

ANNEXE 3 : Apports d'azote anthropiques sur les bassins

L'annexe 3 permet de synthétiser les estimations des apports d'azote anthropiques sur le bassin en séparant :

- les apports diffus (d'origine agricole) présentés dans l'annexe 3A ;
- les apports ponctuels présentés dans l'annexe 3B ;

L'annexe 3C présente les différentes couches qui composent le SIRS développé dans cette thèse.

3A : Evaluation des apports d'azote d'origine agricole

3A-1. Problématique

L'évaluation des masses d'azote apportées sur les surfaces agricoles est une étape indispensable pour toutes démarches de gestion intégrée des flux d'azote dans les eaux superficielles. Pour le développement du modèle de flux, cette information constitue l'une des entrées du modèle.

La première étape est la délimitation du périmètre d'étude pertinent pour estimer les masses d'azote apportées sur les terres agricoles (BENOIT et al., 1997). Pour la modélisation des flux dans les eaux superficielles, le bassin versant constitue l'unité pertinente. Il est délimité selon la topographie (bassin de l'Or) en y ajoutant éventuellement la zone d'alimentation karstique (cas du bassin de la Vène).

Sur ce périmètre, l'évaluation des apports d'azote sur les surfaces agricoles implique de répondre à deux questions suivantes :

Quelles sont les pratiques en matière de fertilisation azotée selon les types de culture ?

Quels sont les différents types d'occupation du sol et où sont-ils situés sur le bassin ?

La réponse à ces questions dépend de la taille du bassin considéré. On distingue trois niveaux de perception :

- bassin versant d'un millier de km² (approche régionale ou départementale) ;
- bassin versant de la dizaine à la centaine de km² (approche développée dans ce travail et dans les SAGE) ;
- bassin versant de l'ordre de l'hectare au km².

Ces trois échelles impliquent des sources de données adaptées pour estimer les masses d'azote utilisées et le type de surfaces agricoles :

- pour les approches de type régional ou départemental, l'objet caractérisé du point de vue des pratiques et des surfaces agricoles, va de la Petite Région Agricole (PRA) à la commune. L'occupation des sols de chacune d'entre elles peut-être définie par des données statistiques obtenues dans le cadre des RGA (Recensement Général Agricole). L'estimation des pratiques se fait à partir d'enquêtes sur un échantillon représentatif ;
- pour les bassins de l'ordre de la dizaine à la centaine de km², la commune peut être un objet spatial inadapté. En effet, des problèmes se posent en terme de cohérence entre les limites administratives d'une part et topographiques d'autre part. Ces problèmes de cohérence, négligeables à l'échelle régionale ne le sont plus à cette échelle d'étude. D'autre part, les données du RGA présentent un biais sur l'agrégation des données, qui se fait selon le siège de l'exploitation et pas selon l'appartenance cadastrale à une commune. Là encore, l'effet de ce biais n'est plus négligeable à cette échelle.

Par conséquent, on utilise les techniques de télédétection (photos aériennes et/ou imageries satellitales) pour caractériser l'occupation du sol. L'objet spatial d'étude est ainsi soit la parcelle (identifiée sur photos aériennes) soit le groupe de pixels homogènes (issus des classifications d'images satellitales).

Les pratiques en terme de fertilisation azotée à rattacher à chaque objet spatial sont déterminées par enquêtes (partielles ou exhaustives selon la taille du bassin et les moyens mis en œuvre) ;

- Pour les bassins de l'ordre de l'hectare au km², l'objet d'étude est la parcelle. Avec les progrès de l'agriculture de précision, la connaissance des apports azotés peut être spatialisée à l'intérieur de la parcelle (BAXTER et al., 2001).

Les bassins d'étude (269 km² pour le bassin de Thau et 348 km² pour le bassin de l'Or) correspondent à la deuxième échelle de perception précédemment définie.

Par conséquent, les techniques de télédétection vont être utilisées pour déterminer l'occupation du sol. Par rapport à la photo-interprétation, la classification d'images satellitales présente l'intérêt de traiter automatiquement une zone étendue après apprentissage à partir de données de terrain. En raison de la surface des sites d'étude on préférera l'utilisation d'images satellitales aux photos aériennes.

Concernant l'estimation des pratiques agricoles, la taille des bassins ne permet pas une enquête exhaustive. Le recours à une étude partielle statistiquement représentative de l'ensemble de la zone est indispensable.

Une étude de ce type a été menée par la Chambre d'Agriculture de l'Hérault (CA 34, 2000a), (CA 34, 2000b). Elle concerne le suivi et l'évaluation des pratiques agricoles en matière de fertilisation azotée et a été réalisée dans le cadre de l'application de la directive européenne sur les zones vulnérables. Cette étude a pour intérêt d'avoir été réalisée durant la même période (1997-1998 ; 1998-1999) que le suivi des flux d'azote sur l'un des sites d'étude (celui du bassin de l'Or).

Comme il a été précisé dans la partie B de ce mémoire, une classification d'images satellitales préexistait sur le bassin de Thau. Ce travail est issu de l'analyse d'images SPOT de l'année 1996. Au vu de la dynamique d'urbanisation de ce bassin, nous avons estimé cette information suffisante pour en discriminer les différents types d'occupation du sol.

Contrairement au bassin de Thau, celui de l'Or a subi une très forte urbanisation liée au développement de la ville de Montpellier située juste à l'Ouest. Cette dynamique implique, à nos yeux, de réactualiser la cartographie de 1996. Par conséquent, dans le cadre de ce travail de thèse, l'occupation du sol 2000 a été déterminée à l'aide d'une classification d'images satellitales SPOT.

Quels thèmes retenir à la fois sur la classification préexistante sur Thau et sur celle menée sur l'Or ? On ne tient pas compte dans la présente discussion des thèmes urbains et zones naturelles qui sont extraits à partir des images mais qui ne rentrent pas dans cette composante agricole.

La réponse à la précédente question est bien sûre fonction de la problématique de flux d'azote. La question se formule alors ainsi : quels thèmes sont pertinents pour évaluer les masses d'azote apportées par l'agriculture ?

Le choix des thèmes à retenir dépend tout d'abord de la possibilité d'extraire l'information à partir de l'image (selon la taille des parcelles, le type de capteurs et la date et le nombre d'images).

Le choix des thèmes pertinents dépend aussi de la finesse de l'étude des pratiques culturales. Il ne sert à rien de différencier des thèmes d'occupation du sol pour lesquels on ne pourrait rattacher une pratique culturale donnée.

3A-2. Détermination des pratiques agricoles

L'analyse statistique des pratiques agricoles en matière de fertilisation azotée, réalisée par la Chambre d'Agriculture de l'Hérault, a porté sur un échantillon de 79 agriculteurs pour une population estimée à 400. Elle s'est déroulée en deux phases successives (1997-1998; 1998-1999). L'échantillon est représentatif en terme de répartition communale et d'Organisation Technico-Economique d'Exploitation (OTEX).

Cette étude constitue une première évaluation des pratiques et devrait être pérennisée pour détecter d'éventuelles modifications durables des pratiques.

Les deux paragraphes suivants permettent de synthétiser les résultats de cette analyse de façon à les intégrer dans la démarche de modélisation des flux d'azote.

3A-21. Les types de cultures différenciées

Cinq postes différents sont distingués dans l'étude pour représenter l'ensemble des activités agricoles sur la zone vulnérable de Maugio-Lunel :

- la vigne ;
- les vergers ;
- le maraîchage ;
- les grandes cultures ;
- et l'élevage.

Ces postes peuvent correspondre à une seule culture (vigne) ou en regrouper plusieurs :

- maraîchage : légumes (salades, asperges, etc ...) et fruits (melons, fraises, etc ...) ;
- grandes cultures : les cultures d'hiver (blé) et de printemps (maïs).

3A-22. Résultats de l'étude en terme de pratiques agricoles

La première information indispensable dans l'optique du calcul des flux d'azote est la connaissance de la période des apports d'azote. On cherche grâce à cette information à répondre à la question suivante : selon le type de culture, à quelle époque de l'année a lieu la fertilisation azotée ?

Les résultats de l'étude peuvent être résumés par la figure 3A-28.

