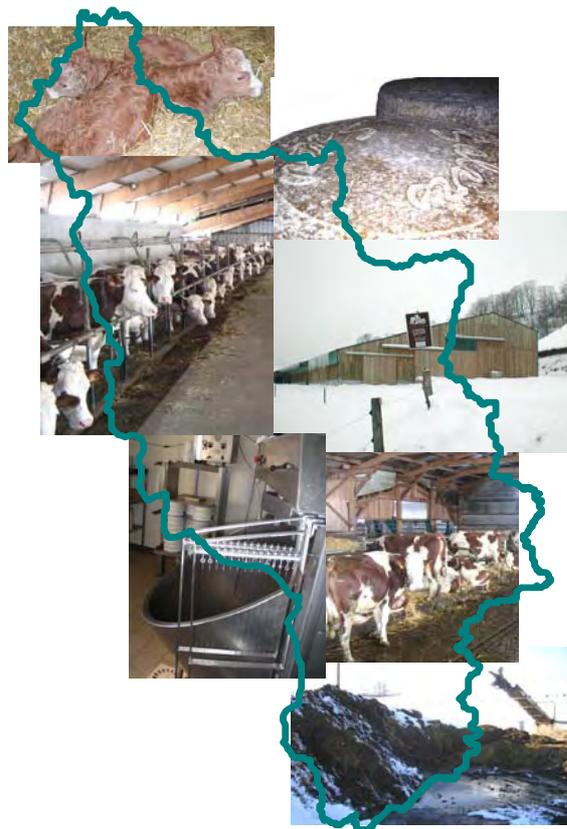


VI. LA QUANTIFICATION DES REJETS



A. LES PRODUCTIONS ANIMALES SUR LE TERRITOIRE DE LA HAUTE DORDOGNE

Afin de pouvoir déterminer par bassin versant la charge d'azote organique sur le territoire du contrat de rivière, un recensement des effectifs a été réalisé par productions animales.

Pour chaque type de productions animales, nous précisons la source des données, les types d'animaux recensés, les limites, ainsi que la méthode de calcul.

Certaines données sont illustrées par commune, d'autres à l'échelle des sous-bassins versants.

Le mode de calcul de la production d'azote est détaillé pour chaque production animale recensée à l'échelle de la commune. Il se base sur les normes définies dans la circulaire DGFAR/SDSTAR/C2003-5010 du 15 mai 2003 (les tableaux en annexe n°4 présentent les coefficients retenus).

Une distinction est faite entre l'azote maîtrisable et non-maîtrisable. Le premier correspond aux déjections animales qui peuvent être épandues (déjections issues des bâtiments hors-sol, fumier issu des stabulations...). Le deuxième correspond aux déjections directement rejetées dans le milieu naturel par les animaux lors des pâtures, des parcours...

Nous tiendrons compte ainsi des différentes conduites techniques et du temps passé dans les prairies pour répartir au mieux la part d'azote maîtrisable et non maîtrisable.

1. *Les bovins : les vaches laitières et allaitantes*

Les effectifs bovins sont issus du fichier de l'Identification Permanente Généralisée des Etablissements Départementaux d'Elevage (EDE). Chaque département nous a fourni un fichier de recensement de l'ensemble du cheptel par commune, par race et par âge. Les données sont de 2004.

L'ensemble des animaux sont ainsi recensés : veaux, broutards, génisses, vaches, taureaux, bovins à l'engrais...

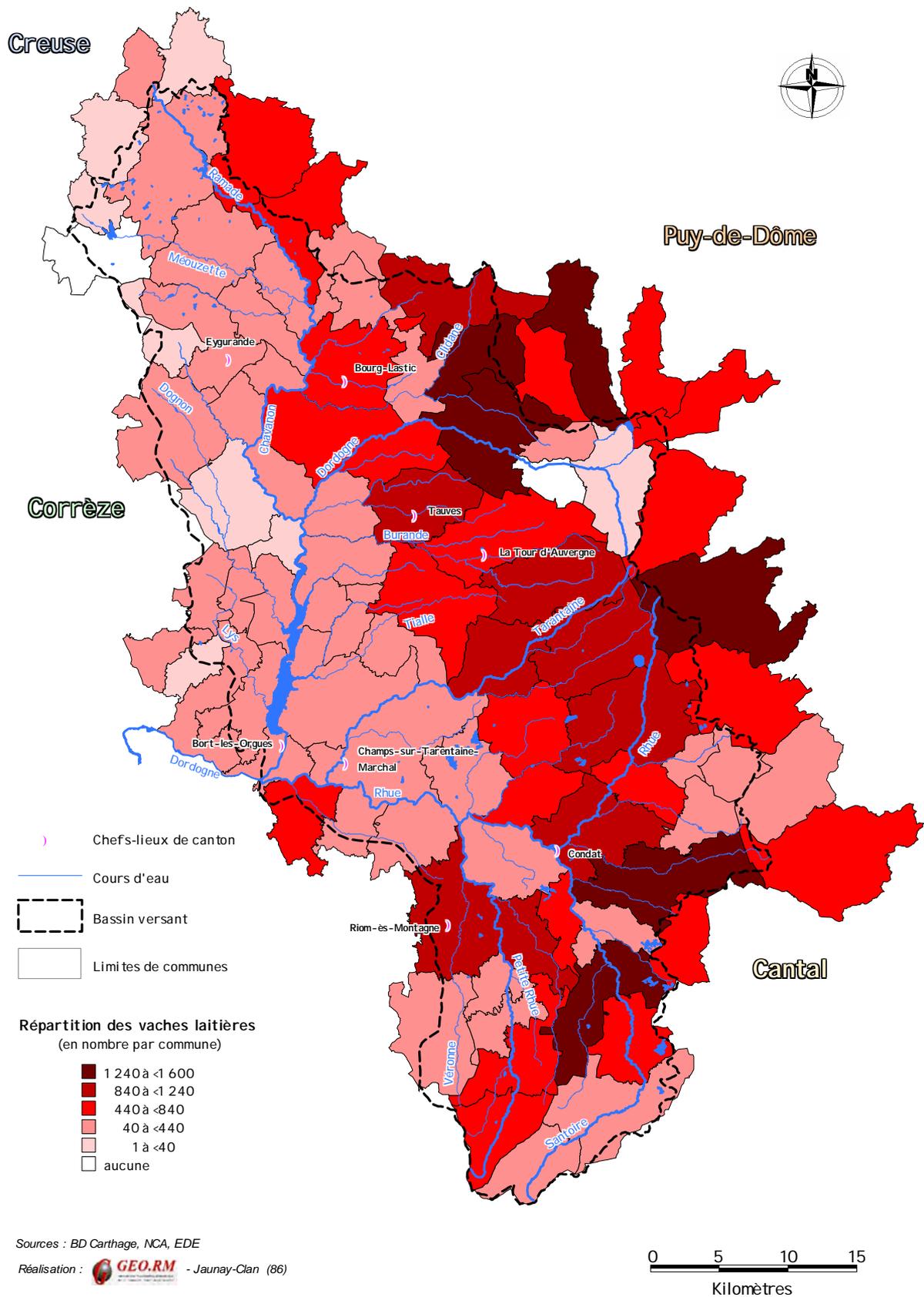
Seuls les animaux de plus de 3 ans ont été différenciés suivant leur race afin de répartir le cheptel vaches laitières/vaches allaitantes.

Les cartes en page suivante permettent de connaître la répartition communale du cheptel laitier et allaitant (effectifs des animaux de plus de 3 ans).

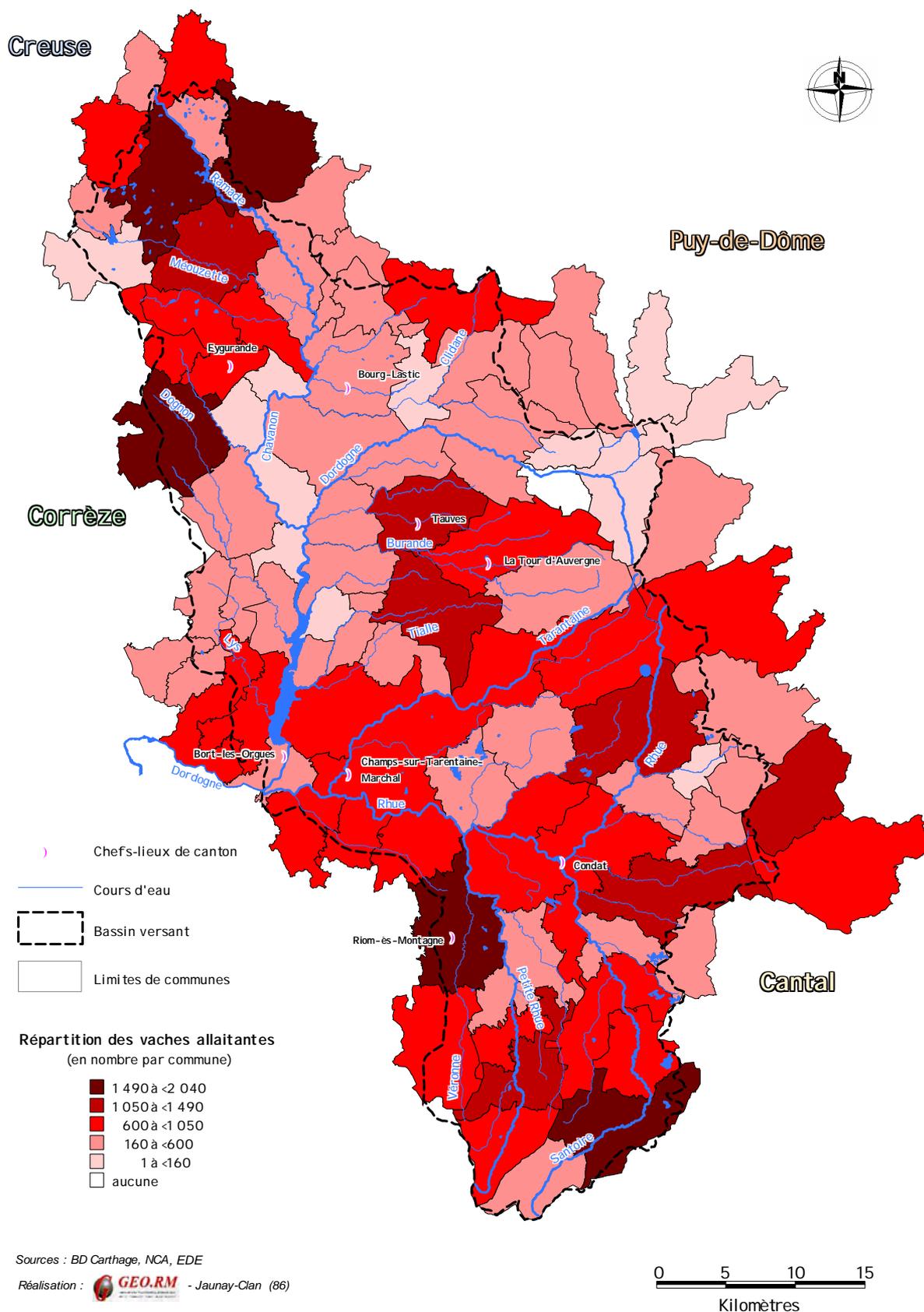
Les vaches laitières se localisent essentiellement sur la tête du bassin (communes à l'est du territoire). Cette répartition est en total correspondance avec l'étendue des aires d'appellation d'origine contrôlée qui permettent une valorisation du lait produit. Les communes de la Creuse et de la Corrèze détiennent ainsi un cheptel laitier peu important.

Globalement, sur les communes concernées par le contrat de rivière, 40 096 vaches laitières sont recensées. Les races prédominantes sont la Montbéliarde 53 % et la Prim'Holstein 40 % des effectifs. Si la première est largement présente sur les communes du Cantal (8959 contre 3923), les effectifs s'équilibrent dans le Puy-de-Dôme (11 299 / 10 824).

Le cheptel détenu par les producteurs fromagers visités représente 16,7 % du cheptel total présent sur la région d'étude.



Carte 24 : Répartition des vaches laitières par commune



Carte 25 : Répartition des vaches allaitantes par commune

Le troupeau allaitant est plus important : il compte en effet 54 678 vaches. Sa répartition est donnée sur la carte n°25. A noter que sur cette carte, les limites d'une classe à une autre ne sont pas les mêmes que pour la carte des vaches laitières. Les effectifs présentés ne tiennent pas compte des bovins transhumants.

La répartition des vaches allaitantes (VA) est plus homogène sur le bassin versant de la Haute-Dordogne. Les exploitations présentes dans la Creuse et la Corrèze sont largement plus tournées vers l'élevage allaitant que laitier. Dans le Cantal, les effectifs sont plus équilibrés, mais avec toujours une majorité de vaches allaitantes, alors que dans le Puy de Dôme, la tendance s'inverse 19 627 VA contre 23 463 VL.

Les communes de la Creuse et de la Corrèze ont une densité d'effectifs plus importante que les deux autres départements.

Les races prédominantes sont les Salers (23 882), la Charolaise (10 392), la Limousine (8 787) et la race Croisée (7 810). Les Salers sont présentes principalement dans le Cantal (63 % des 23 882) et dans une moindre proportion dans le Puy-de-Dôme.

Pour le calcul de la production d'azote, nous avons appliqué pour chaque catégorie d'animaux la valeur du rejet d'azote issu de la circulaire du 15 mai 2003 (femelle < 1an, femelle 1-2 ans, femelle >2ans, vache nourrice, vache laitière).

Dans la région, les animaux passent 6 mois en bâtiment, l'azote a été réparti également entre le maîtrisable et le non-maîtrisable.

L'azote non-maîtrisable provenant des bovins en estives a été estimé à l'aide des fichiers de la DDSV¹ du Puy-de-Dôme qui demande pour tout déplacement d'animaux venant d'un autre département les effectifs correspondants pour le contrôle sanitaire (données estives 2004).

Pour le Cantal, la DDSV a la connaissance des exploitations qui envoient des vaches en estives mais sans effectifs précis s'y rattachant. Cela a été comptabilisé en 1988 pour la dernière fois.

Nous nous sommes donc appuyés sur ces chiffres en sachant que comparativement le cheptel allaitant a globalement légèrement augmenté sur la période 1988-2004. La part en estive est donc peut-être sous-estimée mais donne un ordre de grandeur et montre que sur certaines communes, cette part est non négligeable.

2. Les ovins et caprins

Les effectifs ont été obtenus auprès des EDE² (Cantal données 2004, Corrèze données 2003, Puy-de-Dôme données 2004) sauf pour le département de la Creuse où les données du RGA 2000 ont été conservées. A noter que pour le fichier lié à l'identification, il n'y a pas d'obligation à l'éleveur de noter le nombre d'animaux exacts. Les effectifs ne sont pas complètement exhaustifs mais les plus gros troupeaux sont recensés.

Le cheptel total compte 21 749 têtes. Les chèvres représentent une peu plus de 3 % de ces effectifs. Par rapport à la densité (effectifs sur SAU communale), ce sont les communes de la Creuse et de la Corrèze qui comptabilisent la plus forte densité, respectivement 0,37 et 0,31 contre 0,18 pour le Puy-de-Dôme et 0,07 pour le Cantal.

Afin de calculer la production d'azote associée à ces animaux, au cheptel adulte (brebis+bélier+chèvres+bouc), des agnelles et chevrettes ont été ajoutées pour tenir compte du renouvellement du troupeau (20 % des effectifs adultes).

¹ DDSV : Direction Départementale des Services Vétérinaires

² EDE : Etablissement Départemental de l'Elevage

La production d'azote des agneaux ou chevreaux engraisés n'a pas été prise en compte, représentant une très faible quantité d'azote (1,5 kg/agneau produit et 3 kg/cheveau), et négligeable pour la zone d'étude où la part de cette production reste relativement faible.

Les effluents produits par les ovins et les caprins sont majoritairement non-maîtrisables puisqu'on retient une présence dans les bâtiments de trois mois en hiver et un mois correspondant globalement au temps passé en bergerie durant les saisons intermédiaires.
Les déjections maîtrisables se présentent généralement sous forme de fumier.

La production d'azote organique provenant des chevaux a été ajoutée à celle des ovins et caprins. Les effectifs proviennent du RGA 2000. L'ensemble des déjections produites est non maîtrisable (prise en compte de 51 kg N produit/animal).

Le RGA recense 2500 chevaux au total sur toute la zone d'étude, majoritairement en zone de montagne.

3. Les productions hors-sol (volailles et porcs)

Les effectifs proviennent du RGA 2000. Ces données ont été complétées et mises à jour avec les fichiers des Directions Départementales des Services Vétérinaires (services installations classées) et avec l'Union Régionale Auvergne Porcine.
Ainsi, aucun élevage important n'a été oublié.

Ces productions sont globalement très peu présentes sur le territoire d'étude. Seuls 22 communes sur les 91, comptent un effectif supérieur à 50 porcs. Seuls 5 élevages de porcs sont en autorisation (effectifs supérieurs à 450 animaux équivalents (AE) en sachant que 1 porc charcutier = 1 AE ; 1 reproducteur = 3 AE ; 1 porcelet en post-sevrage = 0,2 AE).

Les élevages de volailles spécialisés sont encore moins présents que le porc.
2 élevages de volailles sont en autorisation (effectif supérieur à 20 000 animaux équivalents) et 3 en déclaration (effectifs entre 5 et 20 000).

Il existe donc très peu d'ateliers spécialisés hors-sol dans cette région.

La production azotée provenant de ces deux types d'ateliers a été globalisée pour être comparée aux autres productions, tellement les quantités étaient faibles.

Pour les porcs, les références CORPEN (juin 2003 – voir annexe n°4) ont été appliquées à chaque catégorie d'animaux. Nous avons retenu les valeurs correspondant à une alimentation standard et référence lisier. D'après les données des DDSV et de l'Union Régionale, nous avons la nature de l'atelier (naissage, engraissement et post-sevrage). Les effectifs de porcs présents ont été multipliés par trois pour obtenir le nombre de porcs charcutiers produits à l'année (3 bandes par an) et les places de post-sevrage multipliées par 6.

L'azote produit est entièrement maîtrisable.

Pour les volailles, nous n'avons pas l'information du type de volailles élevées (poules, poulets, dindes, pintades...). Les effectifs correspondaient à des animaux équivalents en sachant que 1 poulet = 1 AE. Nous avons donc retenu la référence poulet label (63 g N/poulet/an) avec 6 bandes à l'année.
Nous avons supposé que les déjections produites étaient toutes maîtrisables (animaux élevés en bâtiment).

B. LA CHARGE D'AZOTE ORGANIQUE

1. La quantité d'azote organique par type de productions animales

Graphe 31 : Part de chaque production animale dans la production d'azote organique à l'échelle du bassin versant

La carte en page suivante nous donne la quantité totale d'azote par commune et par type de productions animales.

Les bovins venant en estives ont été pris en compte pour le calcul de la production d'azote.

Ainsi quelque soit la commune, la production d'azote organique provient très majoritairement des bovins. Le graphe suivant montre la part de chaque production animale à l'échelle globale du bassin versant Haute-Dordogne.

Les bovins venant en estives participent à hauteur de 7 % à la production globale sur la région d'étude, ce qui est non négligeable.

