

**Point sur les Zones de Dissipation Végétalisées :  
Vers une protection supplémentaire du milieu récepteur de surface ?**

Catherine Boutin (\*), Arthur Iwema (\*\*), Céline Lagarrigue (\*\*)

(\*) Cemagref, groupement de Lyon, UR MAEP

(\*\*) Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse.

## 1. Préambule

La mise en place d'ouvrages de traitement complémentaire (ou traitement tertiaire) en aval de filières d'épuration afin de répondre à un objectif précis de traitement : désinfection, nitrification... n'est pas nouvelle. En revanche depuis quelques années, s'installent des ouvrages d'un type nouveau, dont l'objectif est moins précis et dont la conception ne provient pas d'une culture « génie civil » mais plutôt d'une culture « écologique ». L'un des points communs de ces nouveaux ouvrages tient au fait qu'ils utilisent tous des végétaux, le plus souvent aquatiques mais éventuellement aussi terrestres. L'autre point commun concerne leur implantation, à proximité de la station d'épuration, dans l'espace restant disponible après la construction de la station d'épuration.

Devant la relative nouveauté de ces ouvrages, la forte demande de la part des maîtres d'ouvrages et l'offre importante de la part de constructeurs, l'Agence de l'Eau RM&C a souhaité disposer d'éléments objectifs quant à leur réel effet en termes de réduction des flux polluant rejetés. Elle souhaite également disposer des éléments de conception, de mise en œuvre et d'exploitation nécessaires à l'obtention de ces performances. Elle a, à cet effet, demandé au Cemagref de Lyon de réaliser une expertise sur la base de données bibliographiques ainsi que d'observations de terrain que l'on peut d'ores et déjà faire en France.

Les questions posées sont nombreuses et il est possible de fournir des premiers éléments de réponse aux questions suivantes :

- quels sont ces ouvrages ?
- quels sont les principes de fonctionnement ?
- en quoi ces nouveaux ouvrages pourraient ils être bénéfiques pour les eaux de surface réceptrices ?
- comment devraient ils être conçus ?
- quelles erreurs, d'ores et déjà identifiées, pourrait-on éviter ?

## 2. Typologie des ouvrages

Les ouvrages installés sont de nature très variée, leur point commun étant une présence réelle de végétal, sélectionné ou non à l'aide de leur plantation dont on maîtrise (ou non) le développement par une coupe ou récolte.

Ce végétal peut être :

- un simple couvert végétal, implanté naturellement de type prairies,
- des plantes caractéristiques de zones humides,
- de la végétation arborée, à croissance éventuellement rapide.
- ...

Tentons une liste non exhaustive des filières rencontrées :

- lagunes avec des macrophytes,
- « lagunes d'infiltration » avec des macrophytes,
- fossés végétalisés naturellement,
- fossés végétalisés volontairement,
- plantations arborées autour d'un fossé végétalisé,
- prairies humides végétalisées naturellement,
- prairies humides végétalisées volontairement
- prairies végétalisées par des taillis à courte (ou très courte) rotation
- prairies végétalisées par des bambous,
- épandages souterrains en tranchées ou en lits,
- filtres plantés à flux horizontal non étanchés,
- filtres plantés de roseaux à flux vertical non étanchés,
- ...

Ces ouvrages s'apparentent toutes à des filières d'épuration extensives, développées (ou dont le développement est en cours) pour le traitement secondaire ou tertiaire des eaux usées des petites collectivités.

### 3. Principes de fonctionnement

Il est utile de tenter une classification en identifiant les mécanismes prépondérants expliquant une éventuelle réduction des flux polluants rejetés en eaux superficielles :

- **l'infiltration dans le sol** permet de réduire immédiatement les volumes déversés directement dans les eaux superficielles et donc les flux polluants correspondants. Cette réduction peut être renforcée par des mécanismes d'évapotranspiration.
- Une fonction **d'assimilation de nutriments** par le végétal constitue le deuxième mécanisme mis en jeu.
- De plus, les ouvrages utilisent les principes d'épuration (**conversion des matières** en composés moins polluants) caractéristiques des stations d'épuration classiques. Elles s'apparentent au fonctionnement des cultures fixées pour ce qui concerne le sol en place ou les matériaux rapportés pour la partie des eaux qui s'infilte. S'y ajoutent les mécanismes épuratoires en cultures libres pour la tranche d'eau superficielle. A noter que le périphyton de la végétation pourrait contribuer, en tant que culture fixée, à des processus de conversion.

