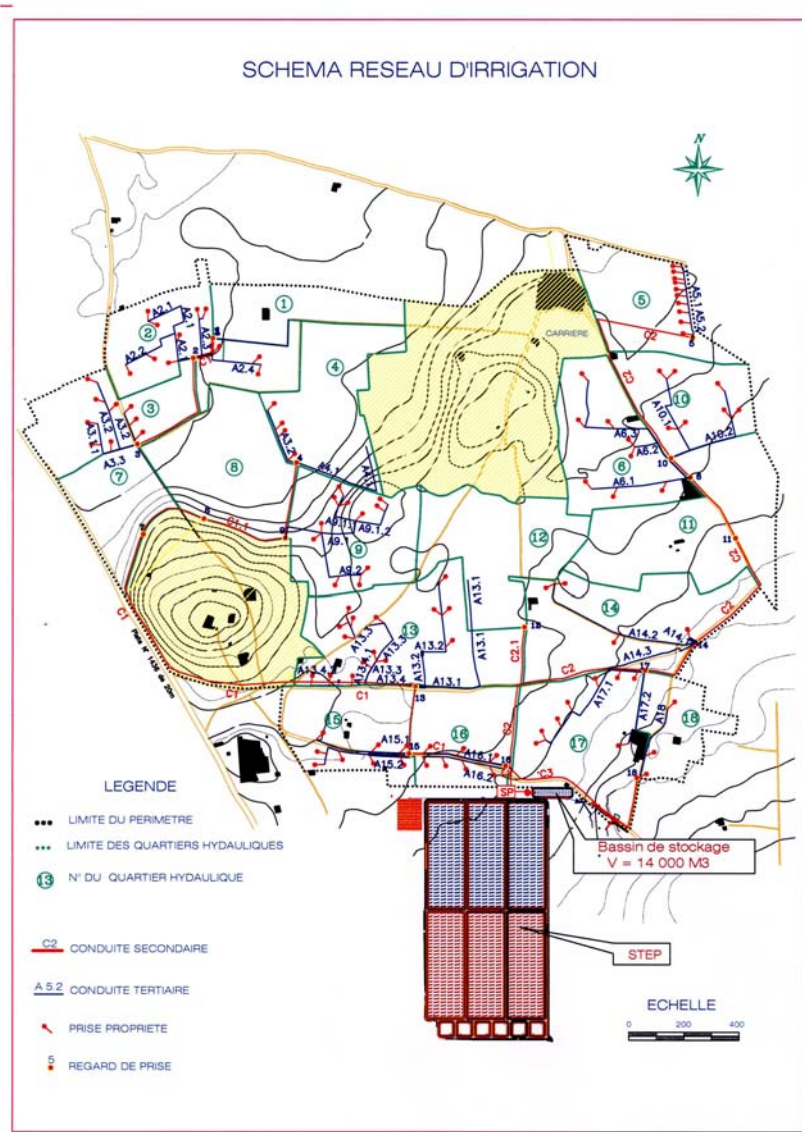


Figure 1: Schéma de la station d'épuration de Settât et du projet de périmètre

Concernant le devenir des boues d'épuration, la production de boues dans les premiers bassins anaérobies a été estimée, sur la base de relevés réalisés pendant les premiers mois de fonctionnement de la station d'épuration à 130 tonnes de matières sèches par an. D'ici 10 ans, c'est cette production annuelle qu'il faut prendre en compte, après quoi, la vidange des grands bassins aérobies débutera, avec des volumes annuels plus importants.

Le constat est fait à l'heure actuelle d'un manque de références au Maroc sur la gestion des boues d'épuration. Des initiatives de compostage (El Djedidah) et de combustion en cimenterie (Nador) existent. A Settat, nous proposons d'explorer différentes pistes de valorisation afin d'acquérir des références technico-économiques. Ces essais pourraient se tenir sur le site de la station d'épuration.

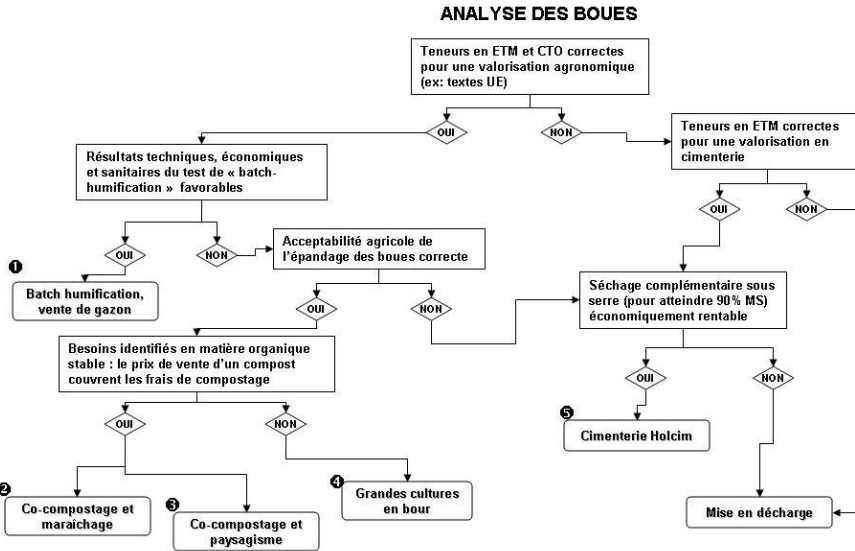
Compte-tenu du contexte de Settat, des gisements de déchets végétaux, et de l'intérêt manifesté de plusieurs partenaires locaux, ces pistes pourraient être:

- la culture de gazon directement sur boues liquides (humification par batch ou rhizocompostage),
- le classique co-compostage de boues et déchets végétaux (JOURAIPHY, 2006)
- la valorisation agronomique directe des boues après lits de séchage,
- la valorisation thermique après séchage intensif auprès des cimentiers de Settat (distance 15 km).

Un schéma d'arbre décisionnel (Figure 2) a été dessiné, qui permettra au maître d'ouvrage de choisir la meilleure option de valorisation ou d'élimination des boues d'épuration, sur la base de la composition des boues (valeur agronomique et innocuité environnementale vis-à-vis des polluants ETM éléments traces métalliques, et CTO composés traces organiques) et des retours d'expérience technico-économiques sur les pistes envisagées.

Pour la phase opérationnelle, plusieurs acteurs locaux se sont montrés intéressés par la démarche de valorisation des boues d'épuration, à la fois du côté des privés (volonté de vendre un produit, gazon en plaque ou compost), et du côté des scientifiques INRA ou faculté des sciences et techniques de Settat (acquisition de références).

Enfin, l'étude d'incidence environnementale intégrée au projet a évalué les impacts temporaires et permanents du projet, d'un point de vue biologique, sanitaire, humain et du point de vue de la qualité des eaux. Il en ressort que le sujet le plus délicat est lié à la lixiviation des sels et éléments nutritifs vers la nappe, sujet qui sera abordé dans la discussion suivante.



**Figure 2: Arbre de décision pour une filière pérenne de gestion des boues**

## DISCUSSION

L'intégration et l'analyse des contraintes locales a permis, en concertation avec les partenaires du projet, de choisir et de détailler un scénario de projet optimal. Des choix de stockage des eaux usées, de type de réseau, de technologie d'irrigation à la parcelle, d'assolement ont été réalisés.

Parmi les facteurs clés qui conditionneront le succès ultérieur du projet, on note: la dynamique agricole collective, le suivi de la qualité des eaux, et la gestion des doses d'irrigation au regard de la salinité et de la fertilisation.

=> Au regard de la sociologie rurale de la zone (nombreux petits propriétaires), la mise en place du projet passe par l'émergence d'une Association d'usagers de l'eau agricole (AUEA), qui sera impléée dans les trois domaines suivants:

- assurer l'exploitation et la maintenance des infrastructures hydrauliques,
- animer l'exploitation et la vulgarisation de techniques modernes d'irrigation,
- gérer sur le plan administratif, comptable, financier, les activités du réseau.

Dans un premier temps l'AUEA rencontrera des difficultés pour l'exploitation et la maintenance de réseaux d'irrigation sous pression, en raison d'un manque de compétences techniques et des moyens adaptés. La RADEEC, organisme compétent en matière de gestion des ouvrages hydrauliques peut appuyer l'AUEA, en formant les techniciens qui pourraient constituer une cellule technique.

La Direction Provinciale de l'Agriculture (DPA) et son Centre de Travaux (CT) sont par nature, qualifiés pour mettre en place l'AUEA et pour encadrer les agriculteurs.

=> La préservation de la qualité des EUE est prépondérante. La mise en place d'un « conseil de surveillance » ou « comité de suivi » vis-à-vis de l'ensemble de la chaîne de production d'eaux usées et de sa valorisation sera un important facteur de réussite. Elle doit répondre à la préoccupation permanente d'une garantie sur la qualité de l'effluent à valoriser, en particulier sur critères microbiologiques et la salinité.



Ce comité de suivi intégrera des représentants des différents acteurs intervenants tout au long de la chaîne de production d'eaux usées, de traitement et de valorisation. Les organismes publics, services de l'Etat, Agence de Bassin Hydraulique y siègeront également.

L'un des points les plus difficile que le comité de suivi aura à traiter est celui de la gestion des effluents issus de la zone industrielle, qui à ce jour ne rejoignent pas le réseau d'assainissement de la ville, donc la STEP et le futur périmètre irrigué. A l'avenir, s'ils devaient être traités dans la station d'épuration, la salinité risquerait d'être très problématique, et la conductivité de l'ordre 4500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A ce niveau, le bon fonctionnement de la station d'épuration peut être mis en cause. Et le risque agronomique de perte de récolte et de stérilisation progressive des sols est amplifié.