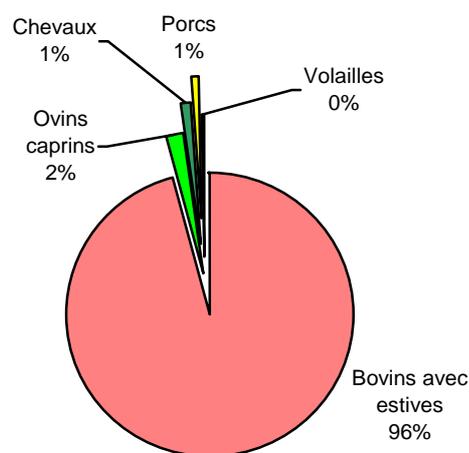
Les communes les plus chargées se localisent dans le Cantal, sur le bassin versant de la Rhue : Riom-ès-Montagne, St Saturnin, Marcenat, Dienne, correspondant à des cheptels allaitants et laitiers importants.

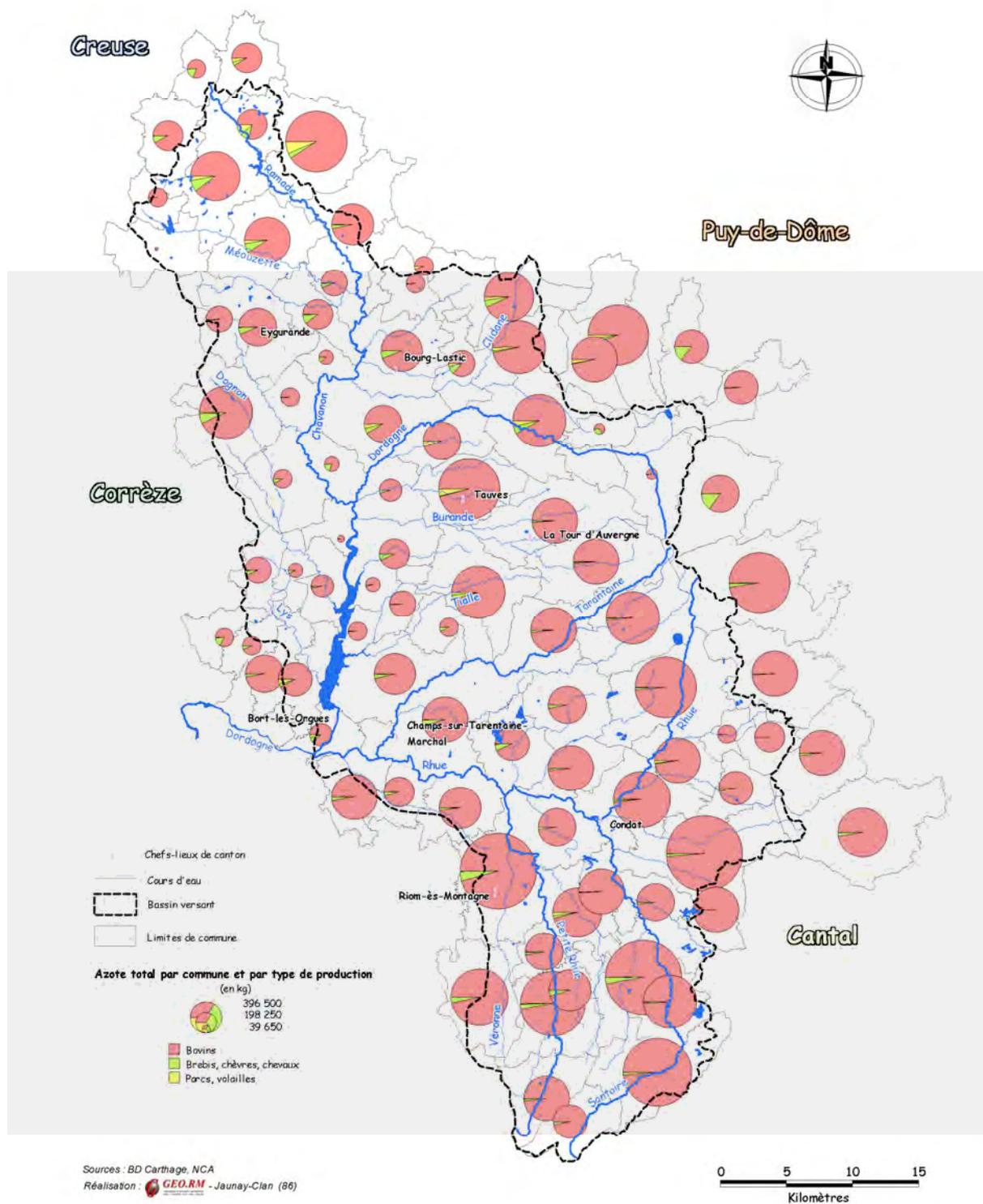
Les producteurs fermiers que nous avons rencontrés représentent 15 % de la production d'azote provenant des bovins (avec estives) sur les communes concernées, la fourchette allant de 1,6 à 42 %. Ainsi sur certaines communes, la part provenant des producteurs fermiers est non négligeable, marquant la vocation fromagère de ces communes : Chanterelle, Chastreix, Egliseneuve, Lugarde, Picherande, St Donat et St Genes Champespe (pourcentage supérieur à 30 %).

Une deuxième carte a été réalisée en dissociant l'azote maîtrisable et non-maîtrisable (voir page suivante).

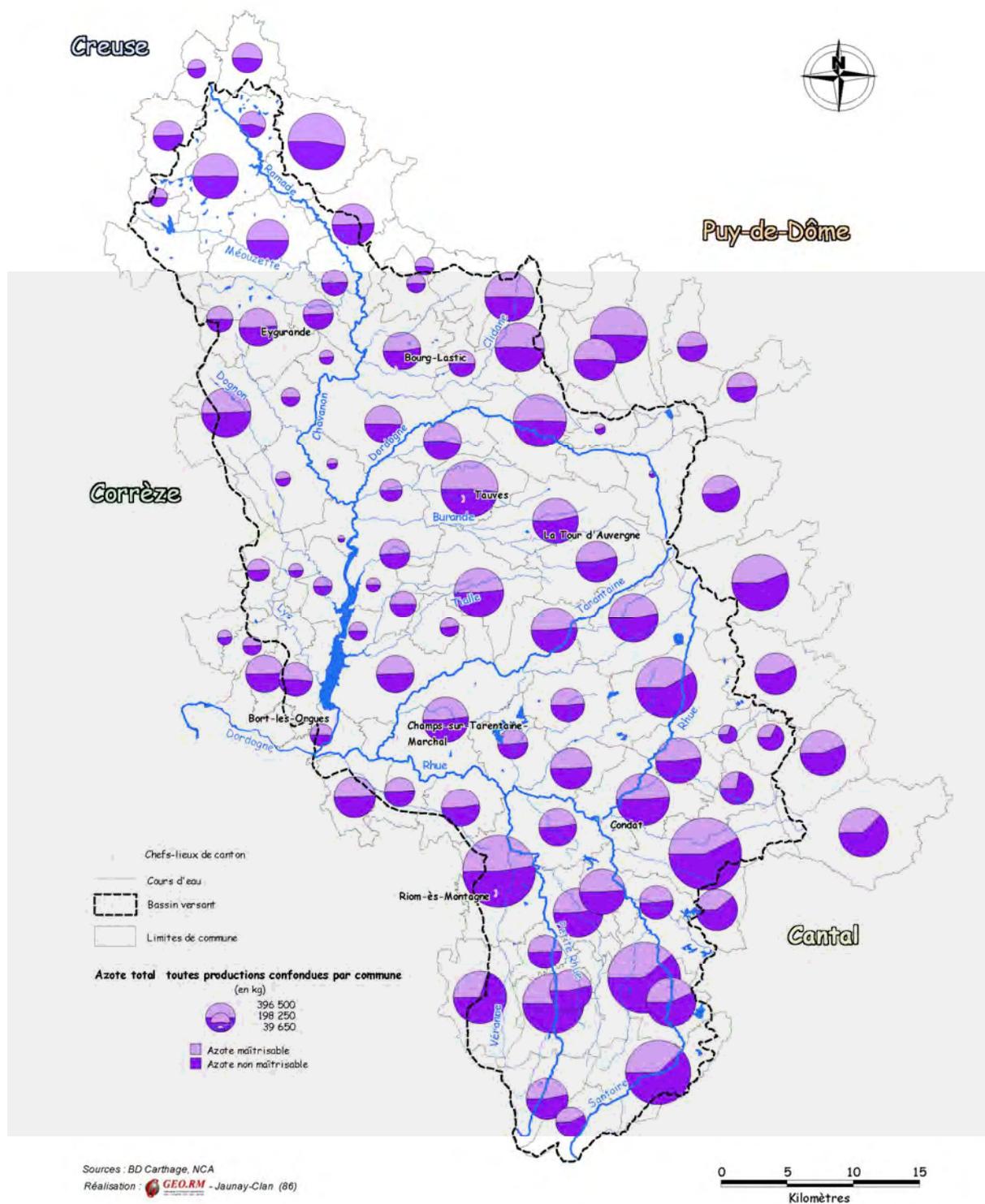
L'azote provenant des bovins a été réparti d'égal importance entre le maîtrisable et le non-maîtrisable (6 mois en bâtiment / 6 mois en pâture), sauf pour les bovins en estives qui viennent uniquement gonfler la part non maîtrisable.

Ainsi, la carte permet de distinguer rapidement les communes qui accueillent des bovins en estives. Sur certaines communes (Espinchal, La Godivelle, Collandre, Montgreleix) situées sur le bassin de la Rhue, la part de l'azote provenant des estives est supérieure à l'azote non-maîtrisable des animaux localisés sur ces communes.





Carte 26 : Production d'azote par type de productions animales et par commune



Carte 27 : Production d'azote maîtrisable / non-mâtrisable par commune

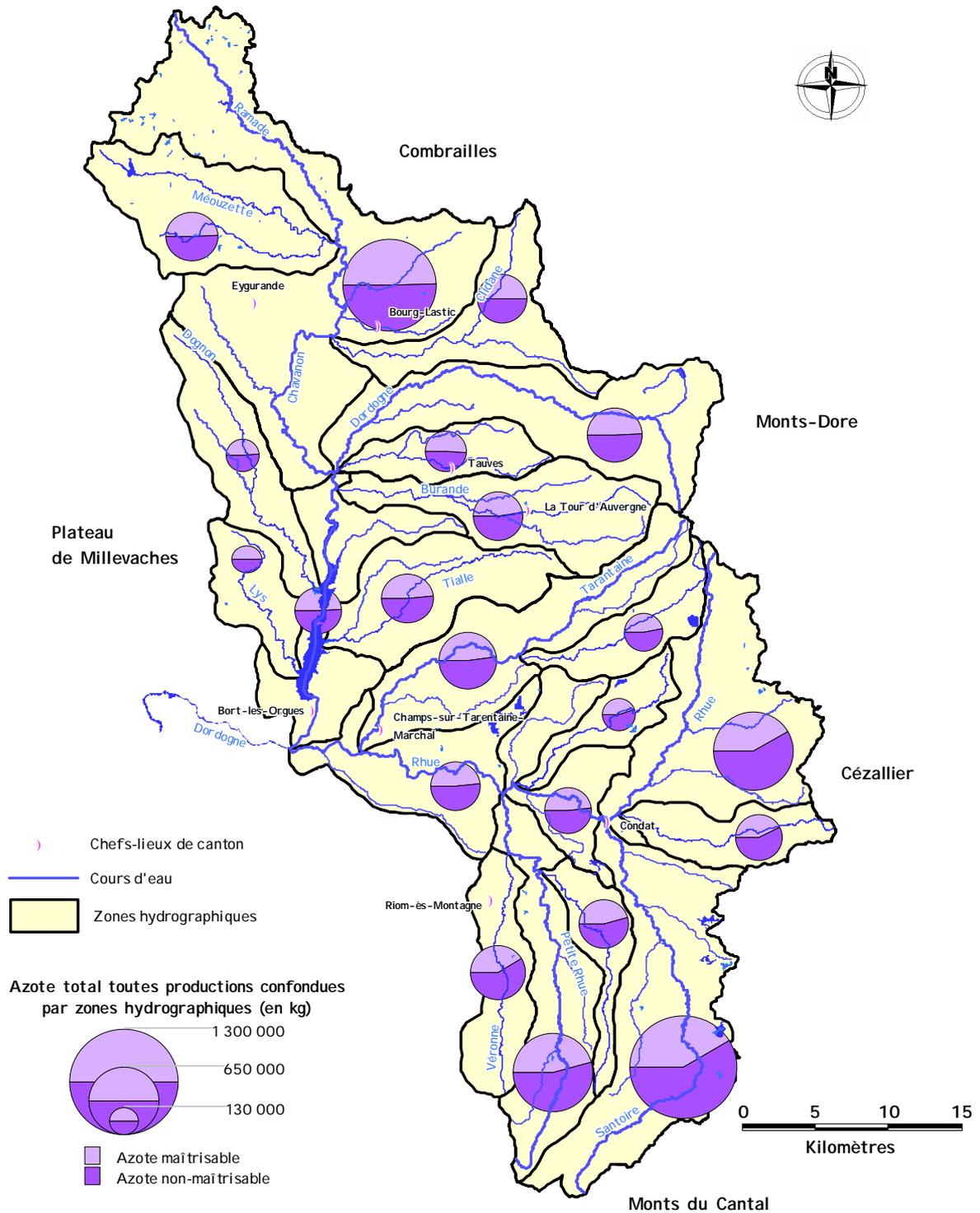
La carte en page suivante présente ces mêmes données mais à l'échelle des sous-bassins versants. Chaque territoire communal a ainsi été découpé suivant la délimitation des zones hydrographiques. La production d'azote par commune a ensuite été partagée proportionnellement suivant la surface incluse dans chaque zone hydro. Ces différentes valeurs ont été sommées pour obtenir la production d'azote par sous-bassins versants.

Le tableau ci-dessous reprend les quantités totales d'azote organique produit sur ces 21 unités hydrographiques avec la part de chaque et le pourcentage global pour chaque grande unité (Dordogne et Rhue).

		Production d'azote total en kg	Pourcentage	
BV de la DORDOGNE	Dordogne de sa source au Chavanon	383 090	4.3	40.5 %
	Mortagne	260 129	2.9	
	Burande	354 133	4.0	
	Méouzette	332 407	3.7	
	Clidane	348 747	3.9	
	Ramade	1 036 811	4.6	
	Dordogne de Chavanon à Bort	277 224	3.1	
	Tialle	335 057	3.7	
	Dognon	166 198	1.9	
	Lys	139 023	1.6	
BV de la RHUE	Rhue source Santoire	769 020	8.6	59.5 %
	Bonjon	321 095	3.6	
	Santoire	1 235 750	13.8	
	Rhue Santoire-Petite Rhue	311 386	3.5	
	Gabacut	171 290	1.9	
	Petite Rhue	761 220	8.5	
	Grolle	356 216	4.0	
	Véronne	402 420	4.5	
	Tarentaine	434 679	4.8	
	Neuffonds	197 088	2.2	
	Rhue Petite Rhue-Dordogne	370 023	4.1	

Ces différentes données montrent la part prédominante du bassin versant de la Rhue dans les apports organiques et plus particulièrement les sous-secteurs de la Santoire, de la Rhue à sa source jusqu'à la confluence avec la Santoire, et le bassin versant de la Petite Rhue. Ces trois sous-secteurs totalisent 43 % de la production totale d'azote organique à l'échelle du bassin versant de la Haute-Dordogne.

Le bassin de la Ramade est aussi un gros producteur, avec la présence d'important troupeau de bovin viande.



Sources : BD Carthage, NCA
 Réalisation : **GEO.R.M.** - Jaunay-Clan (86)

Carte 28 : Production d'azote organique par zone hydrographique

2. La pression d'azote organique

Un premier calcul a été réalisé en prenant en compte la production d'azote total par rapport à la SAU communale. D'après ces données, deux cartes ont été réalisées n°29 et 30, une à l'échelle de la commune, l'autre par zone hydrographique.

Sur cette dernière carte, les données ont été pondérées. Cette méthode d'interpolation s'appuie sur le calcul d'une moyenne pondérée. Elle calcule ainsi pour chaque cellule la moyenne des valeurs de tous les points de données situées dans un rayon de recherche autour de la cellule avec une pondération inversement proportionnelle à la distance à la cellule.

Cette méthode d'interpolation permet de tamponner chaque valeur avec celles qui sont autour, et de prendre en compte le fait que si le siège d'une exploitation se situe sur une commune les épandages et les pâturages peuvent se faire sur des communes avoisinantes.

La pression d'azote organique est égale en moyenne sur le territoire à 76 kg N / ha de SAU.

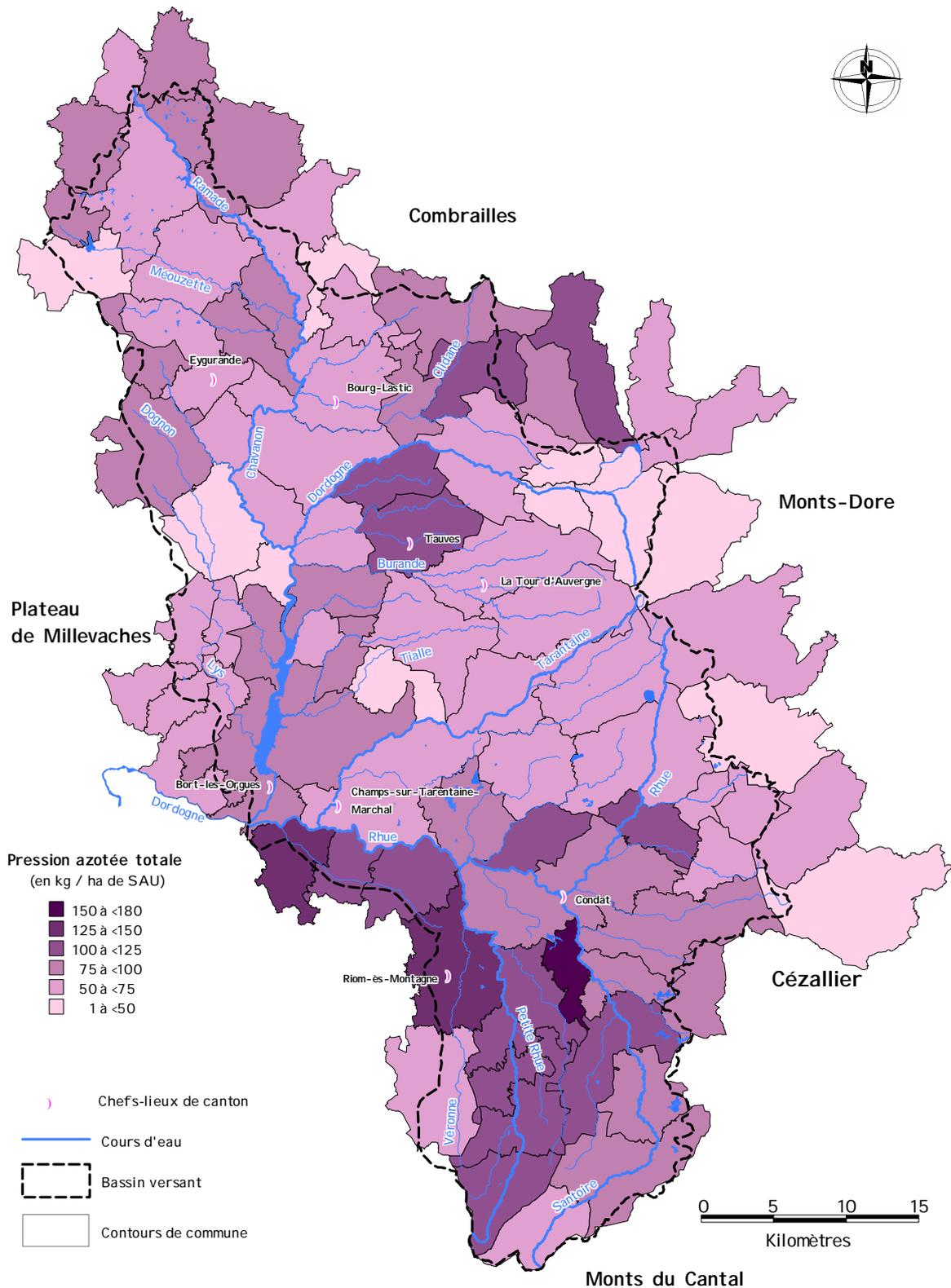
Cette valeur correspond aux valeurs trouvées dans la littérature notamment l'étude menée par le Groupement d'Intérêt Scientifique qui a déterminé une charge d'azote organique comprise entre 50 et 80 kg N/ha de SAU en zone de montagne.