L'identification des mécanismes permet donc de lister les 3 compartiments clés du procédé :

- Le sol et le sous-sol, dont il convient de connaître les propriétés pédologiques, géologiques, hydrogéologiques afin de s'assurer des bonnes conditions d'écoulement souterrain des eaux. Il est mis en jeu dans les mécanismes d'infiltration et de conversion des matières.
- Le végétal dont il conviendra de spécifier sa capacité d'assimilation en fonction de l'activité saisonnière (activité végétative des plantes).
- L'éventuelle eau superficielle en ruissellement dont le temps de passage peut servir d'indicateur à une première évaluation de l'efficacité de ce compartiment. Cette eau libre constitue le troisième compartiment.

Il est possible d'identifier, dans chaque filière, la présence ou non de ces 3 compartiments sol-végétal-eau libre identifiés (Tableau 1).

Tableau 1 : Identification des compartiments actifs selon les ouvrages

Ouvrages	Compartiments		
	Sol / Sous sol	Types de végétaux	Eau libre
Type « lagunes »	NON	macrophytes aquatiques, autochtones ou non	OUI
Type « lagunes » non étanches	OUI		éventuelle
fossés	OUI	végétaux dans le sillon du fossé, autochtones ou non, aquatiques ou non	éventuelle
		végétaux dans le sillon du fossé, autochtones ou non, aquatiques ou non avec plantations d'arbres sur les berges ou les digues	
prairies humides	OUI	végétaux autochtones ou non, aquatiques ou non	éventuelle
		bambous	NON
		taillis à courte (ou très courte) rotation	
Type « épandage souterrain en tranchées ou en lits »	OUI	pas de contact entre les végétaux autochtones présents et l'eau introduite	NON
Type « filtres plantés à flux horizontal » non étanché	OUI		éventuelle
Type « filtres plantés à flux vertical » non étanché	OUI	macrophytes aquatiques	NON

Notons que le compartiment sol/sous-sol est mis à contribution dans tous les cas de figures, excepté pour certains ouvrages de type « bassins » où il est recherché une étanchéité naturelle maximale.

## 4. Objectifs attendus

Le travail d'enquête sur des installations existantes a mis en évidence que dans la majorité des cas, les objectifs attendus n'étaient pas définis. Il est généralement fait implicitement l'hypothèse que cet ouvrage supplémentaire ne peut que contribuer à réduire l'impact sur le milieu hydraulique superficiel du flux résiduel de polluants issu de la station d'épuration. Cette réduction est supposée prendre un sens accru pendant la période d'étiage qui se situe généralement en été, pendant les plus fortes chaleurs et lorsque les végétaux sont en plein développement.

Dans certains cas les ouvrages de dissipation reçoivent, outre les eaux usées traitées, les eaux du by-pass de la station d'épuration et/ou les eaux transitant par le réseau pluvial.

Les seuils fixés par arrêté sur la qualité du rejet de la station d'épuration portent bien sur le rejet issu de la station proprement dite et la réduction attendue grâce à ces ouvrages de dissipation n'est jamais intégrée dans les contraintes réglementaires.

En absence d'une explicitation des objectifs, quels peuvent être les objectifs que l'on pourrait assigner à ces dispositifs ?

- L'objectif sur lequel tout le monde s'accorde est la réduction des **flux** de matières polluantes à envoyer directement dans les eaux superficielles via une réduction des volumes d'eaux usées rejetées .
- Par ailleurs, des améliorations multiples de la **qualité** du rejet sont envisagées. On peut citer les paramètres :
  - MES et tout particulièrement rétention des dépôts accidentels de boues des clarificateurs
  - Phosphore,
  - Azote,
  - Germes témoins de contamination fécale,
  - Substances prioritaires (métaux,...), substances émergentes (résidus pharmaceutiques,...), ....
- Les végétaux implantés peuvent faire l'objet d'une valorisation, sous forme de bois énergie, par exemple. Cet objectif énergétique devient alors le moteur principal d'une telle réalisation, les objectifs de réduction ou de dégradation des flux d'eau résiduelle devenant secondaire.
- Enfin, ces ouvrages peuvent être intégrés dans un aménagement global de l'espace autour de la station d'épuration. Les conséquences indirectes sur la faune et la flore, ainsi que l'aspect esthétique deviennent alors des atouts majeurs. La présence de végétal peut même devenir un facteur d'acceptation sociale de la station d'épuration, parfois mal considérée par la population.

Le nombre si important d'objectifs potentiels, si différents et non hiérarchisés, contribue sans doute à une certaine confusion, qui mérite d'être clarifiée.

## 5. Dans quelle mesure les objectifs attendus sont ils atteignables ?

La bibliographie, qu'elle soit internationale ou nationale, fournit peu d'éléments quantifiés sur les performances des systèmes et à l'heure actuelle, il est impossible de fournir des règles de conception et de dimensionnement précises en fonction des objectifs assignés. La réflexion ci-après permet toutefois de rappeler quelques ordres de grandeur de surfaces nécessaires, cette caractéristique d'ouvrage étant le principal paramètre de dimensionnement.