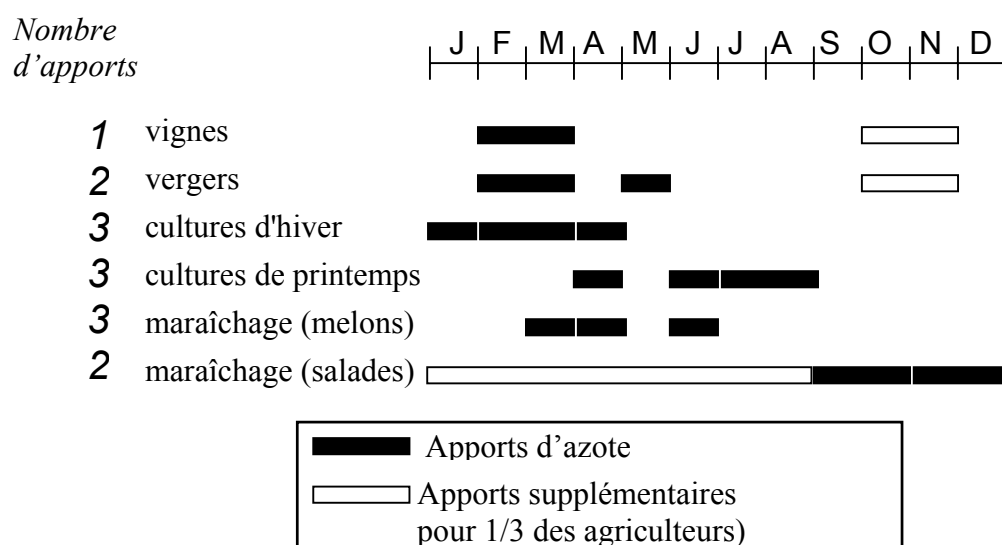


Figure 3A-28 : Périodes d'apports azotés

Les résultats de l'analyse montrent, de la part des agriculteurs échantillonnés, un comportement prédominant concernant la période d'apports azotés. Toutefois, pour un tiers des agriculteurs enquêtés, s'ajoute à ces dates (figurées en noir) un apport supplémentaire (figuré en blanc).

En terme de modélisation, il est possible de considérer une dynamique d'apports variable selon les cultures. Toutefois, la précision temporelle de cette donnée est encore grossière. En effet, les plages d'apports sont importantes (de l'ordre du mois). Pour une année donnée, la date précise à laquelle l'agriculteur apporte réellement de l'azote va dépendre de l'avancée de la culture, elle-même fonction des antécédents climatiques (ensoleillement, température, précipitation, etc ...).

Par conséquent, l'utilisation de cette information va nécessiter un fractionnement purement conceptuel de la quantité d'azote apportée sur la totalité de la plage d'apports.

L'un des objectifs de l'étude réalisée par la Chambre d'Agriculture, est de vérifier la différence entre les pratiques réelles et les apports préconisés par les conseillers techniques en terme de masses d'azote apportées.

Ces préconisations, basées sur des méthodes de diagnostic entre apports et besoins des cultures, permettent d'éviter des apports en surplus qui augmentent les risques de contamination du milieu aquatique. On peut citer à ce titre la méthode de diagnostic BASCULE (Balance Azotée Spatialisée des systèmes de CULTure de l'Exploitation) (BENOIT, 1992).

Le tableau 3A-2 permet de synthétiser les principaux résultats de l'étude réalisée par Chambre d'Agriculture 34 (DAURIAC, 2000).

Critères	Vigne	Vergers	Cultures d'hiver	Cultures de printemps	Maraîchage
Nombre d'enquêtés	25	27	30	13	27
Surface moyenne	10 ha	8.5 ha	15.5 ha	15.5 ha	10 ha
Dose médiane annuelle d'azote	24 kg/ha	102 kg/ha	190 kg/ha	134 kg/ha	100 kg/ha
Ecart type	18 kg/ha	43.5 kg/ha	34.3 kg/ha	42.8 kg/ha	104.3 kg/ha
Nombre d'apport	1	2	3	3	2 - 3
Taux d'enherbement d'inter-rang	10%	83%	-	-	-
Taux de fertilisation organique	50%	57%	12%	12%	74%
Taux de restitution des résidus	-	89%	85%	85%	-

Tableau 3A-2 : Résultats des pratiques de fertilisation azotée, d'après (DAURIAC, 2000)

L'élevage est représenté essentiellement sur l'étang de l'Or par les manades. Ces exploitations de chevaux de Camargue sont de type extensif (moins d'une UGB, Unité Gros Bovin, pour deux hectares). L'évaluation du nombre d'animaux concerné par ce type d'élevage est rendue difficile du fait du nomadisme des manadiers (sur l'ensemble du département de l'Hérault, la DDAF estimait à 3 000 le nombre de chevaux en 1992).

Toutefois en raison du caractère extensif de ce type d'élevage, nous ne retiendrons pas cette activité pour le calcul des apports d'azote.

3A-3. Détermination de l'occupation du sol

3A-31. Bassin versant de l'étang de Thau

La source d'information la plus récente concernant l'occupation du sol du bassin de l'étang de Thau est issue du travail de SAGOT (SAGOT, 1999).

L'objectif de cette étude consistait à cartographier l'occupation des sols des zones humides du Languedoc-Roussillon et de leur bassin versant associé à l'aide des techniques de traitement d'images satellitales.

Pour répondre à cet objectif, quatre images satellitales de type SPOT 3 (en mode multispectral) ont été acquises en 1996 pour couvrir la totalité de la région Languedoc-Roussillon. La prise de vue de ces 4 images s'est faite durant le mois de mai. Pour chaque zone de la région (et donc le bassin de Thau), la classification est donc de type mono-date.

Des données exogènes ont été collectées pour améliorer la phase de classification de l'occupation du sol :

- base de données Corine Land Cover de 1988 (au 1/100 000) ;
- base de données Scan 25® de l'IGN ;
- base de données Carto® de l'IGN ;
- base de données Topo® de l'IGN ;
- modèle numérique de terrain de l'IGN ;
- rapports et cartes d'occupation des sols de 1996 au 1/25 000 sur la zone des étangs palavasiens de Sète au Grau du Roi ;
- vérités terrain sur les zones humides (EID) ;
- vérités terrain sur les territoires agricoles (DIREN).

La typologie retenue dans ce travail s'inspire de la nomenclature CORINE Land Cover niveau 4 (HEYMANN, 1993) et de l'occupation des sols des étangs palavasiens (ANONYME, 1996). On distingue donc 5 thèmes principaux avec des subdivisions :

- territoires artificialisés (15 sous-thèmes) ;
- territoires agricoles (8 sous-thèmes) ;
- forêts et milieux semi-naturels (10 sous-thèmes) ;
- zones humides (6 sous-thèmes) ;
- surfaces en eau (6 sous-thèmes).

Dans le cadre du travail de thèse, un regroupement pertinent de ces nombreuses classes doit être réalisé.

On retient donc par rapport à la typologie des enquêtes sur les pratiques azotées :

- Quatre thèmes non-agricoles (territoires urbanisés, prés friches et zones humides, milieux naturels, et surface en eau) ;
- Vigne ;
- Vergers ;
- Grandes cultures ;
- Maraîchage.

On remarque que le choix d'une classification ne permet pas de discriminer les cultures d'hivers et de printemps au sein du thème Grandes cultures.

Les résultats suivants portent sur la qualité de la classification de l'occupation du sol sur Thau (SAGOT, 1999). Cet auteur utilise plusieurs indicateurs de précision qu'il est utile de définir.

Les résultats statistiques peuvent être représentés par des matrices de contingence, encore appelées matrices de confusion et sous forme d'indicateurs de précision.

Les matrices de confusion sont déterminées de la façon suivante.

		Document de référence = parcelles de contrôle				
		i = 1	i = 1	...	i = n	total
Image obtenue par classification	i = 1	x11	x12	...	x1n	x1
	i = 2	x21	x22	...	x2n	x2

	i = m	xm1	xm1	...	xmn	xm
	Total	x1	x2	...	xn	

Avec :

- x_{in} : nombre de pixels appartenant à la classe i sur l'image brute et inclus dans la parcelle de contrôle du thème n sur le document de référence ;
- x_{mi} : nombre de pixels appartenant à la parcelle de contrôle du thème i sur le document de référence et inclus dans la classe m sur l'image brute.

Figure 3A-29 : Structure d'une matrice de confusion

Des indicateurs de précision sont issus de fonctions mathématiques portant sur les matrices de confusion.

On distingue successivement :

- les calculs par classe ;
- les calculs sur l'ensemble des classes ;
- le calcul du coefficient de Kappa

Au sein des calculs par classes on identifie :

- l'erreur de commission, EC_i , ou précision statistique, qui prend uniquement en compte le rapport des surfaces, pour un thème donné, entre la référence et l'image classée :

$$EC_i = \frac{x_{ii}}{x_i} * 100 \quad \text{Équation 3A-2}$$

avec x_{ii} : nombre de pixels correctement classés
et x_i : total de la ligne

- l'erreur d'omission, EO_i , ou précision géographique, qui porte sur les superficies et sur la localisation géographique :

$$EO_i = \frac{x_{ii}}{x_i} * 100 \quad \text{Équation 3A-3}$$

avec x_{ii} : nombre de pixels correctement classés
et x_i : total de la colonne

		Terrain				
		Blé	Maïs	Eau	Forêt	Total
Classification	Blé	310	0	0	5	315
	Maïs	40	130	0	10	180
	Eau	0	0	10	0	10
	Forêt	0	10	5	150	165
	Non classé	0	5	0	10	15
	Total	350	145	15	175	685

Dans cet exemple, la précision statistique (ou erreur de commission) pour un thème donné, se lit par ligne. Par exemple, la précision statistique du blé dans la classification est de $310/315 = 90\%$. La précision cartographique (ou erreur d'omission) se lit par colonne. Pour le blé, la précision cartographique est de $310/350 = 88.6\%$.