Les données obtenues dans le cadre de cette étude ont été actualisées et elles sont plus précises puisque les effectifs bovins sont issus des fichiers EDE, recensant tous les bovins nés sur la zone.

Seule la commune de Lugarde présente une pression azotée supérieure à 150 kg N / ha. Cette commune a une superficie relativement faible par rapport au cheptel bovin recensé sur son territoire. Sur les 91 communes prises en compte, 52 % ont une pression inférieure à 75 kg N / ha de SAU.

Lorsque l'on ne prend pas en compte l'azote des bovins venant en estives, la pression moyenne baisse à 72 kg N / ha de SAU.

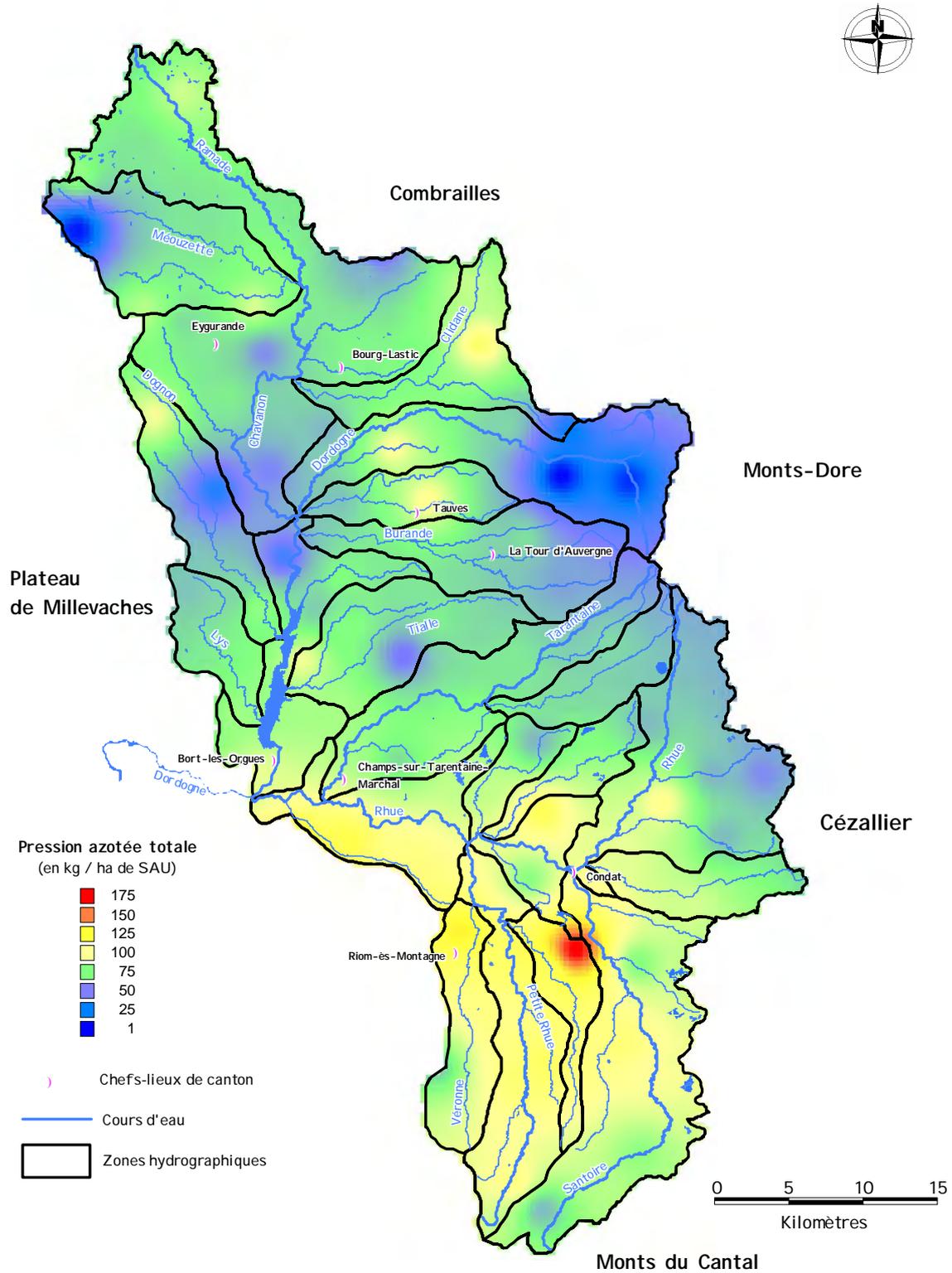
La pression azotée sur les exploitations fromagères est un peu plus forte que la moyenne du territoire : 79 kg N / ha de SAU.



Sources : BD Carthage, NCA

Réalisation :  - Jaunay-Clan (86)

Carte 29 : Pression d'azote total / ha de SAU par commune



Sources : BD Carthage, NCA

Réalisation :  - Jaunay-Clan (86)

Carte 30 : Pression d'azote total / ha de SAU par zone hydrographique

Une deuxième série de cartes a été réalisée en prenant en compte l'azote uniquement maîtrisable par rapport à la surface concernée par les épandages (égale à la SPE - Surface Potentiellement Epannable). Celle-ci a été estimée grâce aux enquêtes réalisées auprès des producteurs fermiers. Certains d'entre eux avaient réalisés un plan d'épandage avec le repérage exact des zones d'exclusions liées aux pentes, aux habitations des tiers, aux zones humides, aux cours d'eau... La surface épannable représente ainsi en moyenne 75 % de la SAU de l'exploitation.

Cette valeur doit bien sûr être prise comme un pourcentage estimé à partir des visites que l'on a pu effectuer chez les producteurs fromagers.

Sa transposition sur tout le territoire de la Haute-Dordogne peut cacher certaines zones problématiques en terme de pente, de zones humides et de nature du sol où de nombreux rochers sont affleurants. Cependant, l'azote maîtrisable est épanné sur les prairies de fauche en priorité, zones mécanisables et entretenues.

Les pressions ont été cartographiées à l'échelle de la commune (carte n°23) et par zone hydrographique (carte n°24) avec la même méthode d'interpolation (moyenne pondérée).

Les pressions sont bien entendu inférieures à la première série de données. La moyenne se situe à 48 kg N_{maît} / ha de SPE. 59 % des communes ont une pression inférieure à 50 kg N_{maît} / ha de SPE.

Sur la carte n°24, aucune zone ne paraît problématique. La zone plus jaune correspond à la commune de Lugarde (P_{N_{maît}} = 115 kg/ha de SPE).

En prenant la surface épannable égale à 50 % de la SAU, ce qui peut correspondre uniquement aux prairies fauchées, la moyenne de la pression d'azote maîtrisable se situe à 71 kg/ha de SPE.

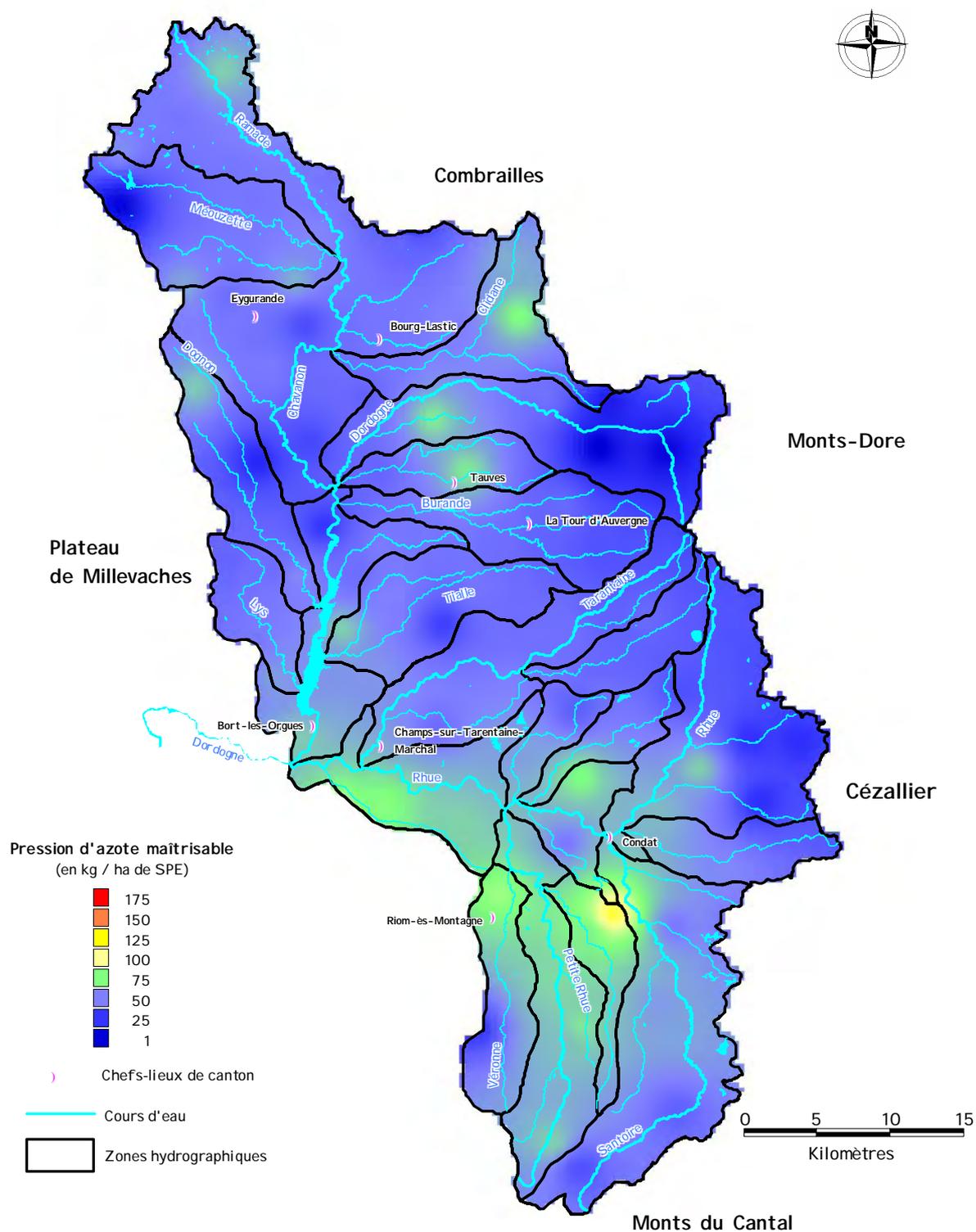
La pression d'azote maîtrisable chez les producteurs fromagers est égale à 52 kg N_{maît} / ha de SPE.

Ces différentes données confirment que la gestion des effluents ne doit pas poser de problème globalement si l'ensemble des règles liées à ces épandages est respecté. Les surfaces exploitées sont suffisantes pour valoriser l'ensemble des déjections produites sur le territoire.

Ce constat général peut cacher quelques disparités et quelques points particuliers sur des exploitations où les pentes, le réseau hydrographiques sont denses et diminuent d'autant plus la surface épannable. Le plan d'épandage se relève nécessaire sur ce territoire sensible.

Le bassin de la Rhue paraît le plus chargé et plus particulièrement le bassin de la Petite Rhue et de la Santoire.

Ces communes possèdent des exploitations en moyenne plus importantes que le reste du territoire avec des estives qui augmentent la charge d'azote organique.



Sources : BD Carthage, NCA

Réalisation : - Jaunay-Clan (86)

Carte 32 : Pression d'azote maîtrisable / ha de SPE par zone hydrographique

VII.SYNTHESE DES SYSTEMES DE TRAITEMENT ET DE VALORISATION DES EFFLUENTS



Cette partie présente les différents systèmes existants concernant la réduction, la valorisation et le traitement des effluents, à partir d'une recherche bibliographique, de rencontres et de visites d'unités de traitement existantes.

Les systèmes sont fonction des différents effluents recensés sur les exploitations étudiées.

Suivant le type de logement des animaux, les effluents sont différents : fumier compact, fumier mou, lisier, purin, eaux blanches, eaux vertes, lactosérum.

Il est clair que pour les effluents produits au niveau des bâtiments possédant une valeur fertilisante (lisier, fumier, eaux vertes) et compte tenu des tailles d'exploitations rencontrés, l'épandage de ces effluents reste la solution la plus écologique et la plus économique. Les différentes règles liées à cet épandage seront ainsi détaillées.

Nous nous intéresserons également au compostage du fumier, permettant d'obtenir un produit totalement hygiénisé.

Pour limiter les volumes produits, il est primordial dans un premier temps de travailler à la source, c'est-à-dire d'utiliser du matériel ou de mettre en œuvre des méthodes de travail qui limite le volume d'effluents produits. Une partie sera donc consacrée aux systèmes de réduction des volumes à la source.

Ensuite, les différents systèmes de traitement envisageables sur le territoire de la Haute-Dordogne seront synthétisés sous forme de fiche intégrant photographie, schéma, tableau... afin de les présenter le plus clairement et simplement possible. Ces fiches seront le résultats d'une analyse approfondie de ces systèmes tant sur le point de vue technique, économique (investissement et fonctionnement) et humain (besoin en main d'œuvre, degré de formation demandée...).

Ces systèmes concernent principalement le traitement des eaux blanches et le traitement et la valorisation du lactosérum.

Ces effluents sont directement liés à la production laitière et la transformation fromagère. Le premier entraîne des volumes importants qui viennent encombrer les fosses de stockage, sans une réelle valeur agronomique. Le deuxième a une charge polluante plus élevée qui demande à être valorisé ou traité correctement.

Certains traitements acceptent les eaux usées domestiques, sous réserve de mettre en place une fosse toutes eaux au préalable, dimensionnée selon les prescriptions en vigueur (arrêté du 6 mai 1996 fixant les prescriptions techniques applicables aux systèmes d'assainissement autonome).

Nous n'avons rencontré aucun producteur ayant un bâtiment avec une aire d'exercice non couverte. Le traitement des eaux brunes n'a donc pas été abordé dans les paragraphes suivants.

Les systèmes ont été envisagés à l'échelle de l'exploitation, sauf dans le cas du lactosérum, où un traitement collectif a été envisagé (méthanisation).

Le dimensionnement des installations de traitement doit toujours se faire sur le pic de production journalière, correspondant à la charge maximale qui peut être produite par jour.

A. LES PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES EN MATIERE DE GESTION DES EFFLUENTS

Dans les départements concernés par le territoire du contrat de rivière de la Haute-Dordogne (Cantal, Corrèze, Creuse, Puy-de-Dôme), il n'a pas été défini de zones vulnérables en application de la directive 91/676/CEE du 12 décembre 1991 et de la Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992.

Ainsi le Code des Bonnes Pratiques Agricoles (arrêté du 22 novembre 1993) qui découle de ce zonage n'est pas obligatoire sur le territoire.

En application de la loi sur l'Eau du 3 janvier 1992, maintenant codifiée dans le Code de l'Environnement sous les articles L. 210-1 et suivants, le décret n°96-540 du 12 juin 1996, relatif au déversement et à l'épandage des effluents d'exploitations agricoles, interdit : « Le déversement direct des effluents d'exploitations agricoles dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de mer. »

Cet article s'applique à l'ensemble des exploitations qui ne sont pas soumises à la réglementation des installations classées.

Ce décret stipule différentes règles concernant l'épandage des effluents qui sont reprises par les règlements sanitaires départementaux.

La base commune est l'interdiction de rejet direct d'effluents dans le milieu naturel. Il revient ensuite suivant la taille et le volume transformé à chaque exploitation d'appliquer et de respecter le contexte réglementaire qui les concerne de façon spécifique.

Les différentes règles régissant la gestion des effluents organiques sont donc principalement issues des Règlements Sanitaires Départementaux et de la Réglementation des Installations Classées.

A partir de 40 vaches laitières (maintenant 50 vaches), les exploitations sont soumises à la réglementation des installations classées. En dessous de ce seuil, c'est le Règlement Sanitaire Départemental qui s'applique.

Le RSD est un arrêté préfectoral établi sur la base d'une circulaire du Ministère de la santé, comportant des adaptations départementales.

Le décret du 10 août 2005 a modifié la nomenclature des installations classées, avec une augmentation des seuils entre le régime de la déclaration et de l'autorisation.

C'est maintenant à partir de 100 vaches laitières ou mixtes que l'élevage passe sous le régime de l'autorisation. Ce régime implique un dossier de demande d'autorisation et une enquête publique durant un mois.

Les fromageries sont incluses dans la nomenclature des installations classées, rubrique 2230 Lait ou des produits issus du lait et 2231 Affinage des fromages. Cependant, aucune exploitation agricole du secteur d'étude n'est concernée puisque c'est à partir d'un traitement de 7 000 L/jour de lait ou une capacité logeable de 1 000 t que l'installation est soumise à déclaration.

Le tableau en page suivante précise les principales règles techniques qui régissent la gestion des effluents organiques. Une comparaison a été faite entre le RSD du Cantal et du Puy-de-Dôme, la réglementation départementale concernant les élevages en déclaration et le nouvel arrêté du 7 février 2005 qui fixe les règles techniques pour les élevages soumis à la réglementation des installations classées.