En effet, il s'agit de sortir de l'approche souvent menée aujourd'hui, en absence de base de dimensionnements connus, et qui consiste à assigner au résiduel d'espace disponible autour de la station le rôle de traiter un flux, plutôt que de déterminer cette surface en fonction des objectifs définis.

## 5.1. Réduction des flux polluants via une réduction des volumes d'eau rejeté en milieu superficiel.

La réduction du volume rejeté se réalise selon 3 voies, correspondant individuellement à chaque compartiment évoqué précédemment:

- infiltration dans le sol et sous-sol
- évapotranspiration par le végétal
- évaporation de l'eau libre

Comment se situent les contributions relatives de l'**infiltration**, de l'**évaporation** et de l'**évapotranspiration** ?

1) La lame d'eau perdue par l'infiltration est fortement liée aux caractéristiques des sols. Le tableau 2, ci-après, établit le lien entre les propriétés d'un sol et sa capacité d'infiltration. L'ordre de grandeur est celle de plusieurs millimètres par jour.

Tableau 2 : Capacités d'infiltration selon la composition des sols

Propriétés selon la composition du sol	Capacité d'infiltration	
	mm/h	mm/j
Sol vraiment très perméable	>100	> 2400
Sol très perméable (limons-sables)	60	1440
Sol assez – peu perméable (limons-argiles)	30	720
Sol très peu perméable (argiles)	1 à 5	24 à 120

2) L'évapotranspiration est un phénomène principalement saisonnier, en rapport avec les conditions climatiques et le développement végétatif d'une espèce donnée. Pendant la période favorable, l'ordre de grandeur de l'évapotranspiration est généralement estimé à l'échelle du millimètre par jour même s'il existe, pour certaines plantes, des pointes évaluées à une dizaine de centimètres<sup>1</sup> par jour dans quelques cas très favorables. En hiver, ces phénomènes sont négligeables à nuls.

Ainsi les pertes potentielles par évapotranspiration sont nettement plus faibles que celles par l'infiltration, sauf pour des sols très peu perméables, de type argileux.

3) L'évaporation conduit certes à une réduction des volumes rejetés, mais elle n'a pas d'impact positif sur les flux de pollution car elle conduit simplement à concentrer les eaux. A l'inverse, les phénomènes d'infiltration mais aussi d'évapo-transpiration (puisque l'eau doit être en contact avec le système racinaire) conduisent non seulement à une réduction des volumes mais aussi à une réduction concomitante des flux polluants rejetés en surface.

Seul le type « lagune » est uniquement concerné par le mécanisme d'**évaporation**, les autres filières (voir tableau 1) s'appuient sur les compartiments « sol/sous-sol » et « végétal ». L'évaporation est un phénomène physique saisonnier et dépendant des conditions climatiques locales. L'ordre de grandeur se situe à l'échelle du millimètre par jour ; on rencontre des pointes de l'ordre du centimètre en zones ventées et très ensoleillées..

4) Pour fixer davantage les idées on peut calculer la surface nécessaire à « l'élimination » de l'eau par évapotranspiration d'une part et infiltration d'autre part (en considérant que l'évaporation est négligeable) sur la base d'une production par habitant de 150 L/jour.

Dans l'hypothèse d'une évapotranspiration estivale de 10 mm/j, il faut pour atteindre une élimination totale en été, à partir uniquement du couvert végétal (et sans utiliser l'infiltration), disposer d'une surface minimale de l'ordre de **15m<sup>2</sup>/hab**. C'est une surface importante.

<sup>1</sup> Cas de certains bambous, par exemple, où l'évapotranspiration réelle est estimée à 17cm/j fin mai, pendant la période de pleine croissance foliaire

Un sol très perméable (limons-sableux) a une capacité journalière d'infiltration de l'ordre de 1 500 mm/j et nécessiterait donc de mobiliser une surface relativement réduite, de l'ordre de **0,1m<sup>2</sup>/hab** pour atteindre une infiltration complète d'une eau exempte de matière organique et de divers éléments nutritifs. Cette forte perméabilité se rencontre souvent dans le cas d'infiltration dans la nappe d'accompagnement d'une rivière.

Ces 2 exemples fournissent probablement les ordres de grandeur d'emprise au sol extrêmes (facteur 150 d'écart entre les 2 contextes) qu'il convient de moduler par la qualité de l'eau usée traitée à dissiper. L'évolution dans le temps des capacités d'infiltration, et son éventuelle réduction, en lien avec cette qualité d'origine n'est pas documentée.