Au sein des calculs sur l'ensemble des classes, on distingue :

- la précision globale, PG, qui correspond à la proportion de points correctement classés :

$$PG = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ii}}{x_{..}} * 100 \quad \text{Équation 3A-4}$$

avec $\sum x_{ii}$: total de la diagonale de la matrice
et $x_{..}$: nombre total de pixels vérifiés

- l'erreur de commission moyenne, EC, et l'erreur d'omission moyenne, EO, sur l'ensemble des n classes.
- L'erreur de commission combinée, ECC, et l'erreur d'omission combinée, EOC :

$$ECC = \frac{EC + PG}{2} \quad \text{Équation 3A-5}$$

$$EOC = \frac{EO + PG}{2} \quad \text{Équation 3A-6}$$

Le coefficient Kappa prend en compte les valeurs hors diagonale de la matrice contrairement à la précision globale (PG) :

$$K = \frac{(x_{..}) \sum_{i=1}^n x_{ii} - \sum_{i=1}^n (x_{i.}) * (x_{.i})}{(x_{..})^2 - \sum_{i=1}^n (x_{i.}) * (x_{.i})}$$

Équation 3A-7

avec $\sum x_{ii}$: total de la diagonale de la matrice
 $x_{i.}$: total de la colonne
 $x_{.i}$: total de la ligne
 et $x_{..}$: nombre total de pixels

Nous ne présentons ici que les résultats concernant les territoires agricoles.

	Sols nus	Céréaliculture	Maraîchage	Vignobles	Vergers	Total
Sols nus	39	0	2	36	1	718
Céréaliculture	9	97	6	41	22	172
Maraîchage	9	0	223	123	13	368
Vignobles	46	5	106	430	32	619
Vergers	0	29	0	0	122	151
Total	103	131	337	630	190	1391

Tableau 3A-3 : matrice de contingence

	Sols nus	Céréaliculture	Maraîchage	Vignobles	Vergers
Sols nus	37.9	0	0.6	5.7	0.5
Céréaliculture	8.7	74	1.8	6.5	11.6
Maraîchage	8.7	0	66.2	19.5	6.8
Vignobles	44.7	3.8	31.5	68.3	16.8
Vergers	0	22.1	0	0	64.2
Total	100	100	100	100	100

Tableau 3A-4 : matrice de confusion par omissions

	Sols nus	Céréaliculture	Maraîchage	Vignobles	Vergers	Total
Sols nus	50	0	2.6	46.2	1.3	100
Céréaliculture	95.1	55.4	63.4	23.4	12.6	100
Maraîchage	92.4	00	60.6	33.4	3.5	100
Vignobles	467.4	50.8	17.1	69.5	5.2	100
Vergers	0	19.2	0	0	80.8	100

Tableau 3A-5 : Matrice de confusion par commissions

Précision globale (PG) : 65.49%
Erreur de commission moyenne (EC) : 62.11%
Erreur d'omission moyenne (EO) : 63.26%
Erreur de commission combinée (ECC) : 63.8%
Erreur d'omission combinée (EOC) : 64.38%
Coefficient Kappa (K) : 0.51

L'analyse des matrices de confusion montre une grosse confusion de discrimination entre les thèmes sols nus et vigne (seuls 50% des surfaces de sols nus sont correctement déterminés) et de localisation (seuls 37.9% des sols nus sont correctement localisés par rapport à la référence).

Cette confusion est due à l'utilisation d'une unique date de prise de vue (mai). Selon l'état végétatif de la vigne, le mode culture (palissé, en gobelet), l'orientation des rangs et la largeur de l'inter-rang, une confusion entre la vigne et le sol nu est souvent constatée après traitement d'images.

Le thème céréaliculture est légèrement sous-estimé (74% correctement identifiés) en faveur des vergers. En terme de localisation, ce thème est largement sous estimé (55.4% correctement localisés par rapport à la référence) en faveur du vignoble et des vergers.

Le thème maraîchage est légèrement sous estimé en terme de discrimination (60.6% correctement déterminés) et en terme de localisation (66.2% correctement localisés par rapport à la référence).

Le thème vignoble est lui aussi légèrement sous estimé en terme de discrimination et localisation (respectivement 69.5% et 68.3%).

Le thème verger est correctement identifié (80.8%) mais présente des confusions de localisation (64.2%).

La valeur du coefficient Kappa, relativement moyen (0.51), résume les remarques précédentes en terme de qualité d'extraction et de localisation des thèmes agricoles retenus. L'utilisation de plusieurs images acquises à différentes dates de l'année permettrait d'améliorer la qualité d'extraction.

Pour conclure, l'étude des matrices de confusion met en évidence des confusions radiométriques entre thèmes agricoles. Celles-ci sont dues :

- d'une part, à la date unique de l'image traitée (mai) qui ne permet pas de discriminer des thèmes très proches à cette date du point de vue radiométrique ;
- d'autre part, au parcellaire de petite dimension (maraîchage et viticulture notamment) qui rend la recherche de pixels "purs" délicate.

Concernant le dernier point, l'absence d'une information parcellaire sur l'ensemble du bassin ne permet pas de tenter des approches alternatives de type "cœur de parcelles" pour améliorer la qualité de la classification (PUECH, 2000).

3A-32. Bassin versant de l'étang de l'Or

L'étude présentée ci-dessus couvre également le bassin de l'Or. Son utilisation pour décrire l'occupation du sol de ce bassin a été dans un premier temps envisagée. Cependant, en raison de la forte urbanisation qui affecte ce bassin depuis les dernières années, une description réactualisée de l'occupation du sol est nécessaire.

Dans le cadre de ce travail de thèse, une remise à jour de l'occupation du sol pour l'année 2000 est donc réalisée.

Le choix de la source d'information s'est porté sur des images satellitaires (taille du bassin, niveau de précision requis) de type SPOT (résolution 20 m).

Pour obtenir l'occupation du sol plusieurs étapes ont été nécessaires et sont successivement décrites :

- précision attendue et nomenclature ;
- choix du nombre d'images et dates d'acquisition ;
- méthode de classification supervisée ;
- évaluation de la qualité de la classification.

La nomenclature retenue doit être pertinente avec les résultats de l'enquête des pratiques azotées réalisée par la Chambre d'Agriculture. Par conséquent, les thèmes suivants doivent pouvoir être distingués après la classification d'images satellitaires :

- thèmes non agricoles (urbain, zones industrielles - commerciales, zones humides, milieu naturel, eau) ;
- vigne ;
- vergers ;
- maraîchage ;
- cultures d'hiver ;
- cultures de printemps.

L'analyse des travaux de classification de thèmes agricoles à partir d'images satellitaires montre que l'acquisition d'images à plusieurs dates permet d'améliorer la qualité de la classification (MAUREL, 1991). Une classification multi-dates permet en effet de discriminer des thèmes différents qui, à une date donnée, peuvent présenter des réponses radiométriques très proches.

L'approche multi-dates est donc retenue pour parvenir à l'objectif de classification des surfaces agricoles. Pour des raisons évidentes de coûts d'acquisition, le nombre d'images doit être limité et leur date d'acquisition pertinente.

Le choix du nombre et la date sont fortement liés à la nomenclature retenue.

Des travaux similaires sur les territoires agricoles méditerranéens montrent que les dates de juin et d'août sont les plus riches pour discriminer les thèmes agricoles précédemment retenus (MAUREL, 1991). En effet, en juin les cultures d'hiver sont moissonnées, les cultures de printemps sont en fleurs et les vergers en pleine végétation. L'acquisition d'une image

satellitale en mars permet de faciliter la discrimination de la vigne qui ne présente pas encore de végétation.

Trois dates d'acquisition sont ainsi retenues : mars, juin et août. En fonction de la couverture nuageuse et de la disponibilité des satellites SPOT, les trois images ont été commandées à la société SPOT IMAGE pour les dates suivantes :

- 24 avril 2000 ;
- 2 juin 2000 ;
- le 27 juillet 2000.

On distingue classiquement deux méthodes pour extraire les différents thèmes d'occupation du sol à partir d'images satellitales :

- la classification automatique. Cette méthode présente l'intérêt d'extraire des zones de propriétés spectrales analogues directement à partir de l'image. Des algorithmes permettent de distinguer les groupes statistiquement cohérents. Toutefois, cette méthode n'utilise pas de données de terrain dans le processus de classement de l'image. Les différentes classes ne sont donc pas rattachées à un thème d'occupation du sol ;
- au contraire, la classification supervisée ou dirigée intègre des données de terrain dans le processus de classement. On utilise en effet, une zone d'apprentissage pour associer une réponse spectrale à un thème observé sur le terrain. Après l'étape d'apprentissage, la classification est appliquée sur le reste de la zone. La qualité d'une telle classification est obtenue en confrontant l'occupation du sol issue de l'image avec des données de terrain n'ayant pas servi à la phase d'apprentissage.