	RSD du Cantal	RSD du Puy-de-Dôme	Arrêté type de DECLARATION Cantal et Puy-de-Dôme	Particularités de l'arrêté du 7 Février 2005 Déclaration et Autorisation
DISTANCES D'EPANDAGE A RESPECTER SUUVANT CERTAINES INSTALLATIONS				
Puits, forages, sources, aqueducs transient des eaux potables en écoulement libre	35 m			50 m
Berges des cours d'eau		35 m		Cette distance de 35 m est diminuée à 10 m si une bande de 10 m entherbée ou boisée et ne recevant aucun intrant est implantée de façon permanente en bordure des cours d'eau.
Zones de baignade	/		200 m	15 m si injection dans le sol 50 m si traitement atténuant les odeurs pendulaires
Immeubles habités par des tiers de façon permanente ou temporaire, des logements vacants, de tout établissement recevant du public et en général de tout immeuble ou local professionnel nor agricole, ainsi que des zones de loisirs	100 m	50 m pour les lisiers, purins et eaux résiduaires désodorisées ou enfouis dans les meilleurs délais, par une façon culturale superficielle	10 m si injection dans le sol 50 m si traitement atténuant les odeurs 100 m autres cas	50 m pour les eaux vertes et blanches non mélangées Autre cas 100 m 50 m pour les fumiers 10 m pour les composts
CONDITIONS D'EPANDAGE				
En période de gel	Interdit sauf pour les déchets solides, à l'exclusion des terrains plats	Interdit sauf pour les déchets solides	Interdit pour les effluents liquides lorsque le sol est gelé ou abondamment enneigé	Epandage des effluents interdits sur sols pris en masse par le gel (exception faite pour les fumiers et les composts) ou enneigés interdits et interdits sur les sols inondés et détrempés
En périodes de fortes pluies		Interdit		
En dehors des terres agricoles régulièrement exploitées			Interdit	
Mise en place d'un plan d'épandage	Pas d'obligation	En cas de nuisances constatées, PE à réaliser, approuvé par l'autorité sanitaire, fixe les modalités d'épandage (qualité et quantité d'effluents, modalités et périodicité de remise à l'herbe des animaux)	Plan d'épandage fourni dans le dossier de déclaration	Plan d'épandage avec aptitude des sols dans le dossier d'autorisation
Condition par rapport à la topographie	En cas d'absence d'un PE, interdit à moins de 200 m des cours d'eau cadastrés si la pente du terrain est supérieure à 10 %	En cas d'absence d'un PE, interdit à moins de 200 m des cours d'eau et de toute retenue d'eau avec écoulement libre si la pente est supérieure à 7 %	Interdit sur des terrains de forte pente	Interdit sur des terrains de forte pente, sauf s'il est mis en place des dispositifs prévenant tout risque d'écoulement et de ruissellement vers les cours d'eau
Condition des apports	La nature, les caractéristiques et les quantités des produits épanchés devront rester compatibles avec la protection sanitaire et agronomique du milieu.	La capacité d'absorption des sols ne devra être dépassée afin d'éviter que la stagnation prolongée sur le sol, le ruissellement en dehors du champ d'épandage ou en percolation rapide vers les nappes souterraines puissent se produire	Apports azotés établis à partir d'un bilan global de fertilisation, sans dépasser 350 kg/ha sur 51H ou prairies temporaires en pleine production	Les apports azotés tiennent compte de la nature particulière des terrains et de la rotation des cultures. La fertilisation doit être équilibrée et correspondre aux capacités exportatrices de la culture ou de la prairie concernée.
Epandage par aérosolisation	Interdit en l'absence de plan d'épandage approuvé par l'autorité sanitaire		Interdit	Interdit sauf pour les eaux issues du traitement des effluents
DUREE DE STOCKAGE POUR LES EFFLUENTS	90 jours minimum pour les effluents Ex pour fosse à lisier : 3 ou 4 m ³ /UGB+10L/jour/UGB pour eaux de lavage	45 jours minimum		4 mos
	Si pas de plan d'épandage, sur les pâturages, ne peuvent être épanchés que des lisiers ayant subi soit un stockage d'une durée moyenne de 30 jours en saison chaude et de 60 jours en saison froide, soit un traitement approprié (digestion, traitement par aération d'une durée moyenne de 3 semaines). Remise à l'herbe des animaux au plus tôt 30 jours après l'épandage	Sur les autres cultures pas de prescriptions particulières		Ouvrages imperméables, maintenus en parfait état d'étanchéité.
CONDITIONS ET DUREE DE STOCKAGE POUR LES FUMIERS (hors fumier compact pailloux issu d'un stockage de deux mois)	Les dépôts permanents ou temporaires des fumiers ne doivent pas entraîner une pollution des ressources en eau. Dépôt sur une aire étanche, munie au moins d'un point bas où sont collectés les liquides d'épandage qui doivent être dirigés, à l'aide de canalisations étanches et régulièrement entretenues, vers des installations de stockage étanches ou de traitement.	La superficie de l'aire de stockage sera fonction de la plus longue période pouvant séparer deux évacuations successives des déjections solides		Tout écoulement ou tout déversement des trop-pleins de ces ouvrages de stockage dans le milieu naturel est interdit
TENUE D'UN CAHIER D'EPANDAGE	2 à 3 m ³ /UGB	/		Aire étanche muni d'un point bas où sont collectés les liquides d'épandage (purin) qui doivent être dirigés vers les installations de stockage - durée : 4 mos
				Obligatoire (bilan global de fertilisation) : dates d'épandage, volumes et quantités d'azote, parcelles réceptrices, nature des cultures, délai d'enfouissement, traitement mis en oeuvre pour atténuer les odeurs

¹ Dans le département du Puy-de-Dôme, le bilan global de fertilisation est exigible uniquement pour les élevages ayant une charge à l'hectare supérieure à 1,4 UGB

Ces textes sont insérés en annexe n°5 :

- le RSD du Cantal et du Puy-de-Dôme (Titre VIII – Activité d'élevage),
- l'arrêté préfectoral du 16 juin 2004 modifiant l'arrêté du 25 octobre 1995, fixant les prescriptions générales applicables aux élevages bovins, régime de la Déclaration, pour le Cantal,
- l'arrêté préfectoral du 11 avril 1996 fixant les prescriptions applicables aux élevages de bovins soumis à déclaration, dans le Puy-de-Dôme,
- l'arrêté du 7 février 2005 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les élevages de bovins [...] soumis à déclaration au titre du livre V du code de l'environnement,
- l'arrêté du 7 février 2005 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les élevages de bovins [...] soumis à autorisation au titre du livre V du code de l'environnement.

B. L'ÉPANDAGE DES ENGRAIS DE FERME

La majorité des déjections animales est trop souvent encore considérée comme des déchets dont il faut se débarrasser quel que soit le moyen utilisé. Cependant, l'épandage des engrais de ferme, correctement réalisé, sur des terres agricoles est le meilleur moyen technique et économique pour les valoriser, à condition de disposer d'une surface d'épandage suffisante et de respecter certaines règles.

Les contraintes qui s'imposent sont principalement d'ordre réglementaire, en sachant que les contraintes naturelles (topographie, climatique, écologique (existence de tourbières) et touristique) peuvent restreindre les parcelles et les périodes d'épandage.

Comme nous l'avons vu précédemment, le bassin versant de la Haute-Dordogne se caractérise aussi par une forte pluviométrie qui doit être prise en compte dans le calcul des capacités de stockage (voir paragraphe suivant).

Il est clair aussi que l'épandage des effluents produits sur une exploitation doit s'envisager dans le cadre d'une valorisation agronomique et donc l'épandage est intéressant si les effluents concernés ont une réelle valeur fertilisante, venant en substitution des engrais minéraux utilisés usuellement.

Ainsi les eaux blanches, le lactosérum n'ont pas de valeur fertilisante importante. Ils sont surtout caractérisés par une charge polluante organique (faible teneur en azote, phosphore et potassium). Leur valorisation ou leur traitement seront donc privilégiés d'autant plus dans un contexte où les capacités de stockage sont insuffisantes, où le temps et coût de l'épandage peuvent devenir prohibitifs au regard de l'absence de valeur agronomique.

Ce chapitre sera donc consacré à l'épandage des fumiers et lisiers. Il n'empêche que les eaux blanches et le lactosérum peuvent être stockés avec le lisier ou seuls, et être épandus sur les parcelles de l'exploitation. Les règles qui s'imposent sont alors les mêmes.

1. *La valeur fertilisante des engrais de ferme*

La détermination de la dose à épandre sur une parcelle, en prévision des besoins de la culture, contribue à éviter une surfertilisation et par conséquent le risque de fuite qu'elle comporte. Il convient donc d'assurer l'équilibre entre les besoins des cultures, les fournitures du sol et la fertilisation minérale et organique.

a) **La variabilité de la composition des engrais de ferme**

La variabilité des teneurs entre les élevages est forte. La composition est modifiée par divers facteurs : dilution, mode d'alimentation, stade de croissance, système de production...

Les teneurs en azote de ces déjections sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote et en énergie fermentescible, au mode de distribution de la ration (distribution échelonnée ou non au cours de la journée) et au logement (quantité de paille utilisée par bande, densité des animaux, fréquence des curages...).

A noter que, compte tenu des correcteurs énergétiques ou azotés (selon la compensation à effectuer) et des restitutions directes, les variations globales à l'étable sont relativement faibles comparées à celles observées au pâturage.

Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine. L'azote non-digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces. Le potassium (présent en quantité dans les fumiers) est apporté par les fourrages et la litière.

La nature des lisiers et fumiers change au cours du stockage en bâtiment ou à l'extérieur. Le stockage anaérobie des déjections provoque la mise en place de certaines fermentations aboutissant à une production accrue de mauvaises odeurs : acides volatils et composés soufrés.

Par le support carboné rajouté, le fumier a généralement un taux de matière organique important qui tend à se stabiliser (forme humique) sous l'action de micro-organismes lors du stockage. Le fumier se décomposera plus lentement dans le sol en libérant les éléments minéraux essentiels au développement de la plante. Il contient très peu d'azote ammoniacal et d'autant moins qu'il aura subi un début de décomposition lors d'un stockage prolongé.

De plus, les fumiers voient leur très forte hétérogénéité (liée au bâtiment) accentuée par le stockage. Les litières curées à la fourche hydraulique demeurent structurées en blocs compacts dont le centre évolue en anaérobiose et dont la périphérie bénéficie d'une circulation d'air. Les compositions sont, au final, différentes. De même, les capacités à l'émiettement par les copeaux des rotors des épandeurs sont très variables. Ainsi, les litières accumulées de bovins, épandues en frais, tombent en blocs inégaux.

En cours de stockage, le lisier évolue dans le temps avec une tendance à se séparer en trois phases. On distingue un dépôt de boue en fond de fosse, généralement de faible épaisseur, une phase liquide et une partie flottante plus riche en matières sèches qui peut former une croûte solide. L'azote organique et le phosphore qui se concentrent dans les parties solides du lisier, se retrouvent principalement à la surface de la fosse (croûte) et au fond dans les sédiments qui ont tendance à s'accumuler.

Lors du stockage, des dégagements d'ammoniac se produisent surtout lorsque la température de l'air augmente et qu'un brassage important s'effectue. Cela diminue d'autant la valeur fertilisante du lisier.

De plus, dans le cas d'une fosse non couverte, le lisier sera dilué par la pluie.



Le graphe ci-contre illustre cette variabilité sur un élevage donné.

Graph 32 : Evolution de la teneur en azote du lisier de bovin au cours de l'année - Source : Adele (Aide à la décision environnement et élevage)

Afin d'obtenir un lisier homogène avant épandage, il est ainsi préférable de disposer d'un agitateur dans les fosses de stockage. De plus, cela évite la formation d'une couche de sédiment trop importante au fond des fosses qui deviendrait impossible à reprendre.

Lorsque ces effluents sont pailleux, le brassage doit être suivi d'un broyage au pompage avec un broyeur suffisamment efficace pour réduire en fines particules le foin ou l'ensilage qui sont plus difficiles à affiner que la paille.

Plusieurs types de matériel existent : les malaxeurs à prise de force tracteur, brasseurs submersibles à hélices horizontales, pompes hacheuses recycleuses submersibles ou non (assurent transfert et homogénéisation).

Le malaxeur adapté sur la prise de force du tracteur reste un matériel simple avec un coût d'entretien faible. C'est un système mobile, polyvalent et qui peut être utilisé en commun. Il s'adapte à des fosses enterrées, aériennes, couvertes ou non.

b) L'analyse chimique de l'effluent

Pour obtenir une évaluation précise de la composition des déjections animales, il est indispensable d'effectuer des analyses chimiques.

L'intérêt des analyses à partir d'échantillons représentatifs, réalisées soit en laboratoire pour tous les produits (fumier, lisier) soit à la ferme pour le lisier, consiste à établir sur trois ou quatre ans un référentiel propre à l'exploitation.

En laboratoire, l'analyse standard indique la matière sèche totale, le pH eau, la matière minérale, la matière organique totale, le carbone et l'azote total et ammoniacal, P_2O_5 et K_2O , CaO et MgO.

Il convient pour des tas de fumier ou de compost de réaliser un prélèvement représentatif du produit (réaliser plusieurs prélèvements à des points différents du tas, mélanger et ne reprendre que la quantité demandée par le laboratoire). A noter aussi, que cela demande une organisation rigoureuse de la part de l'éleveur puisqu'il faudra prévoir un délai de 15 jours à 3 semaines entre le dépôt de l'échantillon et l'envoi des résultats.

Le coût d'une analyse est d'environ 80 €HT, sans le coût d'envoi.

Des méthodes de détermination rapide permettent de déterminer la quantité d'azote ammoniacal contenue dans le lisier directement à la ferme. Il s'agit d'appareils tels que Quantofix et Agrolisier, leur prix se situant aux alentours des 250 €HT.

Tous deux permettent une lecture rapide et directe de l'azote ammoniacal (NH_4^+) contenu dans les lisier, en sachant que pour le lisier de bovins, l'azote total est égal à 2,5 fois l'azote ammoniacal.

c) La valeur agronomique des effluents

Azote

L'azote contenu dans un engrais de ferme n'est pas entièrement, ni immédiatement utilisable par la culture. Après épandage, l'azote ammoniacal et organique se transforme progressivement sous l'action des micro-organismes en nitrates lorsque la température et le degré hygrométrique du sol le permettent. Cette oxydation est variable en fonction de l'époque d'épandage, du type de culture et du mode d'épandage.

Sous cette forme oxydée, l'azote est stable et très soluble dans l'eau et par conséquent, susceptible d'être entraîné vers les eaux superficielles et souterraines par lessivage et/ou ruissellement.

Une autre partie est stockée sous forme d'humus dans le sol. Cet humus minéralise progressivement et libère une partie de l'azote qu'il contient (fourniture par arrière effet). Si la parcelle reçoit des apports réguliers d'engrais de ferme depuis très longtemps, la fraction libérée chaque année par minéralisation de l'humus est équivalente à celle stockée chaque année.

Pour prendre en compte les vitesses de minéralisation des différents effluents, dans l'apport qu'ils représentent pour les cultures, on utilise des Coefficients d'Equivalence. Ces coefficients existent pour l'azote (généralement les CEA évoluent entre 0,2 et 0,8) mais aussi pour le phosphore et le potassium. Grâce à ces coefficients on peut comptabiliser l'efficacité des engrais de ferme de la même manière que celle des engrais minéraux. Ces coefficients issus de la recherche agronomique ont été établis par

les instituts techniques agricoles (Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Institut Technique du Porc, etc.).

Les tableaux en annexe n°6 présentent le coefficient d'équivalence engrais. Celui-ci est calculé en fonction de la période d'apport, de la fréquence et de la culture mise en place. Il exprime l'efficacité comparée d'un élément fertilisant apporté sous forme d'engrais de ferme par rapport à un engrais minéral de référence (ammonitrate).

Une part importante de l'azote des effluents liquides est utilisable dès la première année après l'épandage, le Coefficient d'Equivalence en Azote minérale (CEA) des effluents liquides est donc élevé par rapport aux autres effluents. Par ailleurs, le coefficient est supérieur lors d'un apport au printemps. En effet, le processus de formation des nitrates s'accélère avec l'augmentation des températures. A cette saison, les nitrates sont fortement utilisés par les cultures en période de croissance végétale et les risques d'entraînement en profondeur sont donc limités.

Les fumiers sont en règle générale des effluents dont l'évolution dans le sol est lente, c'est à dire qu'une part importante de l'azote qu'ils contiennent se trouve sous formes organiques. Cet azote organique n'est transformé que lentement en formes minérales (disponibles pour la plante).

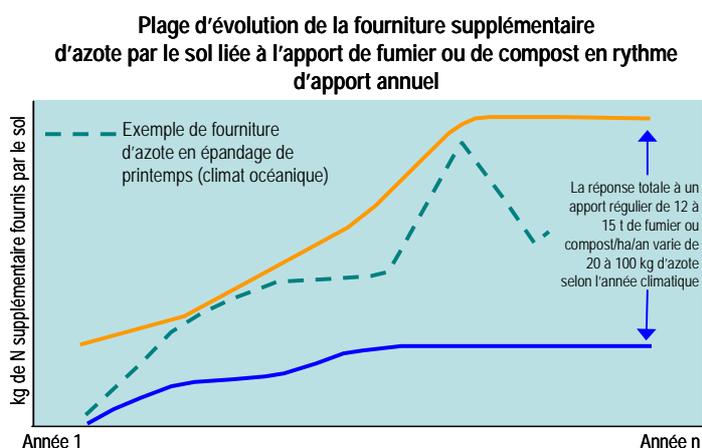
Cette caractéristique des fumiers est principalement due à leur teneur en carbone élevé par rapport à leur teneur en azote (rapport C/N > 8).

En effet, les micro-organismes du sol ont besoin des matières azotées pour leur fournir l'énergie nécessaire à la dégradation des matières carbonées (paille). L'azote de l'effluent est donc en partie mobilisé à cette fin, transformé en biomasse bactérienne (réorganisé), mais non directement disponible pour les cultures.

Cet effluent est donc un véritable amendement organique, qui contribue à entretenir le stock de matières organiques évoluées de la couche arable. En revanche son effet azoté direct est faible.

Les coefficients d'équivalence azote des fumiers varient généralement entre 0,10 et 0,15, sur prairies, selon les périodes d'apport, en régime d'apport occasionnel. Ce coefficient atteindra 0,8 en régime d'apports annuels depuis au moins 10 ans. Ces arrière-effets des épandages antérieurs accroissent la fourniture d'azote par le sol.

Pour le compost de fumier, l'effet direct l'année d'apport est un peu plus faible 0,05 à 0,10, il s'agit en effet d'un amendement organique plus stable que le fumier. Avec les produits à effets lents, l'effet azote est d'autant plus marqué que les apports sont réguliers (tous les ans ou 2 ans). L'effet direct augmente de 10 % à 40% au bout de la troisième année d'apport (en climat arrosé).



Un complément azoté, de 15 à 20 unités d'azote, en sortie d'hiver sous forme de lisier, purin ou azote minéral est toute fois souhaitable, la minéralisation n'ayant pas encore commencée.

Graph 33 : Evolution de la fourniture d'azote par le sol suite à des épandages de fumier ou compost.

Potassium et Phosphore

Le potassium est un élément très soluble, et quel que soit l'engrais de ferme, il sera libéré rapidement. Sa disponibilité pour les cultures est donc équivalente à un engrais potassique (coefficient d'équivalence égal à 1).

Le risque de lessivage pour cet élément est très faible, par contre le risque de pollution des eaux et d'atteinte à la vie piscicole par ruissellement et érosion est plus important.

Le phosphore des lisiers et fumiers de bovins est pratiquement totalement disponible. Il est admis un coefficient de disponibilité de 1.