### **Ces quelques ordres de grandeur permettent donc de relativiser l'impact de l'évapotranspiration dans les bilans hydriques vis à vis de l'infiltration.**

Ils soulignent par ailleurs la nécessité des études préalables globales du sol et sous-sol d'un point de vue géologique, hydrologique et pédologique. Ces études préalables doivent comporter des aspects quantitatifs mais aussi qualitatifs. Effectivement, la simple mesure ponctuelle de capacités d'infiltration ne permet en aucun cas d'évaluer un éventuel blocage à l'écoulement du fait de la présence de la nappe phréatique ou d'un substratum étanche. Par ailleurs, même dans le cas où l'aspect évapotranspiration est privilégié, il est nécessaire de connaître la structure du sol dont ses capacités de « réserve utile » afin de s'assurer que l'eau apportée pourra être effectivement mobilisée par la plante et son système racinaire. Par ailleurs, il convient de rappeler que l'évapotranspiration n'est effective que pendant la période végétative de la plante.

*NOTA: Le végétal, quel qu'il soit, et tout particulièrement son système racinaire ralentit les phénomènes de colmatage induits par l'apport de la matière organique contenue dans le rejet de la station. A partir des connaissances issues du traitement des eaux usées en présence de roseaux, on peut même envisager que les systèmes racinaires permettent de maintenir les capacités d'infiltration d'origine du sol en place. On ne peut pourtant pas en conclure quant à la nécessité absolue de la présence d'un végétal du fait des conditions de fonctionnement fort différentes et tout particulièrement des hauteurs de dépôts beaucoup plus faibles en zones de dissipation végétalisées.*

## 5.2. Réduction des flux de Phosphore et d'Azote via une rétention des nutriments

La rétention des nutriments peut procéder de deux types de mécanismes : d'une part ceux opérants dans des stations d'épurations classiques par transformation (N) ou fixation (P) et d'autre part ceux qui relèvent de l'assimilation par des plantes.

1) En traitement des eaux usées, par **cultures libres**, les mécanismes de dégradation biologique de l'azote (nitrification, dénitrification) sont relativement connus ; il en est de même pour les mécanismes de fixation des orthophosphates.

En technique d'épuration par lagunage naturel et pour des temps de séjour de plusieurs dizaines de jours, tous les processus de transformation de l'azote sont mis en jeu et les eaux issues d'un tel traitement contiennent de l'azote sous deux formes : organique et ammoniacale. Quant au phosphore, il est majoritairement précipité et décanté en fond de bassin et seule l'exportation régulière des boues permet une réduction des flux. La transposition pour des temps de séjour beaucoup plus faibles, de l'ordre de la journée, voir de l'heure n'est pas documentée.

En traitement d'eaux usées par **cultures fixées**, les processus de nitrification et dénitrification sont contrôlés par la mise en œuvre d'ouvrages dédiés du fait des conditions soit aérobies, soit anaérobies nécessaires à de telles dégradations. Dans le cas des Zones de Dissipation Végétalisées, les ouvrages ne sont pas séparés ; il est fort probable que les exsudats racinaires, apportant de très faibles teneurs en oxygène contribuent pourtant au développement d'une mosaïque de zones aérobie et anaérobie favorables à des processus de nitrification et dénitrification. La rétention du phosphore est réalisée par piégeage sur des sites d'adsorption, la pérennité de ce processus dépendant totalement des conditions chimiques et des matériaux sur lesquels s'effectue la filtration. L'expérience acquise porte sur des systèmes de traitement fonctionnant des conditions de charges hydrauliques très contrôlées et beaucoup plus faibles. C'est pourquoi là encore, une transposition des connaissances serait hasardeuse.

On peut donc s'attendre à obtenir une légère réduction des flux d'azote de l'eau ruisselant en surface si les temps de passage ne sont pas trop rapides ; dans le sol, les apports hydrauliques importants conduiront à un lessivage en profondeur des nitrates formés, l'éventuelle dénitrification étant considérée comme négligeable. En ce qui concerne le phosphore, son piégeage partiel dans sol pourrait s'envisager sous réserve de réunir de nombreuses conditions physico-chimiques favorables à une telle réaction.

2) La présence du végétal permettrait, selon de très nombreux concepteurs, d'améliorer fortement la rétention de ces nutriments. Qu'en est il en réalité ?

La bibliographie internationale<sup>2</sup> mentionne qu'un couvert de végétaux aquatiques exporterait en moyenne, à l'année, 3 à 15 g/m<sup>2</sup> de phosphore et de 100 à 250 g/m<sup>2</sup> d'azote. Les fourchettes restent très larges même si les valeurs extrêmes (minimum pour les saules<sup>3</sup> ou les végétaux submergés et maximum pour la jacinthe d'eau) ont été volontairement écartées dans cette première réflexion afin de fixer des ordres de grandeur.

Pour bénéficier de cette exportation de nutriments, quelle que soit la filière, il convient d'extraire le végétal du système soit par faucardage de la partie aérienne des végétaux avant qu'ils ne versent soit par la récolte régulière des végétaux flottants. En absence de récolte, la majorité des nutriments retourne dans l'eau suite aux processus de décomposition.