C'est cette deuxième méthode qui est retenue dans cette étude. Pour mener à bien cette classification, une campagne de terrain a permis d'échantillonner 441 ha répartis aléatoirement soit 1.3 % de la surface du bassin de l'Or. L'objet cartographié lors de ces suivis est la parcelle ou la zone homogène pour un thème donné (centre urbain).

Deux tiers des zones homogènes servent à la phase d'apprentissage et le tiers restant permet le contrôle et l'évaluation de la qualité de la classification.

Sur chaque image, l'indice de végétation (NDVI) est calculée. A partir des trois indices, une composition colorée diachronique est réalisée (bleu pour avril, vert pour juin et rouge pour juillet).

On obtient ainsi une information directe par lecture de cette composition :

- une parcelle de couleur blanche signifie ainsi un fort NDVI et donc une forte croissance végétale aux trois dates (cas des vergers par exemple) ;
- une parcelle jaune signifie de la même façon une forte croissance en juin et août mais faible en avril (cas de la vigne) ;
- les cultures d'hiver apparaissent en bleu sur la composition puisqu'elles sont encore en place en avril mais sont récoltées en juin.

Le processus de classification repose donc sur cette composition colorée et sur les données de terrain.

Après classement de l'image, un filtre carré (3 par 3) est utilisé pour éliminer les pixels isolés au milieu d'un thème donné dont la taille (20 m par 20m) n'est pas pertinente.

La phase de contrôle de la classification est effectuée à l'aide du tiers des surfaces échantillonnées (298 ha soit 0.9 % de la surface totale du bassin). Certains thèmes faiblement représentés sur le bassin versant (cultures d'été et maraîchage sous abri) ne permettent pas d'estimer leur précision.

Le tableau 3A-6 est une synthèse des résultats obtenus thème par thèmes.

	Zones artificialisées	Vignes	Vergers	Cultures d'hivers	Maraîchage	Naturel et prés	Eau
Précision cartographique	72%	58%	85%	90%	59%	83%	66%

Tableau 3A-6 : Estimateur de précision de la classification (DAURIAC, 2000)

La qualité globale de la classification peut être estimée à partir des indices suivants.

Précision moyenne	73.5%
Précision moyenne agricole	73%

Tableau 3A-7 : Qualité de la classification (DAURIAC, 2000)

Au vu des résultats plusieurs commentaires peuvent être faits :

- les indices de qualité obtenus sont supérieurs à ceux obtenus avec le précédent travail sur la même zone (SAGOT, 1999). La meilleure discrimination est obtenue grâce à l'utilisation d'images acquises aux différents stades de développement des cultures;
- toutefois, par comparaison avec des travaux similaires sur la région (MAUREL, 1991), la précision de la classification pour les thèmes agricoles est en deçà de ce qu'on pouvait attendre. Des techniques complémentaires pourraient en effet améliorer la classification (utilisation de masques successifs pour extraire, au mieux, les thèmes par image ou par combinaisons d'images). Ces techniques n'ont pu être testées faute de temps.

A l'issue de cette étape de classification, une cartographie de l'occupation du sol du bassin de l'Or pour l'année 2000 est disponible.

3A-4. Discussion

L'évaluation des apports d'azote d'origine agricole implique donc deux types de données :

- une connaissance des pratiques agricoles en matière de fertilisation azotée ;
- une description de l'occupation du sol de la zone étudiée.

L'objectif est d'associer une pratique à un objet spatial donné (parcelle, groupe de pixels homogènes, sous-bassin versant, etc ...).

Plusieurs hypothèses doivent être faites dans ce travail pour parvenir à cet objectif :

- la source d'information sur les pratiques en matière de fertilisation azotée est une enquête non géoréférencée. Par conséquent, une hypothèse d'homogénéité des pratiques par culture doit être faite ;
- on suppose également que l'échantillon sondé dans l'enquête est représentatif de la population de l'Or (ce qui est vérifié par la Chambre d'Agriculture (CA 34, 2000a)) et de celle de Thau (ce qui est confirmé par les animateurs et conseillers techniques des Organismes Professionnels Agricoles OPA (DAURIAC, 2000)) ;

La cartographie des différents types de cultures issue de la classification des images SPOT présente des erreurs. Par conséquent, son utilisation dans le modèle comme entrée du modèle va générer une propagation de ces erreurs sur les variables de sortie.

Dans quelles mesures, les variables de sortie du modèle (comme la masse exportée) sont influencées par une mauvaise description locale du bassin ?

Pour être complet, la phase de sensibilité du modèle doit permettre de répondre à cette question. Une approche consiste à faire varier aléatoirement l'occupation du sol dans le domaine d'incertitude des différentes cultures. Concernant les pratiques, l'hypothèse d'homogénéité peut être affinée en utilisant une loi de répartition pour chaque culture en fonction de la médiane et de l'écart type des apports spécifiques (en kg/ha/an). Il est alors possible d'étudier la sensibilité des variables de sortie du modèle à ces "fourchettes" hautes et basses en terme d'apports d'azote.

3B : Evaluation des rejets ponctuels domestiques et industriels

L'estimation des flux d'azote exportés par le bassin nécessite d'évaluer la contribution des rejets ponctuels en terme de masses d'azote rejetées vers le milieu aquatique. On distingue classiquement dans les rejets ponctuels : les apports industriels et domestiques.

3B-1. Apport Industriels

La méthode de détermination des éventuels rejets industriels a consisté à étudier les fichiers de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse concernant les installations soumises à autorisation de rejet azotés. Cette étude exhaustive permet de retenir, sur le bassin de l'Or, deux industries qui génèrent un effluent azoté. La déclaration de rejets permet d'apprécier l'importance du flux. La vinaigrerie de Lunel rejette ainsi 180 g/j d'azote (soit une dizaine d'Equivalent habitant) alors que la conserverie de Vendargues rejette plus de 3 kg (plus de 250 Equivalent habitant).

Activités	Localisation	Bassin versant	Rejet azoté	Equivalent -Habitants	Devenir
vinaigrerie	Lunel	Or	180 g/j	10	Station de Lunel
conserverie	Vendargues	Or	3 kg/j	250	Station de Vendargues

Tableau 3B-8 : Caractéristiques des rejets ponctuels industriels non viticoles

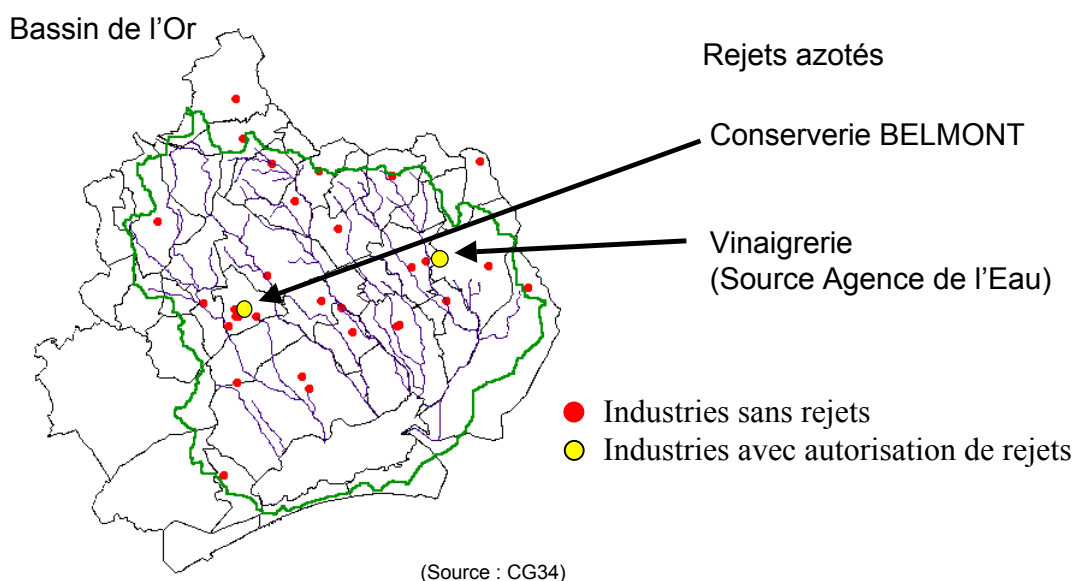


Figure 3B-30 : Localisation des industries avec autorisation de rejets

Dans le contexte viticole des deux bassins d'étude, il convient de prendre en compte les rejets industriels des caves coopératives. Ces rejets ont pour seule origine le lavage des cuves au cours du processus de vinification. Ces rejets sont particulièrement chargés en matière organique et présentent ainsi une carence relative en azote et phosphore par rapport à un effluent domestique. Plusieurs filières de traitement des effluents sont utilisées sur les deux bassins versants. Le tableau 3B-9 résume les caractéristiques des caves coopératives du bassin de Thau et de l'Or.