Du fait de sa forte affinité de fixation, le risque de lessivage pour cet élément est très faible, par contre le risque de pollution des eaux et d'atteinte à la vie piscicole par ruissellement et érosion est plus important. Le phosphore se fixe rapidement dans les 10 ou 15 cm du sol. Le ruissellement peut entraîner les fines matières en suspension chargées en phosphore qui se trouve adsorbé en surface. La forme inorganique liée au fer ou à l'aluminium va très vite être relarguée lors d'une baisse du taux d'oxygène de l'eau.

Les apports réguliers d'engrais de ferme permettent d'assurer la couverture des besoins en phosphore et potassium.

Afin d'estimer la quantité épandue à la parcelle, il est important de peser de temps en temps son épandeur ou sa tonne à plein et à vide avec un pont à bascule ou des peses essieux. Cette procédure permet de déterminer le tonnage réel, la densité du produit pour les fumiers et le taux de remplissage de la tonne pour les lisiers.

On estime que la densité d'un fumier de bovins est de 600 à 900 kg/m³. Ces données varient en fonction du taux de paillage du fumier et de son degré d'humidité.

Le taux de remplissage d'une tonne varie de 80 à 95%. Des jauges de remplissage sont généralement présentes sur les tonnes.

La quantité épandue au champ sera égale à :

| Pour le fumier :

Volume du chargement x densité du fumier = Poids du fumier par épandeur

Poids du fumier par épandeur x nbre d'épandeurs / surface de la parcelle = dose en t/ha

| Pour le lisier

Volume de la tonne à lisier x taux de remplissage = Volume de lisier par tonne à lisier

Volume de lisier par tonne à lisier x nbre de tonnes à lisier / surface de la parcelle = dose en m³/ha

L'étalonnage de la dose se fera en repérant la vitesse d'avancement du tracteur. Cette vitesse sera réajustée lorsque la dose obtenue n'est pas conforme avec l'objectif fixé.

2. L'épandage du lactosérum

L'épandage du lactosérum, seul, en mélange avec les eaux blanches et/ou avec le lisier est une pratique que l'on a rencontrée chez certains éleveurs.

Ces effluents (eaux blanches et lactosérum) ayant une faible valeur fertilisante (0,4 kg N/m³ pour le mélange eaux blanches et lactosérum), cet épandage doit plus s'envisager comme un traitement grâce au pouvoir épurateur du sol.

En effet, le complexe sol-plante possède une capacité d'épuration des effluents biodégradables grâce aux mécanismes suivants : filtration et rétention d'eau, minéralisation de la matière organique, stockage puis utilisation des éléments minéraux par le système végétatif (voir paragraphe 6.b).

Les quantités épandues ne devront donc pas dépasser cette capacité épuratrice, et ni entraîner de ruissellement. Une dose de 60 m³/ha représente un apport de 27 kg N/ha, 17 kg P/ha (39 kg P₂O₅) – mélange eaux blanches et lactosérum.

Le stockage du lactosérum demande des ouvrages adaptés pour palier aux problèmes de l'acidité du lactosérum. Les fosses bétons classiques ou en acier galvanisé voient leur durée diminuée lorsque le lactosérum vient rejoindre les autres effluents.

Les effluents de fromagerie auraient un effet positif sur la faune du sol avec notamment une stimulation des populations de vers de terre. Les détergents et désinfectants présents dans les eaux de laiterie n'auraient pas d'incidence sur la croissance des plantes.

Le lactosérum commencerait par brûler les plantes et stimulerait leur pousse par la suite.

Si des études ont montré que le lactosérum a peu d'effet sur l'acidité d'un sol à pH neutre ou chaulé, on peut s'attendre à une augmentation de l'acidité pour un sol à pH déjà acide.

Le stockage et l'épandage de lactosérum seul ou en mélange entraîneraient une production accrue de mauvaises odeurs.

Une rotation des parcelles recevant le lactosérum est essentielle afin de ne pas entraîner une saturation du sol et une trop forte acidification.

Ce système de traitement du lactosérum ne paraît pas adapté au territoire d'étude pour des risques d'augmentation de l'acidité des sols, des problèmes de stockage et de formation accrue de mauvaises odeurs.

3. Les périodes d'épandage et fertilisation des prairies

Le choix des périodes d'épandage n'est pas neutre quant aux réelles possibilités de valoriser l'azote des effluents et donc de réduire les risques de pollution diffuse par les nitrates.

L'épandage des engrais de ferme sur les parcelles de l'exploitation doit être géré en tenant compte des exigences et des possibilités de valorisation des cultures. D'une manière générale, ils sont d'autant mieux valorisés qu'ils sont apportés près de la période d'absorption de l'azote par des cultures. *Les apports en dehors des périodes de végétation entraînent des pertes d'azote.*

Les apports d'hiver sur sol gelé ou enneigé ou sur culture en arrêt végétatif sont donc à proscrire.

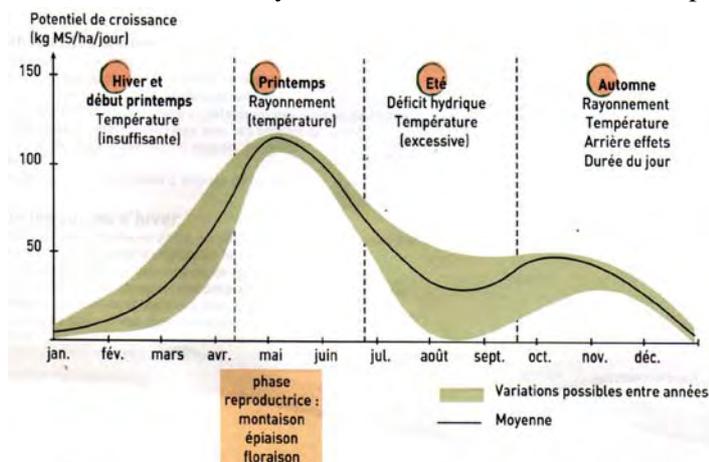
Plus que pour les autres cultures, la fertilisation des prairies fait intervenir un grand nombre de paramètres qui dépendent essentiellement des pratiques de chacun : la composition de ces prairies, le mode d'exploitation (fauche ou pâturage), le chargement à l'hectare et la fréquence de pâturage (si elles sont pâturées), le nombre de coupes (si elles sont fauchées), etc.

La couverture des besoins de croissance instantanée est assurée par les réserves de la plante elle-même et par le sol. Après une exploitation (fauche ou pâture), la prairie puise massivement dans le sol pour couvrir les exportations et assurer une nouvelle croissance.

Les conditions optimales de croissance de la prairie sont réunies au printemps. Le rayonnement solaire assure la pousse. L'humidité et la température de sol sont favorables à la minéralisation des matières organiques du sol hydrique.

En été, un déficit prolongé restreint considérablement la croissance de la prairie et la minéralisation des matières organiques du sol. Il en est de même lors des périodes froides en hiver.

En automne, le rayonnement solaire est encore important et la réhumectation du sol permet le redémarrage de la croissance pendant plusieurs semaines (voir graphe ci-contre).



Ce découpage de l'année en saison reste théorique et varie en durée et en intensité selon les années climatiques et la région.

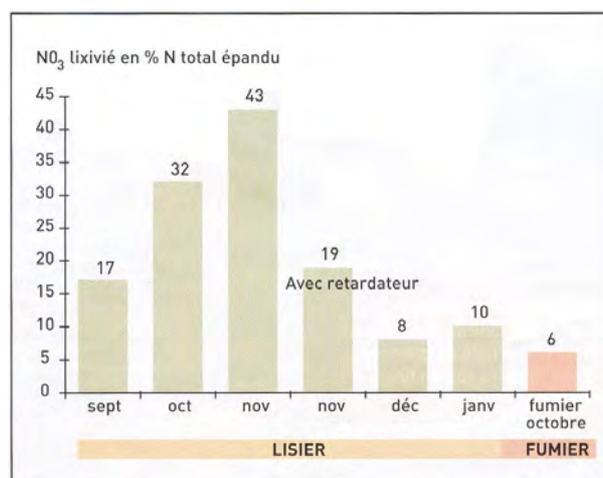
Graphe 34 : Evolution de la vitesse de croissance potentielle de la prairie au cours de l'année (Bodet, 2001)

Les besoins en azote, phosphore et potassium sont donc très liés :

- Au potentiel de croissance de l'herbe au cours des saisons, lui-même lié au rayonnement solaire, à la température et à l'alimentation hydrique.
- Au nombre d'exploitations. C'est ainsi que 5 ou 6 passages de vaches laitières ou 2 ou 3 fauches conduisent à de fortes exportations comparées à une fauche unique et tardive par exemple.
- Au mode d'exploitation. En prairies pâturées, les restitutions directes par les animaux concourent à la fertilisation par les effets directs des pissats et les arrières-effets des bouses des campagnes précédentes.
- A la présence de légumineuses qui assurent une partie de la fertilisation azotée. Cette contribution est fonction de leur proportion dans le couvert.
- A l'entretien antérieur des prairies en éléments fertilisants.

Pour limiter les risques de lixiviation, il faut tenir compte de la période d'apport et de la nature du produit. Le fumier pourra donc être épandu tout l'année. Par contre, le lisier doit être épandu exclusivement au printemps.

En effet, les épandages de lisier à l'automne présentent des risques élevés de lixiviation de l'azote pendant les mois d'hiver, notamment à la suite d'apports fin d'automne froid ou en début d'hiver (Froment, 1992 – voir schéma ci-contre). Les besoins de la prairie à l'automne sont en effet couverts par les fournitures du sol.



Graphe 35 : Pertes d'azote par lixiviation sous prairie en fonction de la nature du produit et de la date d'apport avec une lame drainante de 178 mm

Exemple d'un calcul pour une prairie - bilan de fumure prévisionnel

Méthode INRA - IDE - ITCF

1 Exportations

Objectif de production annuelle

8 t MS/ha

répartis en

foin (4 t MS/ha), regain (2 t MS/ha) puis pâturage d'automne (2 t MS/ha)

Pâturage à rotation rapide (retour 3 sem) ou pâturage libre intensif	t MS/ha	X	30	=	kg/ha
Pâturage à rotation lente (5 sem) ou ensilage	2 t MS/ha	X	25	=	50 kg/ha
Foin précoce ou foin de repousse	2 t MS/ha	X	20	=	40 kg/ha
Foin tardif de 1er cycle	4 t MS/ha	X	15	=	60 kg/ha

EXPORTATIONS TOTALES

150 kg/ha

2 Minéralisation du sol et arrières effets des apports organiques

Sol moyennement profond avec retour organiques moyens

- 90 kg/ha

3 Contribution des légumineuses

Proportion de légumineuse de 5 à 20 %

- 20 kg/ha

4 Restitutions au pâturage

Production totale de 8 t dont part de la pâture inférieure à 50 %

- 10 kg/ha

TOTAL INTERMEDIAIRE

= 30 kg/ha

Prise en compte du coefficient apparent d'utilisation de l'azote (CAU)

/ 0,6

CAU : Coefficient Apparent d'utilisation = proportion d'azote apparament absorbé par la plante

RESTE A FOURNIR

= 50 kg/ha

5 Effet direct des fumiers et lisiers selon la période d'apport

	Qt épandue	Kg N / t ou m ³	Efficacité	Effet direct
Fumiers de bovins automne			0,2	
Fumiers de bovins printemps			0,23	
Lisiers de bovins printemps	40	3	0,4	48

CEA 2001 dans "fertiliser avec les engrais de ferme (ITCF...)"

APPORT PAR LES ENGRAIS DE FERME

- 48 kg/ha

DOSE TOTALE D'ENGRAIS MINERAL A APPORTER

= 2 kg/ha

QUANTITE DE PHOSPHORE ET POTASSIUM APPORTEE PAR LES ENGRAIS DE FERME

	Qt épandue	P kg/t ou m ³	K kg/t ou m ³	Efficacité	Effet direct	
					P tot en kg/ha	K tot en kg/ha
Fumiers de bovins automne		2,2	8	1		
Fumiers de bovins printemps		2,2	8	1		
Lisiers de bovins printemps	40	1,5	4	1	60	160

Besoin de la prairie en P et K	Rdt t MS/ha	Exportation/t MS		Exportations totales kg/ha	
		P	K	P	K
	8	19	80	152	640

Les apports complémentaires sont à moduler en fonction des analyses de sol ou d'herbe

L'épandage régulier de fumier ou de compost pendant 5 ans, en automne, n'entraîne pas d'augmentation du stock d'azote nitrique dans le sol au début de la période de drainage (période hivernale pendant laquelle des quantités importantes d'eau quittent le sol et entraînent des éléments). Cela n'a pas d'incidence sur les risques de lixiviation.

Cependant, la fraction organique très importante des fumiers et composts engendre une accumulation de la matière organique dans le sol. A long terme, ceci augmente les quantités d'azote minéralisé chaque année par le sol.

Les lisiers de bovins épandus au printemps pour assurer la croissance de la prairie entre la fin d'hiver et la fin du printemps ont très peu d'effet sur les quantités d'azote lixiviées au cours de l'hiver suivant. **Les lisiers d'une teneur en azote supérieur à 1,5 kg N/m³ doivent donc être systématiquement épandus à une période de forts besoins de la prairie.**

Pour des raisons sanitaires et d'appétence, un délai de trois semaines est souvent conseillé entre épandage et mise au champ. En effet, les lisiers n'ont pas subi de montée en température, comme des fumiers par exemple, or des germes comme les salmonelles sont sensibles à la température. Les lisiers s'assainissent ainsi plus difficilement.

Un certain nombre de conseils peut être donné pour éviter tout problème : assurer une durée de stockage assez longue qui va abaisser le taux de contamination (isolé pendant deux mois, un lisier s'assainit) ; laisser un intervalle de temps entre l'épandage du lisier et le pâturage des animaux (un délais de trois semaines est suffisant lorsque les lisiers sont faiblement contaminés) ; composter le fumier (voir paragraphe sur le compostage du fumier).

De plus, le fumier épandu en automne est digéré par le couvert avant la période de pâturage et n'entraîne aucun problème d'appétence.

Ainsi suivant les besoins de la prairie et afin d'éviter les périodes à risque, nous retiendrons :

- épandage du lisier : en fin d'hiver et au printemps (mars, avril, mai), afin de satisfaire les besoins précoces de l'herbe,
- épandage du fumier frais : à l'automne,
- épandage du compost de fumier : toute l'année (sauf période trop séchante en été).

L'épandage des engrais de ferme sur les prairies installées présente peu de risque de lixiviation des nitrates à condition de raisonner les doses et les périodes d'application.

Un exemple de calcul de la dose d'azote minéral à apporter est inséré en page ci-contre. Ce calcul est fait suivant le bilan de masse, qui prend en compte les apports efficaces des engrais de ferme, les apports dus à la minéralisation du sol et arrières-effets.

Les besoins sont pratiquement couverts par un apport de lisier de printemps de l'ordre de 40 m³/ha.

Ce bilan est bien entendu à moduler suivant l'exploitation de la parcelle, son historique et la nature du sol.

4. Le stockage

Une capacité de fosse importante permet à l'éleveur de gérer rationnellement son stock d'éléments fertilisants dans le temps et d'en disposer à bon escient.

La réglementation impose une capacité de stockage de quatre mois minimum (régime de déclaration).

Le nouvel arrêté du 7 février 2005, fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les élevages de bovins [...] soumis à déclaration au titre du livre V du code de l'environnement mentionne :

« la capacité de stockage permet de stocker la totalité des effluents produits pendant quatre mois au minimum. La capacité de stockage peut être augmentée pour tenir compte notamment des particularités climatiques et de la valorisation agronomique. »

La mise en parallèle de la durée de stockage et des périodes d'épandage possibles suivant la croissance des prairies et les conditions climatiques est indispensable afin de n'épandre au moment opportun lorsque la plante en a le plus besoin et non lorsque les ouvrages de stockage sont pleins.

Ainsi sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne, la durée de stockage doit correspondre à la totalité de la période hivernale, soit 6 mois.

De plus, cette capacité de stockage devra tenir compte des eaux de lavage des salles (normalement intégrées au niveau des normes CORPEN), des autres effluents produits (purin, eaux de la fromagerie, lactosérum, s'il y a lieu) et des eaux pluviales dans le cas d'une fosse ou d'une fumière non couverte.

La quantité d'eau à prendre en compte pour un stockage annuel peut être calculée pour une pluviométrie annuelle de 1 400 mm, en sachant qu'elle atteint 2 000 mm voire plus lorsque l'on se rapproche des Monts du Cantal et des Monts Dore (voir carte n°6).

Le volume des précipitations à prendre en compte est donc à calculer en fonction de la pluviométrie hivernale (*octobre à mars généralement, lorsque l'évaporation est inférieure aux précipitations*), du coefficient de fraction à stocker et de la surface de la fosse. Ce coefficient est basé sur une évaporation inversement proportionnelle à l'intensité de la pluie.

Son calcul est donné dans la circulaire DEPSE/SDEA/C2001-7047 du 20 décembre 2001 :

$$FS \text{ (fraction à stocker)} = [(pluie mensuelle hivernale \text{ en mm} / 3) + 40] / 100$$

Ainsi pour une pluviométrie hivernale mensuelle de 100 mm, le coefficient est égal à 0,733. Le volume supplémentaire dû aux précipitations est de 22 m³ pour une surface ouverte de 50 m² sur une durée de 6 mois.

Le volume de la fosse doit donc prendre en compte ce volume d'eau supplémentaire. De plus, une marge de sécurité doit être prise pour palier aux conditions climatiques exceptionnelles. La hauteur correspondant est égale à 40 cm pour une fosse bateau en géomembrane et 50 cm pour les fosses à paroi verticale.

La dilution du lisier pose un problème de valorisation agronomique de l'effluent. Afin de limiter les risques de ruissellement, des doses de 40-50 m³/ha sont préconisées. A ces doses, un lisier dilué apporte peu d'éléments fertilisants tout en augmentant les surfaces d'épandage. Les temps d'épandage s'en trouvent proportionnellement rallongés.

Par rapport à l'ensemble de ces résultats, il semble préférable de privilégier des fosses les plus profondes possibles (maximum de 3 m pour une géomembrane).

A long terme en prenant en compte les frais d'épandage sur 10 ans, et ce quel que soit le choix sur la nature de la fosse, la couverture s'avère être un investissement rentable. De plus, elle offre de nombreux avantages :

- Lisier de meilleure qualité agronomique,
- Gain de temps à l'épandage,
- Limitation du risque de débordement lors d'épisodes pluvieux exceptionnels.

Le choix entre fosse béton et géomembrane devra prendre en compte, outre le facteur financier, d'autres critères : la place disponible sur le site, la pente, la portance du terrain, l'espérance de vie de la fosse, l'accessibilité et l'efficacité du malaxage...

5. Le matériel d'épandage

Agronomie et écologie justifient l'épandage des engrais de ferme à certaines périodes de l'année, mais l'utilisation d'un matériel adapté est nécessaire. Un bon dispositif d'épandage est celui qui permet d'assurer l'apport de la dose recommandée par le plan de fumure avec une bonne répartition longitudinale et transversale tout en limitant les nuisances.

Le choix du matériel d'épandage doit répondre à de nombreux critères :

- la nature du produit à épandre : plus ou moins liquide, pailleux ;
- la régularité d'épandage ;
- la capacité à épandre de faibles doses ;
- le volume de la tonne ou de l'épandeur ;
- le choix des essieux et des pneumatiques pour limiter les tassements ;
- la souplesse d'utilisation ;
- les nuisances occasionnées ;
- l'homogénéisation du produit.