A titre d'exemple, le tableau 3 fournit les surfaces nécessaires à l'exportation des nutriments résiduels issus de divers types de boues activées assurant ou non des traitements du phosphore et de l'azote.

La plupart des végétaux exportent, via des mécanismes d'absorption, l'azote sous forme de nitrates et le phosphore sous forme d'orthophosphates. La composition des nutriments contenus dans les eaux usées traitées est variable et en toute rigueur, il conviendrait de tenir compte de ces spécificités. Dans le calcul élaboré ci-dessous, on suppose que la situation est totalement favorable et que les nutriments résiduels sont sous forme minérale et totalement oxydés.

Les bases retenues sont les suivantes :

- Pour le phosphore, on se limite à un objectif final de rétention de 90%, après soit une absence de déphosphatation spécifique en amont (rendement 40%), soit une déphosphatation spécifique (rendement 80%).
- Pour l'azote ; on se fixe comme objectif une élimination de 90% après soit une nitrification simple (et une réduction de l'azote total de 20%), soit une dénitrification à un taux de 80%.

On suppose que l'assimilation par le végétal a lieu pendant une période végétative de 6 mois.

Tableau 3 : Surfaces nécessaires pour atteindre une exportation totale des nutriments par les plantes pendant la période végétative

	type de traitement amont	Phosphore		Azote		g/m <sup>2</sup> .an g/m <sup>2</sup> .j
		3	15	100	250	
exportation potentielle à l'année par jour en 6 mois		0,016	0,082	0,55	1,37	
apport amont STEP/habitant			2		12	g/j
résiduel à l'aval de la STEP / habitant	déphosph./nitrif. seule		1,2		9,6	g/j
résiduel à éliminer à l'aval de la STEP / habitant (rend global 90%)	déphosph. PhCh./nitrif.-dénitr.		0,4		2,4	g/j
	déphosph./nitrif. seule		1		8,4	g/j
	déphosph. PhCh./nitrif.-dénitr.		0,2		1,2	g/j
surface pour une exportation totale par des macrophytes	déphosph./nitrif. seule	61	12	15	6	m <sup>2</sup> /hab
	déphosph. PhCh./nitrif.-dénitr.	12,2	2,4	2,2	0,9	m <sup>2</sup> /hab

<sup>2</sup> Vymazal, Y., Brix H., Cooper P.F., Green M.B., et Haberl R. Constructed Wetlands for wastewater treatment in Europe. Ed Backhuys Publishers, Leiden Pays-Bas, 1998, 366p

<sup>3</sup> cf. paragraphe 5.5 relatif à la production de biomae

Bien que construit à partir de très nombreuses hypothèses, ce tableau met en avant la variabilité des situations. Selon les bases retenues, les surfaces mises en jeu varient très fortement jusqu'à un facteur 10 pour l'azote et presque 15 pour le phosphore, ce dernier nécessitant des emprises encore plus grandes. Pour une station d'épuration par boues activées avec déphosphatation spécifique et nitrification/dénitrification, il convient de disposer d'une surface minimale de 2 m<sup>2</sup>/hab et 1 m<sup>2</sup>/hab pour retenir respectivement 90% du phosphore et 90% de l'azote.

A défaut de disposer de surfaces non négligeables, de l'ordre de plusieurs m<sup>2</sup> par hab et de réaliser une exportation mécanique des végétaux, il n'est pas possible de compter sur les végétaux pour réduire de façon notable les nutriments. De plus, rappelons que cette consommation n'est pas pérenne puisqu'elle n'est effective que pendant la période végétative, période plus ou moins longue selon les plantes.

#### Conclusion partielle sur la réduction des flux en N et P :

Ainsi, la réduction des flux d'Azote et de Phosphore peut être envisagée par deux mécanismes :

- la réduction des volumes (§ 5.1) où l'infiltration dans le sol est prépondérante
- l'assimilation des nutriments par la plante (§ 5.2)

Ces deux mécanismes sont toutefois liés puisque l'assimilation passe par la mise à disposition de l'eau pour la plante c'est à dire que la rétention d'eau dans la réserve utile du sol est suffisante. Pour un apport d'eau donné (ici 150L/hab.j), capacité d'infiltration et surface définie sont liées. A titre d'exemple, la surface minimale calculée ci dessus de 1 m<sup>2</sup>/hab reçoit une hauteur d'eau journalière de 150 mm qui s'infiltrera totalement dès que la capacité d'infiltration dépasse une valeur de l'ordre de 6 mm/h. Pour que la rétention par les plantes soit maximale, la capacité d'infiltration mesurée en surface devrait s'approcher de cette valeur et surtout ne pas la dépasser de façon exagérée. Ces capacités d'infiltration sont seulement rencontrées dans les sols peu perméables de type argileux (tableau 2).