Commune	Bassin versant	Traitements des effluents	Volume vinifié (1999) (hl)
MONTBAZIN	Thau	Bassin d'évaporation	36 901
GIGEAN	Thau	Bassin d'évaporation	145 490
VILLEVEYRAC	Thau	Bassin d'évaporation	75 537
MEZE	Thau	Bassin d'évaporation	35 656
PINET	Thau	Bassin d'évaporation	51 540
MARSEILLAN	Thau	Bassin d'évaporation	104 932
POMEROLS	Thau	Bassin d'évaporation	49 746
MUDAISON	Or	Réseau communal	7 000
ST GENIES	Or	Epandage agricole	62 000
ASSAS	Or	Bassin d'évaporation	66 258
BAILLARGUES	Or	Réseau communal	10 009
LANSARGUES	Or	Bassin d'évaporation	22 000
LUNEL	Or	Réseau communal	6 417
ST CRISTOL	Or	Bassin d'évaporation	30 907
VERARGUES	Or	Bassin d'évaporation	13 101
VENDARGUES	Or	Pré-traitement + Réseau communal	119 953
MAUGUIO	Or	hors bassin	35 000

Tableau 3B-9 : Volumes vinifiés et devenir des effluents des caves coopératives

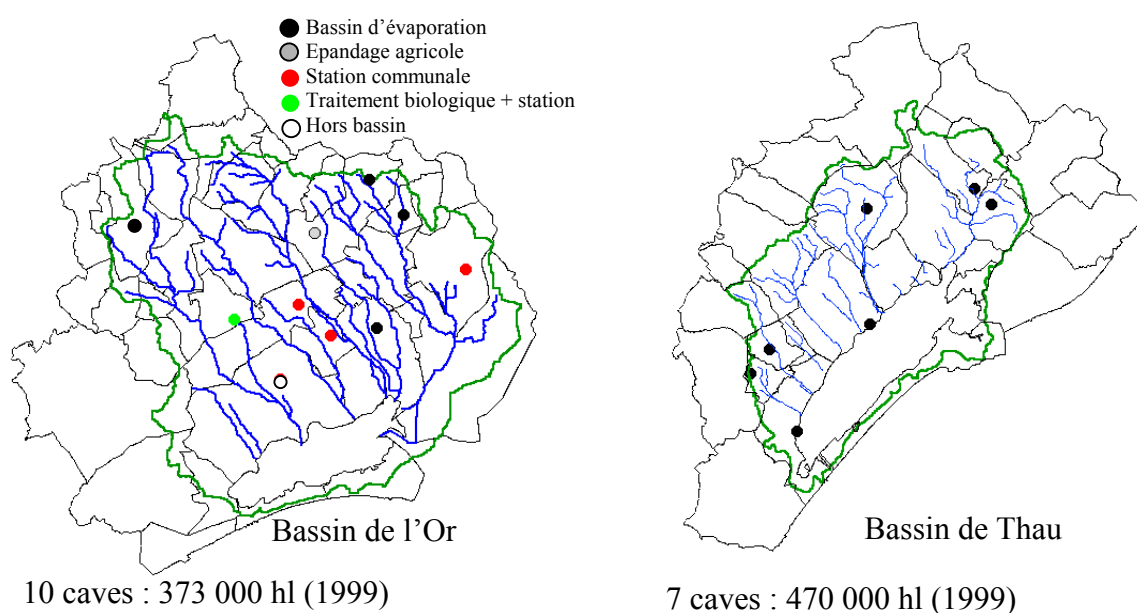


Figure 3B-31 : Localisation des caves coopératives et type de traitements des effluents (source Conseil Général de l'Hérault)

Parmi l'ensemble des caves coopératives des deux bassins d'étude, deux groupes peuvent être identifiés en fonction du traitement des effluents :

- les caves disposant d'un bassin d'évaporation qui théoriquement permet un rejet zéro vers le milieu aquatique. Dans le modèle, ce type de rejets est donc considéré comme nul. Cette absence de rejets suppose un entretien suffisant des ouvrages. Depuis 1995, un programme d'équipement de bassins d'évaporation des caves coopératives a été initié par l'Agence de l'Eau ;
- les caves rejetant les effluents dans la station d'épuration communale (directement ou après un pré-traitement biologique). Les effluents sont traités directement par la station d'épuration communale ou prétraités (cave de Vendargues pour laquelle, une station de pré-traitement a été conçue pour diminuer la charge polluante des effluents avant traitement dans la station de Vendargues). L'arrivée des effluents viticoles dans une station d'épuration rend la gestion de l'ouvrage délicate de par leur caractéristique (forte teneur en matière organique). De plus, l'apport journalier en période de vendange peut atteindre 5 kg d'azote (de l'ordre de 500 Equivalent-habitant) pour un volume vinifié annuel de 100 000 hl. Cette charge est à ajouter à la charge domestique. Il est possible d'estimer l'apport azoté à la station communale grâce à des ratios volume d'effluents - teneur en azote comme nous allons le préciser ci-dessous (PICOT et CABANIS, 1998)
- Valorisation des effluents par épandage agricole (cave coopérative de Saint Geniès des Mourgues). Dans ce cas, l'apport n'est pas pris en compte en terme de rejets ponctuels puisqu'il est déjà estimé dans le volet agricole.

Ne disposant pas du suivi systématique des rejets de caves qui atteignent le réseau communal, une méthode qualitative d'estimation des flux journaliers est proposée. Celle-ci se base sur les travaux de PICOT qui portent sur le suivi de la cave de Vendargues (bassin versant de l'Or) (PICOT et CABANIS, 1998). Cette méthode part du principe que seul le volume vinifié est disponible auprès des gestionnaires des caves particulières (les tentatives d'estimation des volumes d'eau consommés ont montré la difficulté de l'exercice (GRENIER et al., 1998)). Ces auteurs insistent sur la grande variabilité journalière des volumes et teneurs de ces rejets. Toutefois, dans une approche qualitative d'estimation du flux journalier d'azote des grandes tendances peuvent être dégagées :

- le ratio départemental **volume vinifié/volume d'effluent** est de l'ordre de **0.36** (alors qu'il est proche de 1 dans d'autres vignobles français);
- la teneur en DCO est de 255 g/hl vinifié durant les vendanges, 105 g/hl durant le soutirage et 90 g/hl pendant le reste de l'année.
- le rapport DBO₅/DCO est de l'ordre de 0.6 pendant les vendanges et 0.5 pendant le soutirage et durant le reste de l'année;
- le rapport DBO₅/N est égale à 100/0.7 durant les vendanges et 100/2 durant le soutirage et le reste de l'année.

La figure 3B-32 illustre l'application de cette méthode sur le cave de Vendargues.

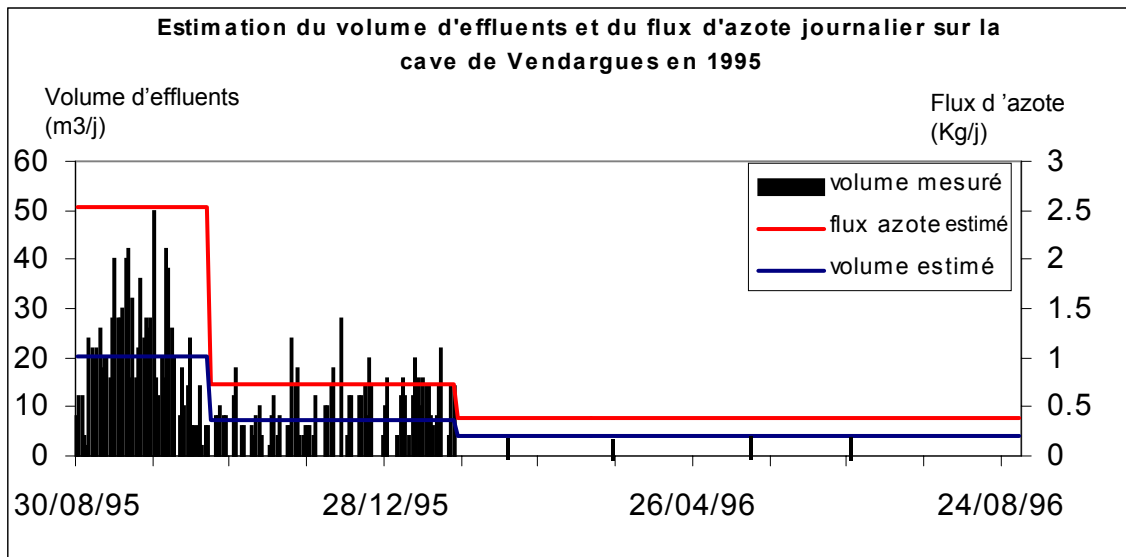


Figure 3B-32 : Estimation du flux journalier moyen d'azote à partir du volume vinifié sur la cave coopérative de Vendargues

Les volumes journaliers d'effluents disponibles sur la cave de Vendargues mettent en évidence la capacité de la méthode qualitative d'estimation du flux moyen journalier.