Nous reprenons la description générale des principaux types de matériels en précisant leurs avantages et inconvénients.

a) La buse palette

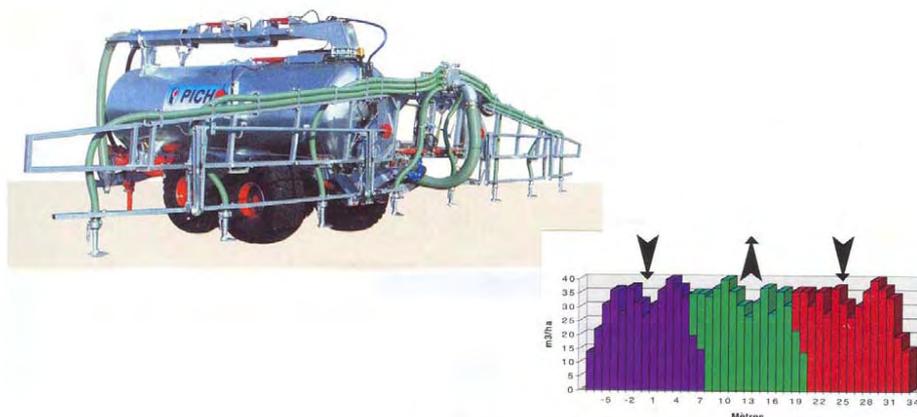
La buse-palette est le dispositif le plus couramment employé pour l'épandage du lisier. Comme les autres systèmes, la buse-palette est placée après la vanne de sortie de la tonne à lisier.

Le lisier sous pression sort par la buse pour venir s'éclater sur la palette orientée vers le haut ou vers le bas.

C'est la pression créée par le compresseur et le diamètre de la buse de sortie qui déterminent le débit d'épandage. Celui-ci est de l'ordre de 1500 à 2000 l/mn avec une buse de 60 mm sous une pression de 0,7 à 0,8 bar. La largeur d'épandage théorique atteint 10 à 12 mètres dont 6 à 8 mètres utiles selon le type de buse et la position de la palette (CORPEN, 1997).

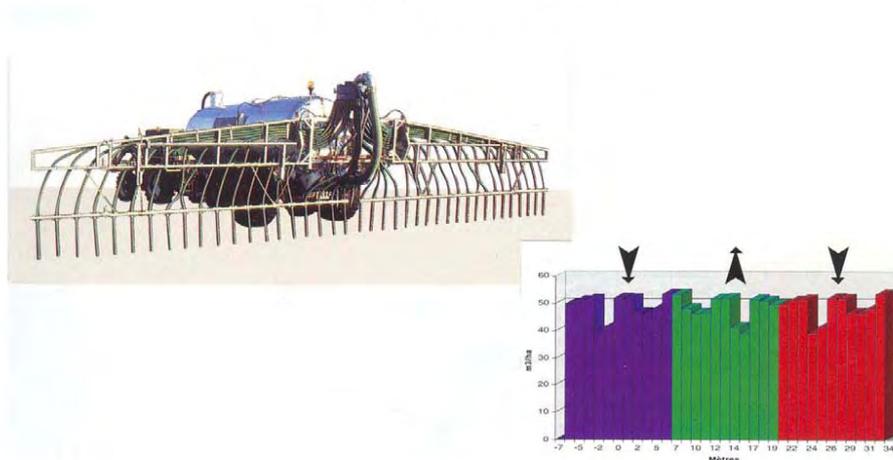
Ce dispositif simple et peu coûteux présente l'inconvénient de favoriser l'émission d'odeurs lors de l'épandage. En effet, le lisier est éclaté sur la palette en fines gouttelettes ce qui augmente considérablement la surface de contact entre le lisier et l'atmosphère et donc l'émission d'odeurs, d'autant plus avec une palette orientée vers le haut.

La répartition transversale des quantités de lisier épandu est en forme de « M ». Les deux pics illustrent la performance moyenne de ce système.



Rampe d'épandage avec palettes et courbe de répartition

(Courbe caractéristique de répartition transversale obtenue avec un système à rampe à buse palettes de 12 m ; simulation de passage pour une largeur de travail de 13 m, recouvrement faible de l'ordre de 2 m.
Source : FDCUMA et Chambre d'Agriculture des Landes)



Rampe d'épandage avec pendillards et courbe de répartition

(Courbe caractéristique de répartition transversale obtenue avec un système à rampe à pendillards de 12 m ; simulation de passage pour une largeur de travail de 12 m, pas de recouvrement.
Source : FDCUMA et Chambre d'Agriculture des Landes)

Ce dispositif doit être complété lors d'un épandage sur terre nue par un enfouissement rapide du lisier après épandage. L'enfouissement avec une charrue immédiatement après épandage permet une réduction de 52% des émissions d'odeurs par rapport à un épandage témoin sans enfouissement (Pain et al., 1991).

Des dispositifs intermédiaires existent présentant une mini-rampe munie de trois buses, où la palette est positionnée horizontalement. Ce système relativement simple permet une meilleure répartition de l'effluent.

b) Les rampes d'épandage

Le principe des rampes d'épandage est de déposer le lisier au niveau du sol avec une faible pression. Ces rampes ont aussi pour objectif de permettre une répartition du lisier la plus homogène possible.

Plusieurs variantes existent :

- ↳ les rampes avec palettes, constituées par des tubes verticaux terminés par une palette,
- ↳ les rampes avec pendillards, constituées de tuyaux déposant le lisier directement sur le sol.

(Voir figures en page ci-contre)

Il semble préférable d'équiper les rampes d'épandage d'un broyeur-répartiteur qui assure la régularité des quantités de lisier dirigées vers chaque pendillard et évite que les tuyaux ne se bouchent (essentiel pour un lisier de bovins épais). Ce système permet à la fois d'avoir le même débit pour chaque sortie quelle que soit sa position sur la rampe et d'épandre de faibles quantités (jusqu'à 15 m³/ha).

Plus les rampes sont larges, plus les doses à l'hectare sont faibles. C'est la vitesse d'avancement du tracteur qui règle le volume à épandre.

La largeur de travail est bien maîtrisée. Elle est généralement égale à 12 mètres, avec 40 pendillards. L'interligne peut varier de 25 à 30 cm.

Ces dispositifs permettent une bonne régularité de répartition transversale (voir figures en page ci-contre).

Pour le transport sur route, il est recommandé d'opter pour un système de repliage le plus compact possible de la rampe avec un dispositif antigoutte qui évitera de laisser des traces de lisier sur la chaussée.

Le lisier arrivant au niveau du sol à faible pression, la bouffée d'odeur à l'épandage est limitée. Cependant, le problème de la rémanence après épandage reste présent. Le lisier déposé sur le sol est en contact avec l'air d'où des émissions d'odeurs dans les heures qui suivent l'épandage. Par rapport à un système classique, on peut supposer que l'émission d'odeurs doit être réduite du fait du dépôt en lignes du lisier sur le sol, ce qui diminue la surface de contact lisier-air, d'autant plus avec une rampe avec pendillards où le lisier est déposé directement sur le sol sans production de fine gouttelettes.

Coût de ces dispositifs (fourchette de prix selon les modèles) :

- ↳ les rampes avec palettes : 8 000 à 10 000 €
- ↳ les rampes avec pendillards : 12 000 à 15 000 € en 12 mètres, attelage compris

Afin d'éviter le tassement du sol qui peut se produire par des passages précoces sur un terrain plus ou moins mouillé, des équipements spécifiques peuvent atténuer cet effet : pneus basse pression ou pneus larges avec une faible pression (1,5 à 2 bars) sur le tracteur et la tonne.

Cependant, la distance des parcelles d'épandage n'est pas compatible avec ces équipements. Un compromis devra être trouvé entre la capacité de la tonne, l'éloignement des parcelles et l'équipement choisi.

Si l'on veut à la fois épandre au bon moment lorsque la plante en a le plus besoin et lorsque le sol a une bonne portance, réduire le temps de chantier afin de limiter les nuisances et ne pas empiéter sur d'autres travaux agricoles, il est indispensable d'organiser des chantiers efficaces et rapides. Pour cela, il convient d'agir sur différentes phases du chantier : la vidange des fosses, le transport et l'épandage.

Le temps de vidange des fosses dépend de la capacité des pompes à vide, des facilités d'accès aux fosses (chemins stabilisés larges), des dispositifs de branchement de la canalisation d'aspiration (faire appel à un bras de pompage à commande hydraulique).

Le transport varie principalement en fonction de la distance entre le lieu de stockage et les parcelles, mais également en fonction de la nature du chemin d'accès, de l'adéquation entre la capacité de la tonne et la puissance du tracteur.

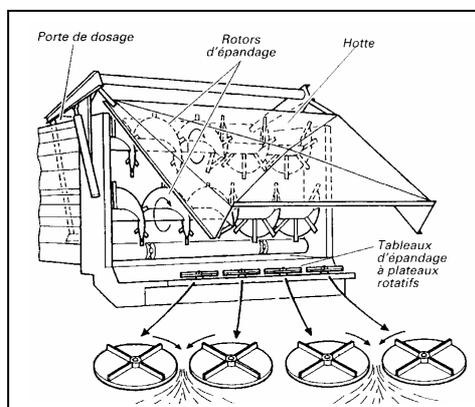
Pour le temps d'épandage, plus la dose à l'hectare recherchée est faible, plus il faudra parcourir de distance, d'où l'intérêt d'augmenter la largeur utile d'épandage. Le temps d'épandage peut être divisé par deux en remplaçant une buse palette d'une largeur utile de 6 m par une rampe type pendillards de 12 m. D'autres facteurs interviennent également : la nature du sol au moment de l'épandage, le relief de la parcelle, les risques de patinage...

c) Les épandeurs à hérissons horizontaux, munis d'une table d'épandage

Ce dispositif équipe actuellement la grande majorité des épandeurs de fumier, le coût d'achat étant relativement modeste.

Les hérissons horizontaux, au nombre de 1, 2 ou 3, tournent dans le même sens à des vitesses différentes suivant leurs diamètres. La largeur utile d'épandage de ces dispositifs est en général de 2,5 m, voire 3-4 m pour les plus récents.

Compte tenu d'une faible largeur de travail, il est difficile d'apporter des doses inférieures à 40 tonnes à l'hectare et d'avoir une bonne qualité de répartition. Ainsi, ce matériel doit être complété par une table d'épandage.



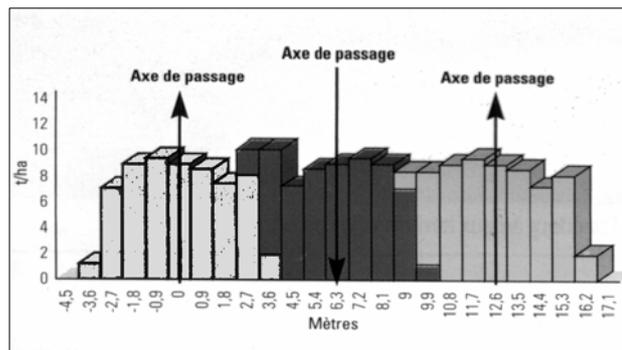
Ce dispositif est constitué d'une hotte et de 2 ou 4 disques ou palettes. Les hérissons émettent le produit et le projettent contre la hotte qui le rabat vers les disques avant expulsion.

La largeur utile d'épandage est ainsi augmentée (entre 5 et 15 m selon la densité du produit).

Ce type d'équipement permet donc d'épandre de faibles doses du fait d'une grande largeur d'épandage (entre 5 et 10 tonnes à l'hectare) et les disques améliorent la répartition au sol du produit.

Le surcoût des tableaux d'épandage est de l'ordre de 5 000 euros.

Graphe 36 : Courbe caractéristique de répartition transversale
(Source : FDCUMA et Chambre d'Agriculture 40)



d) Les épandeurs à hérissons verticaux



Les hérissons verticaux, au nombre de 2 ou 4, de grand diamètre, sont légèrement inclinés vers l'avant et tournent en sens inverse l'un de l'autre, de l'intérieur vers l'extérieur (le fumier passe entre les deux).

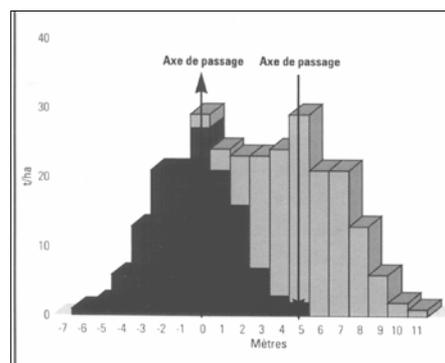
L'angle d'attaque des hérissons, leur grand diamètre et leur vitesse périphérique permettent un bon émiettement du produit au moment de son expulsion.

La largeur utile d'épandage dépasse de loin celle de la caisse et varie entre 5 et 10 m. Du fait d'un épandage large, les doses potentiellement épandues se trouvent diminuées de moitié, voire plus, par rapport à un dispositif classique à hérissons horizontaux.

Ce type d'équipement permet donc d'épandre de faibles doses du fait d'une grande largeur d'épandage (entre 10 et 20 tonnes à l'hectare) et les disques améliorent la répartition au sol du produit.

Les essais effectués par la FD CUMA et la Chambre d'Agriculture des Landes semblent montrer que ces dispositifs à 2 hérissons verticaux soient particulièrement performants avec le fumier de bovin dense.

Son prix d'achat est plus élevé qu'un épandeur classique à hérissons horizontaux de l'ordre de 30 à 40 % plus cher.



Graphe 37 : Courbe caractéristique de répartition transversale - Source : FDCUMA et Chambre d'Agriculture 40.

Outre ces différents systèmes d'épandage, deux autres éléments importants interviennent sur la qualité du travail réalisé : la caisse et le fond mouvant.

La capacité de la caisse varie généralement entre 6 et 15 tonnes. On distingue les caisses normales et les caisses étroites généralement surbaissées. Ces dernières offrent l'avantage de pouvoir monter sur l'épandeur des roues de grand diamètre diminuant l'effort de traction demandé au tracteur. Ces caisses étroites permettent également un chargement relativement homogène procurant ainsi une alimentation plus régulière du dispositif d'épandage.

Pour des caisses plus larges, il est nécessaire de réaliser un chargement le plus homogène possible afin d'optimiser les performances lors de l'épandage.

Deux modes d'entraînement continu du fond mouvant existent : entraînement mécanique par boîte de vitesse et entraînement hydraulique. Ce dernier système permet de faire varier facilement la vitesse du fond mouvant (par modification du débit d'alimentation avec un régulateur de débit) mais cela n'est pas toujours très facile à régler.

6. Etude pédologique et aptitude des sols à l'épandage

L'épandage des lisiers et fumiers est la seule « utilisation » permettant la valorisation des éléments fertilisants tels que N, P et K, de manière agronomique. C'est le traitement biologique le plus efficace des effluents agricoles.

En effet, un sol cultivé agit comme un système épurateur qui filtre les matières en suspension du lisier, réalise l'oxydation de la matière organique, retient l'eau et les éléments minéraux qui seront ensuite exportés par les cultures.

Une étude pédologique précisant l'aptitude des sols à l'épandage, ainsi qu'une conduite raisonnée de ces épandages est le garant de la meilleure gestion de ces effluents.

a) L'étude pédologique

Le sol est un milieu complexe, évolutif qui possède une capacité de filtration généralement bonne. Cependant, ses caractéristiques (épaisseur, réserve utile, hydromorphie, texture, taux de matière organique...) influent directement sur sa capacité à retenir l'eau et les éléments colloïdaux. Ainsi, il est important de définir l'aptitude des sols à l'épandage afin d'éviter tous les phénomènes de ruissellement, de fuite vers les nappes et de stagnation en surface.

Le but final d'une reconnaissance pédologique est de déterminer le risque d'infiltration des effluents. Il est important de se rendre sur le terrain, de reconnaître les profils et la pédogenèse. Mais cela ne suffit pas, il faut pouvoir spécifier un certain nombre de paramètres qui jouent un rôle sur la circulation des liquides à travers le sol.

La pédologie peut parfois exclure des parcelles à l'épandage mais elle doit surtout permettre à l'éleveur d'adapter ses pratiques (doses, fréquences...) en fonction de ses sols et de ses cultures.

Le véritable enjeu est la définition du pouvoir épurateur du sol.

Pour l'agriculteur, la finalité d'une telle étude est de faire en sorte que son plan d'épandage respecte la capacité du sol à épurer les effluents qu'il reçoit.

La réalisation de sondages à la tarière à main, pouvant aller jusqu'à 1,20 m de profondeur, permet de dresser le profil pédologique d'un sol, c'est-à-dire décrire les différents horizons par rapport à certains éléments :

- la texture des différents horizons est l'analyse de la granulométrie des éléments de ce sol (sableux, limoneux ou argileux). Ainsi on détermine la taille des composants afin de juger de la porosité, de la perméabilité... Il faut juger la stabilité structurale, la quantité d'argile, la cohésion des grains... Une texture de surface argileuse limite la pénétration de l'eau dans le sol. Inversement, une texture de surface trop sableuse facilite le transit des effluents en profondeur. Si les sols n'ont pas de barrière imperméable en profondeur (substrats non perméables), le lessivage domine et les particules sont entraînées vers la nappe.

- l'hydromorphie est la conséquence d'un excès d'eau dans le sol. L'eau s'accumule à plus ou moins grande profondeur et il y a diminution de l'oxygène contenue dans le sol. Elle se manifeste par des phénomènes de réduction de la matière organique des sols ou de certains éléments (fer : le fer ferrique devient ferreux). Ainsi, on la détecte dans les horizons par la présence de taches rouilles et/ou de concrétions grises-noires ferro-manganiques. L'hydromorphie du sol montre la présence de nappes perchées, plus ou moins temporaires. La présence de telles nappes peut poser des problèmes de contamination des eaux de surface par écoulement latéral, voire des nappes plus profondes, s'il existe des interrelations. Un sol engorgé est défavorable au développement racinaire des cultures et rend difficile certaines interventions (récolte, épandage...).

- l'épaisseur du sol représente la distance que l'eau doit parcourir pour arriver au substrat géologique. C'est un indicateur de stockage et il permet d'apprécier la réserve utile. Plus les sols sont épais, plus la filtration est lente, meilleure est la capacité épuratrice du sol. Si les sols sont peu épais, il faut alors s'intéresser au type de substrat et à son pouvoir épurateur.

La description des sols se fait selon le référentiel national pédologique de 1995, édité par l'INRA. Cette détermination empirique peut être complétée par des analyses physico-chimiques qui complèteront les données par rapport à :

- la teneur en matières organiques : Elle améliore les propriétés physiques d'un sol. En effet, l'humus est un liant qui forme des agrégats qui sont responsables de la structure grumeleuse du sol. L'argile a un rôle proche de l'humus. Grâce à ces constituants, il y a formation d'un complexe argilo-humique qui confère au sol une bonne stabilité structurale. La matière organique améliore également les propriétés chimiques du sol, en augmentant la capacité de fixation des cations dans le sol (Capacité d'échange Cationique ou CEC). Enfin la présence de matière organique jeune dans un sol permet le développement de la faune et de la flore du sol.