Cette approche est critiquable par le fait qu'elle n'intègre que l'aspect hydraulique. Elle a pourtant le mérite de montrer que les deux objectifs d'infiltration maximale et d'assimilation maximale par les végétaux ne peuvent être atteints simultanément. Par ailleurs, l'assimilation complète des nutriments par les plantes peut être envisagée seulement pour un certain type de sol.

### 5.3. Rétention des Matières en Suspension

A l'aval des clarificateurs, la rétention des pertes de boues accidentelles aura un réel impact positif sur le milieu superficiel et il est difficile de douter du bien-fondé d'un tel ouvrage de sécurité.

Ces ouvrages sont alimentés en continu c'est à dire qu'ils reçoivent des eaux traitées de bonne qualité pendant les phases de fonctionnement normal de la station de traitement amont mais également des eaux de qualité dégradées pendant les périodes de dysfonctionnement du clarificateur.

La rétention des MES est obtenue par **décantation** dans la tranche d'eau libre . L'opération en elle-même n'est pas vraiment complexe. En décantation, les valeurs minimales de 2 heures pour le temps de séjour et de l'ordre de 1m/h pour la vitesse ascensionnelle, sont généralement retenues comme seuil minimal. Ces valeurs minimales extrêmes ne tiennent pas compte du stockage des boues piégées qui pourraient être remises en suspension. Le végétal n'a aucun rôle direct sur la rétention des MES mais sa présence diminue la vitesse des eaux ce qui favorise indirectement la décantation.

Pour les systèmes relevant de la famille des « cultures fixées » où la filtration superficielle est le mécanisme principale, la difficulté consiste en une estimation à peu près fiable des quantités de MES à retenir ; cette estimation est pourtant nécessaire pour définir un dimensionnement minimisant les risques de colmatage.

La présence épisodique de MES, à l'occasion de « pertes de boues », peut rapidement ralentir, de façon importante les vitesses d'infiltration conduisant éventuellement au colmatage des ouvrages de dissipation. De même, pour des ouvrages de type lagunage, ces dépôts conduisent à un enrichissement en matière organique des eaux dans le bassin.

En conséquence, en fonctionnement normal c'est à dire en absence de pertes accidentelles de MES, on peut craindre une dégradation de qualité entre le rejet de la station d'épuration et l'éventuel rejet de



la zone de dissipation en absence de contrôle des quantités de boues retenues. C'est pourquoi les boues retenues doivent être évacuées à une fréquence qui dépendra des capacités de stockage prévues.

La difficulté majeure consiste donc principalement en l'entretien de ces ouvrages. Dans bien des situations observées, aucun accès n'était possible à proximité des ouvrages en absence de voie carrossable prévue à l'origine.

#### 5.4. Rétention des germes témoins de contamination fécale

En **cultures libres**, et tout particulièrement en lagunage, la réduction des germes témoins de contamination fécale nécessite de disposer d'un temps de séjour suffisant dans des bassins en série. Pour attendre un objectif qualité permettant d'autoriser un rejet en « eaux de baignade » c'est à dire un abattement de l'ordre de 4 unités logarithmiques, il convient de fractionner en au moins 3 à 4 bassins un temps de rétention total de l'ordre de 30j.

A partir de ces bases appliquées classiquement pour un traitement complémentaire, il semble envisageable d'approcher les performances probables sous réserve de quantifier le temps de passage des eaux en surface. Si ce temps de passage reste inférieur à quelques jours, il ne semble pas raisonnable d'afficher un tel objectif d'ordre sanitaire.

En **cultures fixées**, sur sable, en conditions insaturées, et sous réserve d'une distribution interdisant le moindre passage préférentiel, il est possible d'atteindre un abattement de 4U Log si la hauteur de sable fin dépasse 2-2,5m .

Une transposition des mécanismes peut également s'envisager en cultures fixées, si la dégradation se poursuit effectivement en conditions insaturées; la réduction attendue dépendra principalement de la texture/granulométrie du sol et de sa hauteur effective. Sans pouvoir chiffrer des résultats fermes, on peut s'attendre à obtenir de meilleurs taux d'abattements en cas de hauteurs de sols plus importants ou de texture de matériaux plus fins.

Le rôle du végétal vis à vis des germes témoins de contamination fécale reste très faiblement documenté.