Il faut préciser que dans une démarche d'évaluation de l'impact sur le milieu récepteur, la méthode proposée serait inadéquate car elle ne permet pas de prévoir un pic journalier dont le rejet direct dans l'environnement est catastrophique.

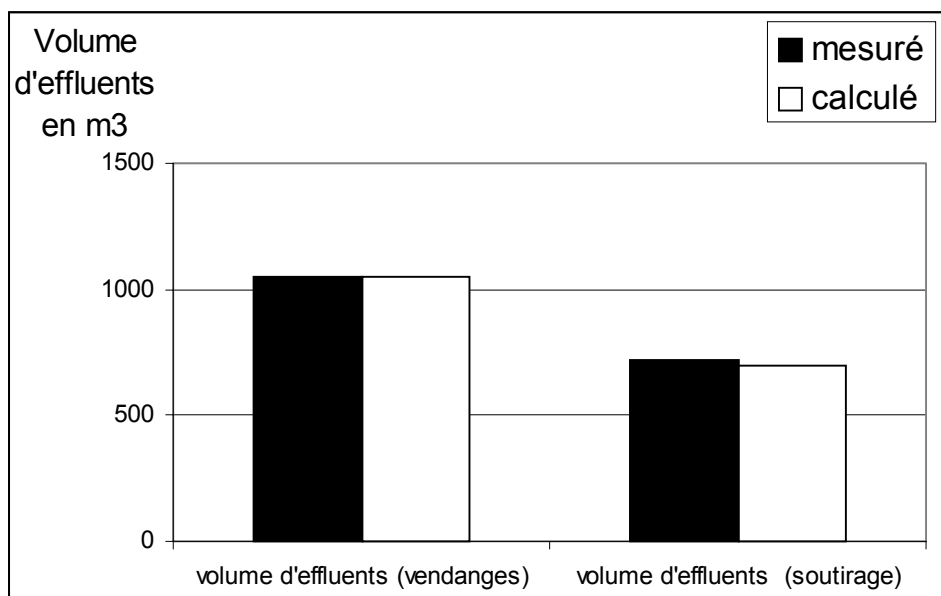


Figure 3B-33 : Comparaison des volumes mesurés/calculés pour les vendanges et le soutirage

Le suivi plus lâche durant le reste de l'année ne permet pas de valider la méthode hors période de vendange et de soutirage. Toutefois ces deux périodes d'intense activité représentent 65% du volume d'effluents rejetés.

Le flux d'azote journalier ainsi estimé peut avoir plusieurs devenirs en fonction du type de traitement des effluents.

Pour clore ce chapitre des effluents viticoles, il est nécessaire d'aborder la question des caves particulières. Une étude de la DDAF de l'Hérault montre que le nombre de caves particulières et le volume vinifié sont loin d'être négligeables.

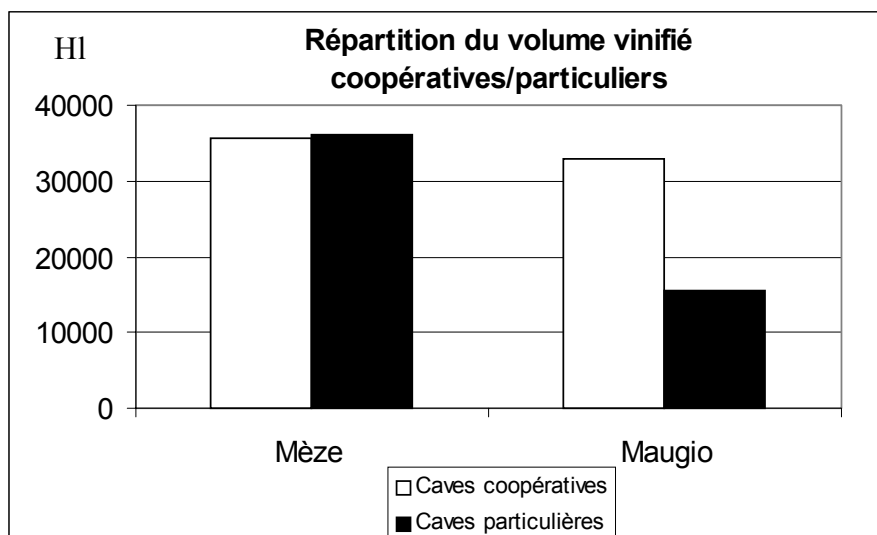


Figure 3B-34 : Poids des caves particulières pour deux communes de la zone d'étude

La prise en compte de ces rejets dans l'architecture que nous avons définie pose problème. En effet, ces caves sont répertoriées selon un découpage administratif communal. Aucune cartographie exhaustive de ces caves ne permet de les caractériser selon le découpage fonctionnel retenu (bassin et sous-bassin versant). La solution classique mais pas totalement satisfaisante consiste à associer le flux de ces caves coopératives aux sous-bassins concernés au prorata de la surface communale. Une autre question se pose concernant le devenir des effluents entre le lieu de rejet et l'arrivée dans le réseau hydrographique. Le réseau de fossés, le plus souvent à sec, laisse supposer une réduction importante de ce flux sans qu'il soit toutefois possible de la quantifier.

Pour conclure, l'analyse de la composante industrielle des rejets ponctuels montre sa faible importance sur les bassins d'étude en terme de masse azotée. Par conséquent l'essentiel des apports ponctuels d'azote va être associé à la composante domestique.

3B-2. Caractérisation des rejets ponctuels domestiques

La localisation des stations communales et des points de rejets dans le milieu aquatique est fondamentale pour intégrer ces flux d'azote dans le modèle distribué. Comme il a été présenté dans le chapitre B1, la localisation des stations communales est issue d'une couche d'information réalisée par le service Observatoire de l'eau et des milieux du Conseil Général de l'Hérault.

3B-22. Caractérisation

Le protocole retenu pour caractériser ce type de rejet et l'intégrer dans l'architecture du modèle de flux comporte trois phases :

- estimation du nombre d'habitants raccordés ;
- charge polluante en entrée ;
- estimation du rendement épuratoire des stations.

3B-221. Estimation du nombre d'habitants raccordés

L'estimation du nombre d'habitants raccordés à chaque station constitue la première étape. On détermine ainsi un taux de collecte des eaux usées. Ce taux de collecte correspond au pourcentage de la population d'une commune dont les eaux usées sont recueillies et traitées par une station d'épuration. La méthode mise en œuvre est la suivante : la population totale est obtenue auprès de l'INSEE (recensement 1999), le nombre de branchements eaux usées et eaux potables est obtenu auprès des gestionnaires d'eau de la zone d'étude. En prenant comme hypothèse de travail que chaque foyer dispose d'un branchement d'eau potable, on calcule un taux de raccordement non pas sur un nombre d'habitants (données non disponibles) mais sur un ratio de nombre de branchements. Les cas particuliers (foyers avec forage d'eau potable, branchements supplémentaires "piscine" ou "jardin") sont pris en compte dans le calcul du ratio.

Le tableau 3B-10 est une synthèse des données collectées.

Commune	Gestionnaire eaux usées	Gestionnaire eau potable	Taux 1998	Taux 1999
ASSAS	RUAS	RUAS		0.97**
BAILLARGUES	CGE	RUAS		0.95
BEAULIEU	CGE	RUAS		0.82
CASTRIES	SOMES	RUAS	0.93	
GUZARGUES	REGIE	RUAS	0.65	
RESTINCLIERES	REGIE	RUAS		0.85**
SAINT-DREZERY	RUAS	RUAS	0.64	
SAINT-GENIES-DES-MOURGUES	CGE	RUAS		0.89
SAINT-VINCENT-DE-BARBEYRARGUES	REGIE	RUAS		0.21**
TEYRAN	SOMES	RUAS		0.97**
MARSILLARGUES	SDEI	SDEI	1	1
St JUST/ ST NAZAIRE DE PEZAN	SDEI	SDEI	0.99	0.99
ST CHRISTOL	SDEI	SDEI	0.90	0.90
VALERGUES	SDEI	SDEI	0.97	0.97
CANDILLARGUES	SAUR	SAUR	0.96	
LA GRANDE-MOTTE *	SAUR	SAUR	0.98	
LANSARGUES	SAUR	SAUR	0.99	
MAUGUIO	SAUR	SAUR	0.97	
MUDAISON	SAUR	SAUR	0.98	
PEROLS *	SAUR	SAUR	0.95	
CARNON *	SAUR	SAUR	0.97	
SAINT-BRES	REGIE	REGIE		0.99
JACOU	SOMES	ACQUEDUC CASTRIE	0.99	
SUSSARGUES	REGIE	REGIE		0.67
VERARGUES	REGIE	REGIE		0.88
LUNEL	RUAS	RUAS	1	0.99
LUNEL-VIEL	CISE	CISE		0.92**
LE CRES	CGE	CGE		0.98
SAINT-AUNES	CGE	CGE		0.98
VENDARGUES	CGE	CGE		0.86

*les communes indiquées ne sont pas raccordées à des stations d'épuration dont le rejet atteint un des ruisseaux du bassin versant de l'Or. Elles n'entrent pas dans le calcul du taux de raccordement.