- La Capacité d'Echange Cationique (CEC) : c'est la capacité du sol à stocker les éléments se présentant sous forme de cations (éléments nutritifs : Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , ou éléments indésirables dans les sols acides Al^{3+} , H^+). La CEC représente en fait le nombre de charges négatives sur le complexe argilo-humique, qui attirent et retiennent les charges positives. Elle s'exprime en cmol^+/ kg . Elle varie d'un sol à l'autre avec la teneur en argile, en matières organiques et avec le pH. Plus la CEC est élevée, plus le sol est fertile et capable de capter de l'azote ammoniacal.

- Le pH : c'est la mesure de l'acidité du sol. Le pH des sols varie généralement entre 4,5 et 8,5. Il influe fortement sur l'alimentation minérale des plantes : celle-ci est optimale entre 6,5 et 7 (l'acidité réduit l'assimilabilité de la magnésie, du phosphore, du cuivre...). Les sols présents sur le secteur d'étude se caractérisent par un pH acide (prairies pH = 5,5 à 6,5).

- La teneur en Ca^{2+} : Le calcaire total est la teneur en carbonate de calcium (CaCO_3). Une teneur en Ca^{2+} importante entraîne la saturation du complexe argilo-humique (floculation du CAH) et améliore de ce fait certaines caractéristiques du sol : stabilité de la structure du sol, limitation de la battance (et donc du ruissellement), bonne porosité (drainage et aération garant d'une importante activité microbienne), humus de type mull. En revanche, cette forte teneur peut aussi saturer la CEC et ainsi diminuer la taille du pool de cations stockables par le sol.

b) Le fonctionnement du sol

Le recyclage de tout déchet organique ou effluent liquide passe par le pouvoir épurateur du système sol-plante. Ceci passe essentiellement par :

- la filtration et rétention temporaire de l'eau,
- la destruction des matières organiques par les micro-organismes du sol,
- le stockage des sels nutritifs et leur utilisation par les plantes.

Filtration et rétention de l'eau :

Le sol est un milieu poreux qui retient les matières en suspension et les micro-organismes des effluents épandus. Les matières en suspension sont retenues dans les premiers centimètres du sol.

La quantité d'eau retenue dans un sol varie avec sa nature : pour une épaisseur de 100 cm, un sol limoneux retient 3 000 m³ par hectare, un sol sableux seulement 700 m³ (Catroux et autres, 1974).

En fonction des pluies et de l'évapotranspiration, il y a des périodes de rétention d'eau et des périodes où l'eau circule. Dans les deux cas, le temps de contact de l'effluent avec le sol doit être suffisant pour permettre à la fois la fixation de certains éléments par les colloïdes du sol et la dégradation de la matière organique par la microflore.

Les germes pathogènes sont éliminés par concurrence avec la microflore du sol, par dégradation microbienne ou par inadaptation au milieu (pH, température, rayonnement ultraviolet).

La dégradation de la matière organique :

Cette dégradation est faite par les micro-organismes qui utilisent le carbone pour leur respiration et leur métabolisme. Le rendement de cette dégradation dépend de l'humidité et de l'aération du sol. La minéralisation des matières organiques produit des nitrates, phosphates... utilisables par les plantes ou lessivables.

Le stockage des sels nutritifs :

Les ions minéraux peuvent être stockés en solution dans l'eau du sol (dans les vides de la structure du sol), absorbés par échange ionique sur les colloïdes du sol (complexe argilo-humique), ou précipités sous forme de sels insolubles (sulfures, phosphates, hydroxydes).

Le complexe argilo-humique retient le calcium, la potasse, le magnésium et le sodium. Le phosphore peut précipiter ou être piégé dans les feuillets des argiles.

Exportations des sels nutritifs par les végétaux :

La végétation limite l'infiltration de l'eau par évapotranspiration et exporte une partie des éléments minéraux. Cette exportation dépend des vitesses de minéralisation des matières organiques et des besoins de la végétation (espèces végétales, saisons).

c) L'aptitude des sols à l'épandage

A partir des informations obtenues au cours de la campagne pédologique, le croisement de tous ces paramètres permet de définir trois grandes classes d'aptitude des sols à l'épandage, dont les sols inaptes à l'épandage (C) et les sols aptes à l'épandage à potentiel moyen (B) et fort (A).

- Classe (C) : sols inaptes à l'épandage

Ce sont les sols où l'hydromorphie se manifeste dès la surface. Ces sols présentent un engorgement prolongé. La valorisation des éléments fertilisants y est médiocre du fait d'une mauvaise minéralisation des matières organiques.

Les sols situés à proximité directe des points sensibles doivent être inclus dans cette classe d'épandage. Dans ces sols, l'épandage est impossible toute l'année. Toutefois, lorsque ces sols hydromorphes ont été améliorés par le drainage, et sont ainsi devenus aptes à toutes les cultures, l'épandage est possible en période de déficit hydrique.

Ce sont aussi des sols avec une ou plusieurs caractéristiques défavorables :

- peu profonds,
- avec une réserve utile faible,
- très caillouteux,
- perméables ou imperméables dès la surface,
- en permanence ou très fréquemment saturés en eau.

- Classe (B) : sols aptes à l'épandage – pouvoir épurateur moyen

Une ou plusieurs caractéristiques sont peu favorables à une épuration optimale.

Les sols d'aptitude (B) sont des sols présentant une profondeur de moins de 60 cm et/ou une trop grande perméabilité (forte charge en cailloux, texture sableuse...); ou à l'inverse une trop grande imperméabilité (limite la croissance des plantes et l'absorption des éléments fertilisants). Les terrains dont la pente est supérieure à 3-4 % rentrent dans cette catégorie.

Les sols d'aptitude moyenne peuvent présenter un horizon hydromorphe apparaissant entre 30 et 60 cm.

Sur ces sols, l'épandage est possible avec certaines précautions : diminution des doses, épandage sur sols bien ressuyés.

- Classe (A) : sols aptes à l'épandage – fort pouvoir épurateur

Le pouvoir épurateur des sols est considéré comme bon lorsque ceux-ci permettent le développement optimal des principaux mécanismes d'épuration.

Ce sont les sols qui présentent les caractères suivants :

- bonne stabilité structurale des horizons de surface, afin d'assurer une bonne filtration des matières en suspension.
- profondeur moyenne à forte (supérieure à 60 cm) assurant une réserve en eau suffisante.
- absence d'hydromorphie ou hydromorphie apparaissant en profondeur, d'où une forte possibilité d'épuration microbienne.
- une bonne potentialité agronomique afin d'assurer une exportation satisfaisante par les plantes.
- position de pente faible ou de plateau, éloignée des zones humides.

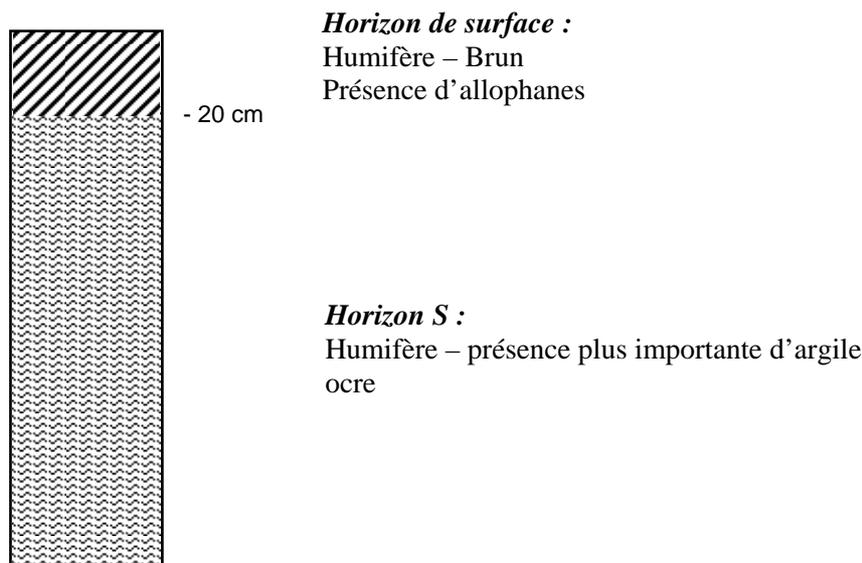
L'épandage sur ces sols est alors possible toute l'année, sauf pendant les longues périodes pluvieuses et tant que le sol n'est pas bien ressuyé.

L'étude pédologique des parcelles d'épandage assure une véritable protection de l'environnement. De plus, elle permet de conseiller sur les pratiques d'épandage (dose d'effluent en fonction de la nature du sol, distances d'épandage...) et d'optimiser ses résultats. Elle garantit ainsi une protection efficace des eaux souterraines et de surface face aux pratiques d'épandage. Les effluents organiques ne sont épandus que sur des sols avec un pouvoir épurateur bon à moyen. Les autres sont éliminés du périmètre d'épandage.

d) Aptitude à l'épandage de deux sols de la région (granitique et volcanique)

Sols sur roches volcaniques : BRUNISOL mésosaturé, humifère, andique sur basalte

Les sols andiques sont formés à partir de matériaux volcaniques pyroclastiques (cendres, lapillis, ponces et tufs) d'âges récents. Ils présentent des propriétés physiques et chimiques très particulières.



Propriétés physico-chimiques

Le pH de ces sols est acide, généralement compris entre 4,5 et 5,5. On observe cependant une capacité d'échange cationique (CEC) anormalement élevée par rapport à l'acidité du pH et au teneur assez faible de la fraction argileuse.

Le taux de saturation S/T du complexe absorbant par les quatre cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) est un précieux indicateur pédologique et agronomique quant à la richesse chimique du milieu, laquelle détermine l'activité biologique, la qualité de la structure, les réserves en éléments fertilisants... Dans le cas des brunisols andiques et d'après les analyses de sols, le rapport S/T est compris entre 50 et 80% et donc faible. On le qualifie de **mésosaturé**.

Ces sols sont caractérisés par la prédominance des allophanes. Ces minéraux secondaires ont été déterminés grâce à l'utilisation d'un papier pH et d'une solution de fluorure de sodium. On les retrouve principalement dans le haut du profil.

Aucune trace d'hydromorphie n'a été constatée à l'exception des sols situés dans les fonds de vallées souvent occupés par des ruisseaux. Les brunisols andiques du secteur d'étude sont donc sains.

Propriétés agronomiques

Les brunisols andiques se comportent en très bons sols de prairie surtout les moins acides. Les réserves en eau utile sont généralement suffisantes, en dépit du point de flétrissement élevé.

La nutrition en azote et phosphore n'est pas toujours bien assurée, surtout dans les brunisols andiques acides, en raison, d'une part de l'insolubilisation du phosphore par l'alumine, d'autre part de la nitrification très lente et incomplète.

La faible portance de ces sols les rend très sensibles au passage d'engins lourds notamment en période pluvieuse.

Production d'effluents pour une exploitation type : 54 VL et la suite, logettes sur lisier, 100 % transformation fromagère

Catégorie	Effectifs	mois / an en bâtiment	Type de logement	Type d'efft.	Volume de lisier (m ³) (Circulaire de décembre 2001)	
					/place/6mois	Total lisier
Vaches Laitières	54	6,0	Logettes/aire exercice couvert béton	Lisier	10,80	583,2
Génisses + 2 ans	15	6,0	Logettes/aire exercice couvert béton	Lisier	1,20	18,0
Génisses 1-2 ans	15	6,0	Logettes/aire exercice couvert béton	Lisier	5,40	81,0
Génisses 0-1 an	15	6,0	100% Litière accumulée/cases collectives	FTC		
					682,2	

Salle de traite		Type d'effluent	m ³ / mois	mois / an	Total
2 x 5 postes traite arrière		Eaux blanches	10,9	12	130,8
		Eaux vertes	23,0	12	276,0

Fromagerie		Type d'effluent	Prod. lait moy (L/an/vache)	m ³ / mois	mois / an	Total
100 % transformation		Eaux blanches		63	12	756,0
		Lactosérum	5 000	18,0	12	216,0

Lixiviats sur fosse		Pluviométrie hivernale mensuelle (mm)	Fraction à stocker	Volume EP m ³
Fosse non couverte	Surface en m ² 600	100	0,733	44,0

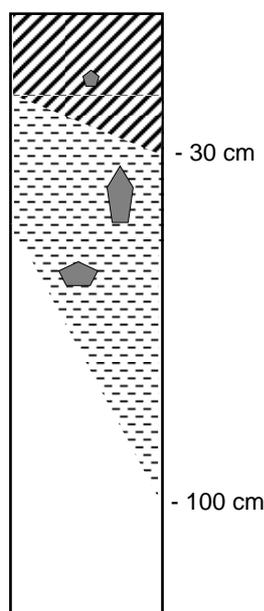
Eaux blanches m³

Effluent m³

La production annuelle d'effluents est de : m³

Précipitations m³

Sols sur roches métamorphiques : BRUNISOLS subsaturés sur GNEISS



Horizon de surface :

Limons argileux sableux à limons sableux
Brun

Horizon S :

Argiles limoneuses - Brun clair

Horizon C : Substrat

Altérites de Gneiss

Propriétés physico-chimiques

Le pH de ces sols est peu acide avec des valeurs oscillant entre 6 et 6,5. Le taux de saturation S/T, en relation avec le pH, est correct ($S/T \approx 80\%$ - sols subsaturés).

Ce type de sol peu profond repose sur de l'altérite de gneiss, rencontrés entre 50 et plus d'1 m de profondeur. La réserve utile associée est d'autant plus importante que le sol est profond.

L'horizon superficiel présente une texture limono-sableuse et une couleur brune.

Aucune tache d'hydromorphie n'ayant été observée sur les profils, ce type de sols est considéré comme sain.

Propriétés agronomiques

Ce type de sol possède des propriétés agronomiques intéressantes en lien avec la richesse chimique du milieu. L'absence d'excès d'eau et la texture équilibrée des différents horizons leurs permettent d'avoir une activité biologique convenable.

Les brunisols sur Gneiss sont de très bons sols de prairie surtout les plus profonds.

7. Conclusion sur la filière Epandage

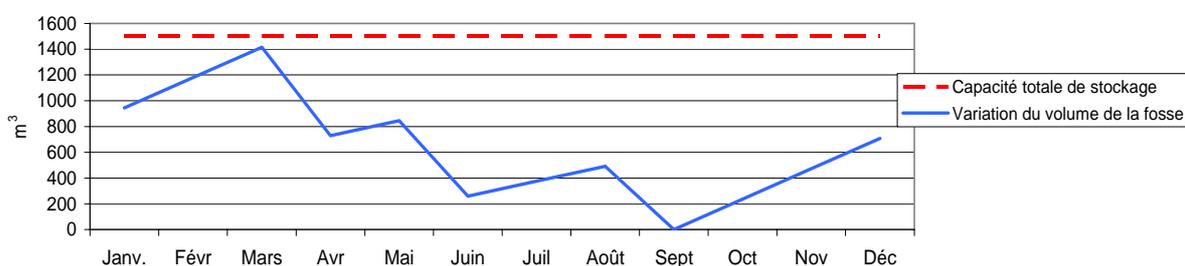
Un schéma en page de gauche présente le calcul de la production d'effluents provenant d'une exploitation type de 54 vaches laitières et la suite, avec logettes sur lisier et une transformation fromagère à hauteur de 100 %. La production totale annuelle d'effluent est alors de 2 105 m³.

Ce volume est majoritairement produit lors des mois d'hivers lorsque les animaux sont dans les bâtiments.

Périodes d'épandage prévisionnelles et évolution du remplissage des ouvrages de stockage
Exploitation type fromagère : 54 VL sur logettes avec troupeau de renouvellement et stabulation libre logettes
- Stockage de l'ensemble des effluents (lisier, EB, EV, Lactosérum) -

		Période déconseillée (gel, neige)		40 Période d'épandage et m ³ / ha										Lisier	Type II	C / N < 8	
														Fumier	Type I	C / N > 8	
Surfaces prévues (ha)	nature	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nov	Déc				
Prairie permanente	53	Lisier				40		40		40							
	Fum.																
														Total épandu			
Volume épandu		Lisier				800	700		605						2105		
Prod. mensuelle calculée		Lisier	235	236	236	115	115	115	115	115	236	236	236	2105			
Volume stocké fin de mois		Lisier	943	1179	1415	730	845	260	375	490	0	236	472	708			
Capacités de stock. tot.(m ³)			1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500			

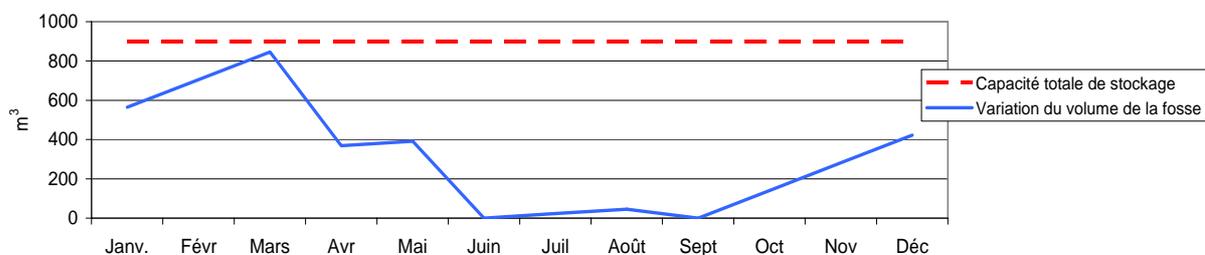
Remplissage des ouvrages de stockage des effluents liquides par rapport aux capacités totales



Périodes d'épandage prévisionnelles et évolution du remplissage des ouvrages de stockage
Exploitation type fromagère : 54 VL sur logettes avec troupeau de renouvellement et stabulation libre logettes
- Stockage uniquement du lisier et eaux vertes -

		Période déconseillée (gel, neige)		40 Période d'épandage et m ³ / ha										Lisier	Type II	C / N < 8	
														Fumier	Type I	C / N > 8	
Surfaces prévues (ha)	nature	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nov	Déc				
Prairie permanente	25	Lisier				40		40									
	Fum.																
														Total épandu			
Volume épandu		Lisier				500	415		69						984		
Prod. mensuelle calculée		Lisier	141	141	141	23	23	23	23	23	141	141	141	984			
Volume stocké fin de mois		Lisier	564	705	846	369	392	0	23	46	0	141	282	423			
Capacités de stock. tot.(m ³)			900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900			

Remplissage des ouvrages de stockage des effluents liquides par rapport aux capacités totales



Les effluents épandus seront ceux ayant une valeur fertilisante intéressante (teneur en azote supérieure à 1 kg de N/m³), soit les lisiers, fumiers, purin. Les autres effluents produits seront dirigés vers d'autres systèmes de traitement (voir en pages 176 et suivantes).

Les périodes d'épandage disponibles sont donc fonction :

- des conditions climatologiques : les périodes de neige, de gel et de forte pluie sont à éviter ;
- des besoins de la prairie : la pousse d'herbe est corrélée aux premières (température, pluie). Tenir compte des besoins de la plante, c'est épandre en dehors des périodes d'interdiction par rapport à la climatologie ; nous avons vu précédemment que les mois de mars, avril, mai, juin correspondaient aux périodes les plus favorables ;
- de la portance du sol et de son aptitude à l'épandage : l'étude pédologique (voir page 155) permet de déterminer à l'échelle de l'exploitation, les parcelles où l'épandage est possible et sous quelles conditions. La période de déficit hydrique (lorsque les pluies sont inférieures à l'évapotranspiration) intervient aux mois de juillet à septembre. Cependant, les épandages restent possibles en dehors de cet intervalle. En fonction de sa capacité de rétention d'eau (liée à la texture et à la profondeur du profil qui conditionnent la réserve utile en eau) et de sa perméabilité, chaque type de sol tamponnera les variations climatiques et manifesterà une sensibilité propre à l'hydromorphie ou à la sécheresse. Il revient alors à l'agriculteur d'adapter les épandages par une observation précise des sols.