#### 5.5. Production de biomasse

Plusieurs installations situées en Bretagne, constituées de cultures de taillis à très courte rotation arrosées d'eaux usées traitées ont fait l'objet d'un suivi détaillé dans le cadre d'un projet européen LIFE intitulé Wilwater sur une période couvrant trois années et s'étalant de 2004 à 2007. Le rendement de production, moyen annuel mesuré lors de la première année est de 8,8 tMS/ha, rendement inférieur de 10 à 25% aux valeurs théoriques annoncées. L'exportation par le bois, mesurée d'azote et de phosphore s'établit, par an, respectivement à 5,4g<sup>4</sup> de N/m<sup>2</sup> et 0,8g<sup>3</sup> de P/m<sup>2</sup>. Les mécanismes d'épuration supplémentaires dans le sol n'ont pu être évalués. L'énergie combustible fournie par un tel tonnage de MS-bois correspondrait à environ 2500L de fuel

Cette technique ne peut s'implanter que sur des sols appropriés, d'un point de vue agronomique, au même titre que n'importe quelle culture; c'est une culture à part entière et les analyses pédologiques préalables s'avèrent donc essentielles. Le dimensionnement, en lien avec le climat, repose sur des lames d'eau apportées et les nutriments, tout en évitant les risques de salinisation du sol. Pour de tel système de taillis de saules à très courte rotation, les surfaces requises sont d'importance, de l'ordre de 50 m<sup>2</sup>/hab, ce qui correspond à une lame d'eau moyenne annuelle de 3 mm/j d'eau à éliminer (ou 0,125 mm/h).

---

<sup>4</sup> Cette valeur correspond effectivement à la fourchette basse des exportations de nutriments.

L'implantation de toute végétation de grande taille (bambous, peupliers, ...) relève de la même logique et les études pédologiques préalables sont nécessaires. Les surfaces requises semblent être variables selon les espèces, le minimum étant évalué à une dizaine de m<sup>2</sup>/hab.

## 5.6. Aménagement d'un espace autour de la station de traitement d'eaux usées

Cet objectif simple d'aménagement paysager n'est que très rarement mentionné par le concepteur, le maître d'œuvre, ou même par le maître d'ouvrage.

Ces ouvrages peuvent pourtant devenir des exemples d'avancée écologique et constituer un îlot de vie pour certaines espèces animales et/ou végétales en devenant des écosystèmes particulièrement riches et diversifiés, agréables visuellement grâce à leur intégration paysagère réussie.

En absence de grilles d'évaluation précises, et du fait d'un nombre très restreint d'études sur sol français, ce bénéfice reste difficilement quantifiable sur notre territoire.

## 6. Premières recommandations de bon sens

Tous les espoirs énoncés et attribués aux zones de dissipation militent en faveur de leur implantation. Pourtant les visites d'installation montrent un paysage très varié ce qui suscite une certaine prudence.

Lorsqu'elles s'appliquent à des stations traitant des eaux de collectivités de petites tailles (et dont les emprises au sol sont en proportion relativement importantes), les zones de dissipation végétalisées s'intègrent bien dans le paysage tout en donnant, de façon subjective, une impression plutôt positive de préservation globale de l'environnement vis à vis des eaux à la fois de surface mais également souterraines.

A l'inverse, nombreux sont les ouvrages de dissipation générant des nuisances plus ou moins importantes : qualité de rejet dégradée, graves affouillements mettant en péril les berges de la rivière, plantation dont il ne reste que des tiges mortes,...

Ce chapitre liste quelques conseils de bon sens dans le but d'éviter de répéter un certain nombre d'erreurs constatées en attendant de disposer d'études suffisamment étayées permettant d'aboutir à une méthodologie de choix de conception de zones de dissipation végétalisées.

### 6.1 Une définition précise des objectifs

Même si l'objectif assigné à un tel ouvrage n'est pas mentionné dans les arrêtés fixant les niveaux de rejet, il est nécessaire de définir l'objectif général qu'on souhaite lui affecter. Les connaissances actuelles ne permettent pas de préconiser un dimensionnement ferme en fonction des objectifs attendus ; par contre, la définition des objectifs est à considérer comme un guide permettant d'évaluer si les perspectives attendues sont réellement atteignables.

Lors de la définition des objectifs, il est utile de préciser quelle sera la nature des eaux reçues par cette zone :

- eaux usées traitées auxquelles s'ajoutent ou non
- le by-pass de la station en cas de réseau unitaire
- eaux issues d'un réseau pluvial.

Attention : une zone de dissipation ne peut pallier au dysfonctionnement chronique de la station d'épuration amont. Elle ne modifie en rien les consignes d'exploitation de cette dernière.

## 6.2. La nécessité des études préalables du sol et sous-sol

Le rôle important que peut jouer l'infiltration dans la réduction globale des rejets en eaux superficielles souligne le poids du compartiment « sol » dans les mécanismes mis en jeu dans ces ouvrages. Les études préalables, portant sur les aspects pédologique, géologique et hydrogéologique sont donc essentielles tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif pour identifier les modes de circulation de l'eau et tout particulièrement les capacités d'infiltration de l'ensemble du sol et du sous-sol.