**en l'absence de données de la part des gestionnaires, le taux utilisé est celui de l'Agence de l'Eau (exercice 1999)

Tableau 3B-10 : Taux de collecte des eaux usées des communes du bassin versant de l'étang de l'Or

Commune	Gestionnaire eaux usées	Gestionnaire eau potable	Taux 1998	Taux 1999
BOUZIGUES	SDEI	SDEI		0.92
COURNONSEC	SDEI	SDEI		0.83
GIGEAN	SDEI	SDEI	0.99	
LOUPIAN	SDEI	SDEI		1
MARSEILLAN *	SDEI	SDEI		0.94
MEZE	SDEI	REGIE		0.88
MONTBAZIN	SDEI	SDEI		0.94
PINET	SDEI	SDEI		0.91
POMEROLS	REGIE	REGIE		0.87
POUSSAN	SDEI	SDEI		0.88
VILLEVEYRAC	SDEI	SDEI		0.89
BALARUC LES BAINS *	CGE	CGE	0.77	
BALARUC LE VIEUX *	CGE	CGE	0.93	
MONTAGNAC	REGIE	REGIE		1

*les communes indiquées ne sont pas raccordées à des stations d'épuration dont le rejet atteint un des ruisseaux du bassin versant de Thau. Elles n'entrent pas dans le calcul du taux de raccordement

Tableau 3B-11 : Taux de collecte des eaux usées des communes du bassin versant de l'étang de Thau

Bassin versant	Nombre de communes	Taux de raccordement moyen	Taux maximal	Taux minimal
Thau	11*	92%	100%	83%
Or	27*	90%	100%	21%

*le nombre indiqué ne comprend que les communes raccordées à des stations d'épuration dont le rejet atteint un des ruisseaux du bassin versant de Thau ou de l'Or.

Tableau 3B-12 : Taux de raccordement moyen sur les sites d'étude

L'acquisition de cette information est particulièrement délicate en raison du grand nombre d'interlocuteurs différents, de la fiabilité des données et de validité de la donnée pour une date donnée. Le fort taux d'urbanisation s'accompagne de modifications rapides des schémas d'assainissement.

Ces résultats montrent que le taux de collecte est relativement élevé. Sur le bassin de Thau, la proximité des sites de production conchylicoles et ostréicoles a nécessité un effort important en terme de collecte d'eaux usées.

Seules quelques communes présentent un taux relativement bas (comme le petite commune de Saint Vincent de Barbeyrargues : taux de collecte 21% pour une population de 574 habitants).

Globalement, le taux de collecte met en évidence le faible pourcentage d'assainissement autonome (complément du taux de collecte). L'impact des systèmes autonomes de traitements est délicat à estimer et correspond classiquement à un rejet diffus après migration dans le sol. On estime à 90% le rendement des ouvrages d'assainissement qui comprennent un ouvrage d'épuration (fosse septique) et un ouvrage d'évacuation (système d'infiltration superficielle).

Sauf proximité immédiate d'un cours d'eau ou nature du sol inadéquate, ce type de traitement est une source d'azote négligeable par rapport aux rejets domestiques dus au traitement collectif.

3B-221. Charge polluante en entrée

Concernant le calcul du flux en entrée de station, l'indicateur équivalent - habitant est classiquement utilisé (AIF, 1993). Il nous paraît primordial de vérifier que la valeur de 15 g de matières azotées par habitant et par jour, classiquement utilisée comme moyenne française, est représentative des bassins d'étude. Pour ce faire, une analyse du taux moyen en azote (en g/hab/j) est réalisée sur l'ensemble des bilans réalisés par le SATESE. Pour chaque bilan, on calcule le rapport entre la masse d'azote en entrée et le nombre d'habitants raccordés

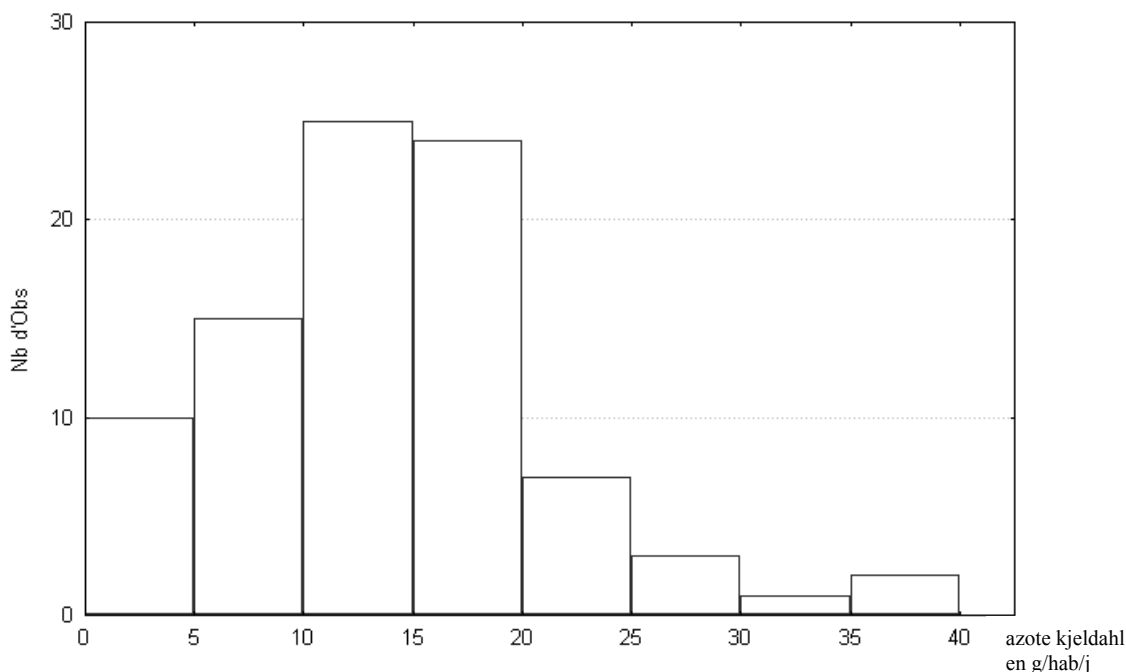


Figure 3B-35 : répartition des valeurs moyennes de matières azotées produites par habitant et par jour (source des données brutes SATESE)

On observe une variabilité importante du flux d'azote moyen journalier par habitant. Ce constat est la preuve que le flux d'entrée présente une composante domestique mais est aussi composé de rejets industriels. La valeur moyenne correspond toutefois au 15 g /hab/jour de l'Equivalent - habitant qui se veut un indicateur du flux journalier moyen produit. La valeur de l'Equivalent - habitant apparaît donc adaptée comme estimation de la teneur moyenne du flux d'azote journalier sur les bassins d'étude. Pour mémoire, les autres traceurs de pollution (DBO₅ et Phosphore total) présentent, sur les bassins d'étude, des valeurs comparables aux taux de référence de l'équivalent - habitant.

A partir de l'estimation du taux de collecte, de la population de la communale et de l'indicateur Equivalent-habitant, il est possible d'estimer la charge entrante en station. Pour les stations qui reçoivent des apports industriels (2 rejets sur l'Or) et des effluents vinicoles, une masse d'azote supplémentaire est estimée à l'aide des données disponibles (fichiers Agence de l'Eau et utilisation de ratios pour l'activité vinicole).

3B-222. Estimation du rendement épuratoire des stations

Pour connaître le niveau de rejet de la station, il faut ensuite estimer son rendement épuratoire. Celui-ci est variable et dépend d'un grand nombre de paramètres (filières d'assainissement, saturation de la station, qualité du personnel, météorologie, etc ...).

Ne pouvant conduire une analyse systématique de l'évolution du rendement des stations de la zone d'étude, nous avons privilégié l'utilisation des mesures de rendement effectuées par le SATESE d'une part et par les gestionnaires des stations d'épuration d'autre part. Le degré de confiance à accorder à ces valeurs dépend du nombre de mesures annuelles et du type de filière. Concernant ce dernier point, le mode de calcul du rendement (bilan de 24h sur les entrées et les sorties) est ainsi inadapté aux filières de type lagunage dont le temps de séjour peut être de plusieurs mois.