Le raccordement ou pas des industriels à l'ouvrage d'épuration pose donc un problème général de protection des différents milieux récepteurs: protection de l'ouvrage d'épuration, des champs des agriculteurs, de la qualité de l'eau de la nappe. Seul un changement des produits utilisés essentiellement dans les deux principales industries de Settat permettrait de résoudre de façon durable ce problème.

L'atténuation du risque chimique passera, pour la salinité comme pour d'autres paramètres polluants (polluants organiques ou éléments traces métalliques) par la mise en œuvre de traitements spécifiques au niveau de chaque industrie.

=> L'aspect « fertilisation » en azote, phosphore et potassium, en fonction des cultures préconisées a été étudié dans des fourchettes de variations possibles. L'irrigation avec des eaux usées traitées, a fortiori avec les doses de lessivage, apporte tout au long du cycle des éléments fertilisants qui ne correspondent pas toujours aux besoins culturaux. En particulier les quantités d'azote apportées sont dans la plupart des cas excédentaires et les agriculteurs pourront faire l'économie de cet élément.

Les pertes d'eau qui peuvent être liées à l'efficacité de l'irrigation et à la nécessité du lessivage des sols compte tenu de la salinité des eaux d'irrigation, vont être accompagnées par un lessivage des éléments fertilisants excédentaires et entraîner une pollution des eaux souterraines essentiellement par l'azote qui n'aura pas été consommé.

Il convient de suivre avec précision le bilan de fertilisation du périmètre, et d'ajuster les apports de fertilisants en fonction.

## CONCLUSIONS

L'étude a mis en évidence la faisabilité hydraulique, agronomique et économique du projet de périmètre irrigué avec les eaux usées épurées de Settat. Reste désormais à concrétiser, avec la création d'une association d'irrigants, le dépôt d'un dossier d'autorisation à l'Agence de Bassin Hydraulique, et le montage du financement. En 2 ans et demi ou 3 ans, le périmètre pourrait alors être mis en service.

La valorisation des eaux usées traitées de la ville de Settat présente un potentiel pour la mise en irrigation localisée d'un périmètre agricole de 300 ha. Le volume annuel valorisé serait de 2 M  $\text{m}^3$ , soit 50% environ du volume annuel d'EUE rejetées par la STEP. Les volumes rejetés pendant les mois les plus secs (juin-octobre) seraient valorisés.

Les exploitants agricoles de la zone sont largement favorables à la réutilisation des eaux usées épurées, et une enquête pédologique a démontré la bonne aptitude des sols à ce type d'irrigation.

Un assolement intensif est proposé, basé sur des cultures rémunératrices et déjà présentes dans la zone, fourrage, maraîchage et oliviers. Deux points agronomiques sont à surveiller: la salinité de l'eau, qui nécessite la mise en œuvre de doses de lessivage, et la teneur en éléments N et P, qui appelle au raisonnement de la fertilisation de l'assolement.

Le deuxième volet de l'étude concernait la gestion des boues d'épuration. La production des boues représente dans un premier temps un volume annuel de 130 tonnes de matière sèche à valoriser à éliminer. Compte tenu du manque de réalisations au Maroc, le choix et le dimensionnement de différentes filières sont proposés comme une recherche appliquée. Les pistes de co-compostage avec des déchets végétaux, et d'humification par batch avec pousse de gazon semblent intéressantes.

DPA (2000): Direction provinciale à l'agriculture: monographie agricole de la province de Settat

El ASSLOUJ J, KHOLTEI S, EL AMRANJET N et HILALI A (2007) Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées 3 Afrique SCIENCE 03(1) (2007) 109 – 122 ISSN 1813-548X

EL MANSOURI B (1993): Structure et modélisation quantitative de l'aquifère de Berrechid (MAROC) – Validation par l'approche géostatistique – Université des Sciences et technologies de Lille

HASSOUNE El Mostafa, BOUZIDI Abdelhamid, KOULALI Yahia & HADARBACH Driss (2006) Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc) Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2006, n°28, 61-71

INGEMA et SCET-SCOM (2007): Etude du Plan Directeur d'Aménagement intégré des ressources en eau du bassin hydraulique du Bouregreg et de la Chaouia – Agence du bassin hydraulique du Bou Regreg et de la Chaouia

JOURAPIHY (2006), Compostage des boues activées-déchets verts: analyses physico-chimiques, microbiologiques, toxicologiques, bilan humique et valorisation agronomique, Faculté des sciences Semlalia Marrakech.

KHOLTEI S, BOUZIDI A, BONIN M, FEKHAOUI M, ANANE R, SBAI K, CREPPY E (2003), « Contamination des eaux souterraines de la plaine de Berrechid dans la région de la Chaouia au Maroc par les métaux lourds dans les eaux usées: effets de la pluviométrie ». Vecteur Environnement., Vol. 36(5) (2003) 68-80.Sanae Kholtei et al.

WS/ATKINS-C.I.D. (2000) études d'assainissement liquide de la ville de Settat mission mise en place d'un observatoire pour le suivi des installations de prétraitement industrielles Ministère de l'Intérieur province de Settat RADE EC