## 6.3. L'accessibilité pour un entretien

La création d'une zone de dissipation végétalisée génère des tâches d'entretien supplémentaires qui ne peuvent être décrites précisément du fait du développement encore récent de ces ouvrages. On pense pourtant tout particulièrement à la récolte des végétaux et à l'éventuel curage de boues décantées si la station amont contient un clarificateur. Même si les phases d'entretien sont susceptibles d'être peu fréquentes, elles risquent d'être essentielles et les ouvrages doivent être accessibles. Ce n'est pas parce qu'on cherche à créer un espace aménagé de façon « naturelle » que celui-ci ne mérite aucun entretien sur la totalité de son emprise. La création de voies de circulation permettant à des engins d'exploitation (ou agricoles) d'accéder en de nombreux points de l'espace aménagé est à envisager à la conception.

## 6.4. Le choix des végétaux

Aujourd'hui, les connaissances ne sont pas suffisantes pour élaborer un argumentaire détaillé vis à vis du choix des végétaux :

- Il est possible de laisser se développer des espèces autochtones ;
- Il est possible d'assurer une plantation clairsemée de plusieurs espèces connues localement et d'attendre un développement naturel dense ;
- Il est possible d'assurer une plantation d'espèces dont le choix est conditionné aux conditions hydrométriques imposées ; en cas de plantation d'espèces arborées, il conviendra de s'assurer que le sol présente une réserve utile suffisante pour permettre aux racines d'y puiser l'eau

Le retour d'expérience aurait tendance à privilégier la plantation clairsemée d'espèces connues ; il montre effectivement une fréquence non négligeable de mortalité des espèces arborées.

En période végétative et sous réserve d'une exportation contrôlée, les végétaux assimilent des nutriments en quantité non négligeable uniquement s'ils couvrent des surfaces importantes estimées à plusieurs m<sup>2</sup>/hab. C'est pourquoi l'assimilation par le végétal est à relativiser au regard de l'exiguïté relative de la surface disponible.

## 6.5. Un fonctionnement hydraulique soigné

L'enjeu consiste à utiliser la totalité de la surface disponible en lui apportant de l'eau de façon la plus homogène possible afin d'utiliser au maximum les capacités intrinsèques du milieu.

Il est donc nécessaire de répartir les eaux ; différents moyens sont envisageables : cheminement à faible pente et nombreux méandres, goulotte de distribution et légers seuils perpendiculaires au sens de l'écoulement, succession de bassins à faible profondeur, ...

Afin d'obtenir une évolution favorable de la qualité des eaux, il est conseillé d'accroître les temps de contact et de séjour en favorisant un écoulement lent et tout en évitant les zones « mortes ».

Les apports sont parfois tellement rapides du fait des débits instantanés apportés qu'ils conduisent à des ravinements localisés au sein même de la zone de dissipation ou dans les berges adjacentes à l'exutoire que l'on envisageait de protéger. Il est nécessaire d'y remédier.

## 6.6 Quelques suggestions d'aménagement

Objectif : rétention de MES

A l'aval des clarificateurs, il est possible que le rejet contienne occasionnellement des quantités importantes de MES du fait des pertes de boues accidentelles. Il conviendrait donc de concevoir la zone de dissipation en au moins deux sections distinctes, l'objectif de la 1<sup>ère</sup> section étant de retenir les boues. Elle doit donc être très facilement accessible afin de pouvoir curer les boues recueillies.

Objectif : priorité à l'infiltration

Pour le maintien de la perméabilité d'origine, il est mis en place en traitement d'eaux usées, des cycles alimentation-repos, facilitant ainsi, pendant les phases de repos la réoxygénation des pores tout en ressuyant la plus grande partie de l'eau libre. Cette mise en œuvre mériterait certainement d'être également suivie dans le cas des zones de dissipation végétalisées. C'est pourquoi, on peut envisager de construire 2 ouvrages équivalents et qui fonctionneraient en alternance selon des cycles à définir

## 7. Conclusion

Les zones de dissipation végétalisées sont désormais très nombreuses sur le territoire français puisqu'on en compte plus de 300 réparties dans 50 départements. Le plus souvent, leur construction est peu coûteuse et représente une part très modeste de l'investissement global. Le rapport très favorable entre les bénéfices attendus et leur coût de construction explique cet engouement.

Pourtant, les zones d'ombre sont très nombreuses : l'évolution dans le temps des capacités initiales d'infiltration, et tout particulièrement pour les sols qui sont mis en fonctionnement en conditions saturées est une des questions majeures. Qu'en est il également de l'enrichissement des sols ? Les mécanismes de rétention sont ils pérennes ?

Des travaux de recherche conduits sur plusieurs périodes végétatives devraient permettre de mieux cerner les mécanismes principaux. L'objectif est d'évaluer le rôle respectif des trois compartiments sol-végétal-eau permettant ainsi une hiérarchisation de leurs effets directs sur les paramètres qualifiant les objectifs attendus. Le but ultime consiste en la rédaction d'un guide de choix et de dimensionnement des différents ouvrages potentiels.