Toutefois l'analyse de ces bilans 24 H permet une première estimation des rendements des stations. Les tableaux suivants résument les caractéristiques des stations et les rendements épuratoires obtenus sur les deux bassins :

Stations	Maître d'ouvrage	Exploitant	Capacité (Eh)	Année mise en service	Traitement	Habitants raccordés	Milieu récepteur
BAILLARGUES	Affermage	VIVENDI	6000	1973	boues activées	5725	La Cadoule
CANDILLARGUES	Affermage	SAUR	1200	1977	boues activées	1029	Le Bérange
CARNON-PEROLS	Affermage	SAUR	33000	1972	boues activées	11715	Etang du Maire
CASTRIES	Régie directe	SAUR	7000	1993	boues activées	4776	La Cadoule
GUZARGUES	Régie directe	Mairie	250	1993	lagunage	222	La Cadoule
LA GRANDE MOTTE	Affermage	SIVOM Or	11000	1973	boues activées	6331	Etang de l'Or
LANSARGUES	Affermage	SAUR	2850	1976	boues activées	2457	Canal de Lansargues
LUNEL	Régie directe	RUAS	15000	1977	boues activées	22210	Le Gazon
LUNEL-VIEL	Régie directe	RUAS	3000	1987	boues activées	2920	Le Dardaillon Ouest
MARSILLARGUES	Régie directe	SDEI	6600	1972	boues activées	5320	La Capouillière
MAUGUIO	Affermage	SAUR	10800	1969	boues activées + lagunage	9943	Le Salaison
MUDAISON	Affermage	SAUR	3000	1975	boues activées	2215	Le Bérange
RESTINCLIERE	Régie directe	Mairie	850	1981	boues activées	988	Le Dardaillon Ouest
ST AUNES	Affermage	CEO-CGE	23000	1973	boues activées	22724	Le Salaison
ST BRES	Régie directe	Mairie	2200	1986	lagunage	2463	La Benouide
ST CHRISTOL	Régie directe	SDEI	1530	1976	boues activées	1088	La fontaine des Ordis
ST DREZERY	Régie directe	RUAS	1500	1975	boues activées	1114	Le Berange
ST GENIES	Régie directe	CGE	2000	1978	boues activées	1336	Le Brebian
ST JUST	Régie directe	SDEI	3000	1980	boues activées	3010	Le Dardaillon
ST VINCENT	Régie directe	Mairie	540	1981	lagunage	119	Le Salaison
SUSSARGUES	Régie directe	SDEI	2000	1988	Lagunage + lit bactérien	1417	Le Valantibus
VALERGUES	Régie directe	SDEI	2000	1987	Lagunage + lit bactérien	1681	Le Brebian
VENDARGUES	Affermage	VIVENDI	7500	1970	boues activées	4483	La Balaurie
VERARGUES	Régie directe	Mairie	650	1983	Lagunage + lit bactérien	394	La Fontaine

Tableau 3B-13 : Caractéristiques des stations d'épuration de l'étang de l'Or

Stations	DBO ₅ (%)	DCO (%)	MES (%)	NTK (%)	Pt (%)	Nombres de mesures
BAILLARGUES	93	91	93	42	90	2
CANDILLARGUES	90	90	93	66	48	3
CARNON-PEROLS	96	92	96	47	89	30
CASTRIES	94	94	94	90	77	7
GUZARGUES						
LA GRANDE MOTTE	94	90	94	50	91	42
LANSARGUES	97	94	98	88	63	7
LUNEL	89	84	85	39	87	7
LUNEL-VIEL	85	85	96	84	58	1
MARSILLARGUES	99	95	98	75	70	7
MAUGUIO	95	89	92	63	85	27
MUDAISON	96	93	97	84	63	9
RESTINCLIERE	96	90	90	93	40	1
ST AUNES	87	80	88	65	52	4
ST BRES	99	97	98	92	56	1
ST CHRISTOL	99	97	98	92	56	2
ST DREZERY	97	93	98	36	29	1
ST GENIES	94	89	95	93	32	2
ST JUST	-	95	97	89	88	3
ST VINCENT	94	83	93	54	54	1
SUSSARGUES	99	95	97	85	56	7
VALERGUES	98	93	93	81	68	4
VENDARGUES	99	96	97	60	-	1
VERARGUES	86	79	85	14	41	1

Tableau 3B-14 : Rendements épuratoires des stations d'épuration de l'étang de l'Or

Les données correspondent à la situation en 2000 pour les stations d'épuration et à 1998-1999 pour le calcul des habitants raccordés.

Stations	Maître d'ouvrage	Exploitant	Capacité (Eh)	Année mise en service	Traitement	Habitants raccordés	Milieu récepteur
COURNONSEC	SIVOM Entre Vène et Mosson	SDEI	1500	1975	boues activées	1627	La Vène
GIGEAN	SIVOM SINBT	SIVOM SINBT	4200	1986	lagunage	3530	La Vène
MARSEILLAN	Régie directe	SDEI	24000	1975	lagunage	5823	Etang de Thau
MEZE	SIVOM SINBT	SIVOM SINBT	15000	1980	lagunage	8164	Etang de Thau
MONTBAZIN	SIVOM SINBT	SIVOM SINBT	2800	1986	lagunage	2079	La Vène
PINET-POMEROLS	Affermage	SLEE	4700	1979	lagunage	2379	Le Soupié
VILLEVEYRAC	Régie directe	Mairie	2500	1980	lagunage	1974	Le Pallas
MONTAGNAC-BESSILLE	-	-	-	-	lagunage	-	Le Negue Vaques
POUSAN-BOUZIGUES	Régie directe	Mairie	6700	1983	lagunage	4664	Etang de Thau

Tableau 3B-15 : Caractéristiques des stations d'épuration de l'étang de Thau

Stations	DBO ₅ (%)	DCO (%)	MES (%)	NTK (%)	Pt (%)	Nombre de mesures
COURNONSEC	98	98	94	27	96	1
GIGEAN	84	51	97	18	81	1
MARSEILLAN	89	65	63	37	56	5
MEZE	85	76	82	39	43	2
MONTBAZIN	97	93	97	78	87	4
PINET-POMEROLS	85	15	75	64	14	1
VILLEVEYRAC	72	72	47	72	72	1
POUSAN-BOUZIGUES	84	79	81	78	69	4

Tableau 3B-16 : Rendements épuratoires des stations d'épuration de l'étang de Thau

Les deux tableaux suivants permettent de comparer les rendements moyens sur les différents traceurs entre les deux bassins :

	DBO ₅ (%)	DCO (%)	MES (%)	NTK (%)	Pt (%)
Moyenne	94	91	94	68	63
Min	85	79	85	14	29
Max	99	97	98	93	91
Ecart type	4	5	4	23	19

Tableau 3B-17 : Rendements épuratoires des stations d'épuration sur le bassin de l'Or

	DBO ₅ (%)	DCO (%)	MES (%)	NTK (%)	Pt (%)
Moyenne	87	69	80	52	65
Min	72	15	47	18	14
Max	98	98	97	78	96
Ecart type	8	26	18	24	27

Tableau 3B-18 : Rendements épuratoires des stations d'épuration sur le bassin de Thau

Le rendement moyen annuel concernant l'azote (NTK : azote kjeldahl) est identique sur les deux bassins alors que les rendements des autres descripteurs de pollution sont moins élevés sur le bassin de Thau que sur le bassin de l'Or.

Annexe 3C : Caractéristiques du SIRS (Système d'Information à Référence Spatiale) développé

Le SIRS a été développé avec le logiciel de Système d'Information Géographique ARC-INFO ARC/INFO®, sur des stations de travail SUN SPARC® avec le système d'exploitation UNIX®. Le choix de ce SIG (au sens outil) a été motivé par la variété, le volume et le format des informations à traiter, ainsi que par la disponibilité de ce produit au sein de l'UMR 3S Cemagref-Engref

Le SIRS permet d'intégrer au sein d'une même base géographique l'ensemble des informations collectées pour ce travail de thèse.

Thèmes	Type de données	Format	Sources	Bassins versants
Morphologie	Modèle Numérique de Terrain	Raster	IGN (convention avec l'UMR3S et le BRGM)	Or, Thau
Hydrogéologie (1)	Limites aquifères	Vecteur (polygone)	BRGM	Or, Thau
Hydrogéologie (2)	Limites des bassins souterrains	Vecteur (polygone)	BRGM	Or, Thau,
Pluviomètre	Localisation	Vecteur (point)	Hydrosciences	Or, Thau
Rivières	BD Topo	Vecteur (arc)	IGN (convention avec le CG34)	Or, Thau
Communes	BD Topo	Vecteur (polygone)	IGN (convention avec le CG34)	Or, Thau
Etang	BD Topo	Vecteur (polygone)	IGN (convention avec le CG34)	Or, Thau
Occupation du sol (1)	Images satellitales	Raster	SPOT Image	Or
Occupation du sol (2)	Classification	Raster	AME	Thau
Routes	BD Topo	Vecteur (arc)	IGN (convention avec le CG34)	Or, Thau
Stations d'épuration	Localisation	Vecteur (point)	Conseil Général 34	Or, Thau
Caves coopératives	Localisation	Vecteur (point)	Conseil Général 34	Or, Thau
Industries	Localisation	Vecteur (point)	Conseil Général 34	Or, Thau

Tableau 3C-19 : Liste des plans d'information du SIRS

Le système de projection retenu pour le SIRS est le Lambert II étendu.