Cette détermination du pouvoir épurateur du sol et du calendrier d'épandage doit se faire dans le cadre d'une étude d'adaptabilité des solutions envisagées pour chaque exploitation pour la gestion de ses effluents.

Cette étude pourra diriger l'éleveur vers tel ou tel type d'effluent. Dans le cas d'un milieu très hydromorphe avec un chevelu hydrographique important, la production de fumier avec son compostage sera privilégiée.

Globalement, suivant les périodes d'épandage disponibles, une fosse de 1500 m³ ou 900 m³ est à mettre en place suivant les effluents stockés (l'ensemble des effluents dans le premier cas, uniquement le lisier et eaux vertes dans le deuxième). Le lisier est épandu en avril et juin ; ne sont épandues en septembre que les eaux blanches et/ou vertes produites en période estivale – voir graphe en page ci-contre.

Ces volumes de stockage correspondent à la totalité des effluents produits lors des 6 mois de bâtiment.

8. Le coût de la filière Stockage / Epandage

Cette estimation a été réalisée pour l'exploitation type de 54 vaches laitières et la suite avec une production de lisier uniquement et le stockage de l'ensemble des effluents produits.

La production annuelle d'effluents est égale à 2 105 m³, avec mise en place d'une fosse de 1 500 m³.

Les épandages se font sur trois périodes avril, juin et septembre (pour les eaux blanches). Avec un dosage moyen de 40 m³ la surface épandable est égale à 53 ha environ (sans retour sur la même parcelle).

Un deuxième calcul a été réalisé en supposant que seul le lisier et les eaux vertes sont stockés, avec mise en place d'une consommation du lactosérum par les bovins et d'un traitement spécifique pour les eaux blanches. Le volume d'effluent à stocker est alors égal à 984 m³, avec une fosse de 900 m³.

Exploitation type 54 VL+génisses, production de lisier

	Stockage de l'ensemble des effluents – fosse de 1 500 m ³	Stockage uniquement du lisier+EV – fosse de 900 m ³
INVESTISSEMENT		
Fosse de stockage	50 000 €	35 000 €
Brasseur	3 000 €	3 000 €
Tonne à lisier de 8 m ³	10 000 €	10 000 €
TOTAL	63 000 € HT	48 000 € HT

FONCTIONNEMENT		
Amortissement des investissements sur 12 ans et frais financiers	10 732 €	7 838 €
Epandage (2,30 €/m ³)	4 848 €	2 300 €
TOTAL	15 580 € HT	10 138 € HT
Volume d'effluents à épandre	2 105 m ³	984 m ³
Coût/m ³ d'effluent traité	7,4 €/m ³	10,3 €/m ³

Le coût d'épandage est très variable, en fonction notamment du type de matériel utilisé, du volume annuel à épandre, et de la distance aux parcelles d'épandage. A titre d'exemple, le coût d'épandage hors main d'œuvre avec une tonne à lisier équipée d'une buse-palette peut varier entre 1 et 5 €/m³ épandu. Dans le 1^{er} cas, la distance moyenne aux parcelles est inférieure à 500 m et plus de 10 000 m³/an sont épandus. Dans le 2^{ème} cas, la distance moyenne est supérieure à 1 000 m et moins de 2 000 m³/an sont épandus.

La mise en place d'un système de traitement pour les eaux blanches et d'une valorisation du lactosérum permet un gain de temps au niveau des épandages par rapport à la filière tout stockage. On peut ainsi estimer à 14 jours ce gain de temps, ce qui reste non négligeable sur des exploitations où le manque de main d'œuvre est parfois bien présent.

La filière stockage / épandage doit être réservée prioritairement aux effluents possédant une réelle valeur fertilisante (lisier, fumier et eaux vertes).

Plusieurs conditions doivent être respectées afin de protéger le milieu naturel :

- stockage des effluents liquides sur toute la période hivernale, soit 6 mois de production, et stockage du fumier mou sur une période de 4 mois en fumière ;
- réalisation d'une étude d'aptitude des sols à l'épandage pour connaître le pouvoir épurateur du sol ;
- repérage des parcelles d'épandage, avec les différentes zones d'exclusion ;
- raisonnement de la fertilisation en prenant en compte les apports des engrais de ferme, venant en substitution d'engrais minéraux.

Dans ces conditions, ce système est adapté à la valorisation des effluents d'élevage sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne.

C. LE COMPOSTAGE DU FUMIER

1. Définition

Le compostage se définit comme une fermentation aérobie (en présence d'oxygène), thermophile, contrôlée de matières organiques d'origine animale et/ou végétale, soit seules soit en mélange, produisant du gaz carbonique, de la chaleur, de l'eau dégagée sous forme de vapeur, et un résidu stabilisé composé de précurseurs humiques : le compost.

Cette décomposition se fait sous l'action de population mélangée de microorganismes.

Le compost se traduit donc par :

- Une réorganisation de la matière organique,
- Une perte de carbone,
- Une concentration en éléments stables (phosphore, oligo-éléments...),
- Une réorganisation (formation d'azote organique) et une perte d'une fraction de l'azote sous forme ammoniacale ou gazeuse de 30 à 40 %,
- Une montée en température jusqu'à 70°C d'où un assainissement du produit et une perte d'eau importante.

Le compostage comprend deux phases bien séparées : la phase de compostage actif qui dure en moyenne deux mois, et la phase de maturation qui dure de trois à six mois selon la période de l'année et le degré de maturation recherché.

Cette maturation permet d'obtenir un véritable compost à odeur de terreau.

Différents paramètres sont à mesurer dès le départ :

- le taux d'oxygène doit être d'environ 20%, nécessitant un broyage efficace et une bonne mise en tas. Un premier retournement a lieu dix à quinze jours plus tard. Un deuxième est effectué s'il y a des risques d'asphyxie qui ralentit les phénomènes de décomposition aérobie. Ceci permet une montée rapide en température, à peu près de 70°C et un démarrage rapide de la fermentation.
- Pour assurer une bonne aération, le fumier doit être assez pailleux, afin de maintenir dans le tas les espaces nécessaires à l'oxygénation.
- Le taux d'humidité doit être de 50% environ.
- Le rapport C/N : les déjections à composter constituent un milieu nutritif pour les micro-organismes qui vont le décomposer. Il importe donc d'apporter un matériau à rapport C/N adapté pour permettre un processus correct. Le niveau de ce rapport influence la vitesse du processus. Il doit être compris entre 25 et 35.

2. Mise en œuvre

Les produits à composter doivent contenir suffisamment d'eau, mais pas trop, et de la cellulose qui assure l'alimentation des micro-organismes et joue un rôle physique, en maintenant l'aération du tas.

On peut donc composter :

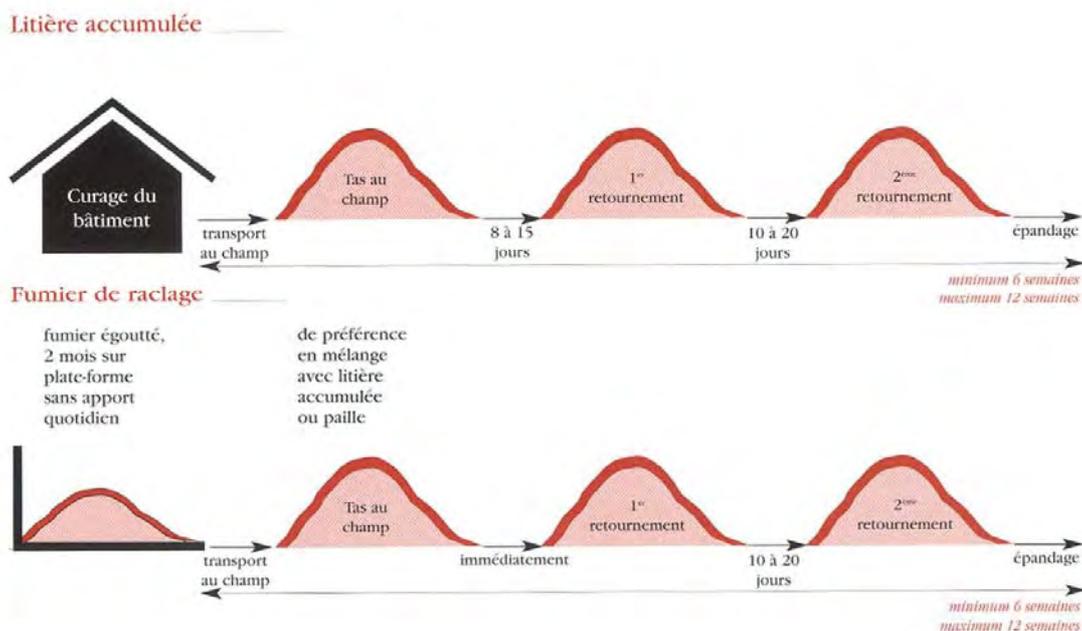
- les fumiers issus des litières accumulées, dès le curage,
- les fumiers de raclage de logettes à plus de 5 kg de paille/UGB/jour, après 2 mois d'égouttage sur une plate-forme,
- les fumiers de mélange, associant fumiers de litières accumulées et fumiers mous, pailleux et égouttés provenant du raclage d'aires d'exercice.

Ces fumiers doivent être aérés dans un délai d'un mois après la mise en andain, car les vieux fumiers démarrent mal en température.

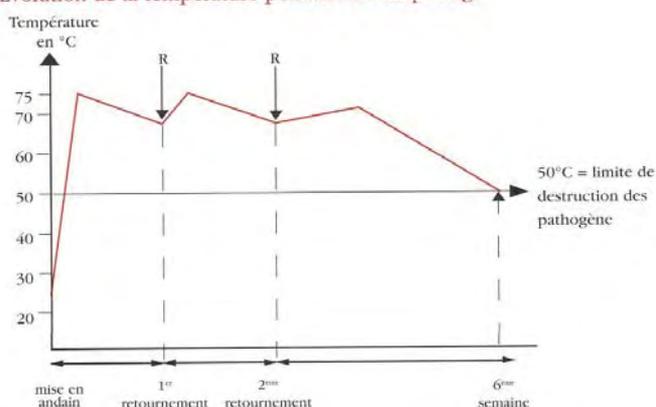
Les déchets ligneux broyés peuvent également servir de support.

La fabrication consiste à aérer plusieurs fois le fumier pour maintenir l'air au cœur du tas : deux aérations sont nécessaires après la mise en tas (voir schéma ci-dessous – source : Hacala S., 1999)

Calendrier de fabrication du compost



Evolution de la température pendant le compostage



Une orientation de l'andain perpendiculairement au vent dominant permet d'accélérer l'évaporation de l'eau en période pluvieuse.

La taille de l'andain ne doit pas excéder 1,5 m de hauteur pour 3,5 à 4 m de largeur (à adapter suivant la taille de l'andaineur). Cependant, les andains plus hauts se tassent et se refroidissent donc plus rapidement.

La température doit être maintenue à plus de 55°C pendant 15 jours ou à 50 °C pendant 6 semaines. L'élévation de

température doit être suivie hebdomadairement, en plusieurs endroits en prenant la précaution de mesurer le milieu de l'andain. Pour les élevages soumis au régime des installations classées, les résultats des prises de température doivent être consignés sur un cahier d'enregistrement (circulaire du 17 janvier 2002).

Le compostage s'effectue généralement directement au champ. La formation de jus d'écoulement est fonction de la pluviométrie.

Afin de prendre toutes les précautions, il sera préférable de localiser le tas de fumier à composter en bout de parcelle, sur des sols non filtrants, peu hydromorphe, et sur un terrain qui n'est pas en pente.

Le tas doit être changé d'emplacement tous les ans et respecter les différentes distances d'exclusion par rapport aux cours d'eau (35 m) et aux habitations (100 m).

La période de fabrication doit être bien choisie en fonction de la période d'épandage prévue. En effet, si le compost n'est pas épandu dans un délai de 3 mois après la mise en andain, il est utile de la protéger pour qu'il ne s'imbibe pas d'eau de pluie. Une bâche peut être mise sur le tas, en vérifiant bien que la température du tas soit bien descendue à une température ambiante.

3. Caractéristiques du compost

Comparé au fumier, la masse et le volume du compost sont divisés par deux, voire plus, en raison de l'évaporation d'eau et de CO₂. Cela baisse d'autant le temps consacré aux épandages.

La densité du fumier frais est environ de 550 kg/m³, celle du compost de 850 kg/m³.

Un épandeur de compost équivaut généralement à 2,5 à 3 épandeurs de fumier.

Le produit obtenu est plus stable que le fumier d'origine, limitant le risque de lessivage, et sa valeur d'amendement organique est plus élevée. Il est également plus concentré en éléments fertilisants que le fumier d'origine.

	Matière sèche (en %)	MO (en %)	N kg/t	P ₂ O ₅ kg/t	K ₂ O kg/t
Fumier compact	19	16	5	2.2	8
Compost de fumier de bovins	33	21	8	5	14

Source : Institut de l'Elevage, 2001

Les pertes d'azote pour deux retournements atteignent en moyenne 20 à 25 % de l'azote total présent au départ. L'azote restant se trouve principalement sous forme organique, et est peu soluble avec une libération plus lente. Seul 10% de l'azote du fumier composté sera utilisé par la plante la première année. Ce pourcentage augmente lors d'épandage régulier (tous les deux ans).

Pour le phosphore, la potasse et les autres oligo-éléments, il n'y a pas de perte de ces éléments au cours du compostage. En terme de teneur, il y a concentration de ces éléments, puisque la masse du tas diminue.

Le compost a généralement un pH neutre, voir basique, son rôle d'amendement calcaire est plus élevé qu'un fumier frais.

Le compostage offre aussi une souplesse au niveau des périodes d'épandage (épandage possible toute l'année, on déconseille cependant les périodes de forte chaleur).

La surface d'épandage est augmentée puisque la distance à respecter par rapport aux habitations n'est plus que de 10 m.

Le compostage du fumier permet une meilleure répartition du produit sur la parcelle.

En raison de la perte de masse et de volume et de son homogénéité, le temps d'épandage est largement diminué par rapport à un chantier d'épandage avec le fumier frais, ce qui compense le temps de retournement.

Des essais ont montré un temps global inférieur pour un chantier de compostage par rapport au fumier frais, qui lui-même prend moins de temps qu'une gestion de fumier en dépôt (France Agricole, 30 mai 97).

Avantage sanitaire :

L'épandage du fumier frais peut entraîner des problèmes d'appétence et de dégradation du couvert végétal (émiettement difficile à réaliser même avec un très bon épandeur), alors que le pâturage 3 semaines après avoir épandu du compost, voire moins, ne pose a priori aucun problème d'appétence.

Le compost n'a plus d'odeurs au bout de quinze jours de compostage. C'est un produit stable et hygiénisé (destruction des salmonelles, listeria grâce à la montée en température).

Un compostage avec deux retournements assure un chauffage suffisant de la masse du fumier de bovins pour obtenir une décontamination pour les salmonelles. Les listéries décroissent elles aussi, mais moins rapidement. Cette voie de décontamination est donc nettement intéressante lors de la fabrication de fromage cru.

4. Comparaison compost et fumier vieilli

Un compost ne doit pas être assimilé à un fumier vieilli, qui est un fumier que l'on a laissé évoluer tout seul pendant environ 6 mois sans retournement.

Entre un fumier vieilli et un compost, les avantages et inconvénients des produits peuvent être comparés :

Avec un compost de fumier...

- On a un produit qui est devenu inodore. D'un point de vue sanitaire, c'est aussi un produit assaini. La montée en température engendrée après retournement permet de détruire les graines de mauvaises herbes et la plupart des germes pathogènes.
- Les fumiers compostés peuvent être épandus à 10 m des maisons des tiers.
- C'est un produit qui offre une bonne qualité d'épandage : sa texture fine et homogène permet de l'épandre de façon régulière et à faible dose. Cela nécessite toutefois l'utilisation d'un matériel adapté du type hérissons horizontaux avec table d'épandage.
- Il est épandable quasiment toute l'année (en évitant les périodes sèches).
- On a moins de volume : la réduction de masse peut atteindre 50 %. Les temps de manutention, de transport et d'épandage sont généralement réduits.
- Il n'est pas toujours facile de faire un bon compost car on ne maîtrise pas la pluviométrie (beurre noir).
- Les premières années, l'effet d'un apport de compost sur la pousse de l'herbe est souvent limité. Les années suivantes, l'effet azote apparaît fluctuant. Il dépend des facteurs pédo-climatiques.

Avec un fumier vieilli...

- L'épandage peut être réalisé dès septembre et jusqu'au début de l'hiver pour assurer un délai suffisant de dégradation du fumier. Attention avec un apport en septembre le pâturage d'automne sera plus délicat à conduire.
- Sur prairies, l'épandage d'un fumier (même vieilli) impose le respect d'une distance minimum par rapport aux habitations des tiers en général de 50 m – régime de déclaration.
- Le fumier n'est pas toujours facile à épandre.
- Il faut partir d'un fumier vieilli bien décomposé.
- L'utilisation d'un épandeur à hérissons verticaux est recommandée pour obtenir un meilleur émiettement et une bonne répartition au sol du produit.
- Dès la première année, on a un effet sur la pousse plus important qu'avec un compost. Les fumiers vieillis comportent généralement un peu plus d'azote ammoniacal et d'azote organique rapidement minéralisable.
- L'activité des vers de terre semblerait meilleure avec le fumier qu'avec le compost.

Pour compléter ces données, nous pouvons reprendre un extrait d'un rapport réalisé par la FD CUMA 63 sur les avantages et inconvénients du compost. Ces éléments sont issus d'une enquête réalisée par cet organisme auprès des adhérents de la CUMA (56 réponses traitées) :

« Les personnes enquêtées pensent que la diminution des volumes à gérer (93 % des enquêtés), l'absence d'odeurs désagréables (89 %), l'homogénéisation du produit (86 %), la facilité d'épandage (84 %), l'assainissement vis à vis des adventices (82 %) et la diminution de la perte d'azote après épandage (79 %) sont les avantages les plus importants de la technique compost.

Des avantages plus mineurs ressortent également. Ce sont le délai entre épandage et pâturage (73 %), l'assainissement vis à vis des pathogènes (71 %), l'augmentation de la surface épandable (71 %) et la conservation de la flore originelle de la prairie (68 %). »

« Les inconvénients qui semblent plus particulièrement ressortir sont, pour plus de 70 % des personnes, le coût de la technique et la nécessité d'espace pour réaliser les andains. Ensuite, nous trouvons dans une moindre mesure, la reprise d'humidité de l'andain (50 %) et la nécessité d'un équipement spécial (39 %).

Au vu de nos entretiens, nous pouvons relativiser cet inconvénient. En effet, beaucoup trouvent élevé le prix du retournement. Cependant, compte tenu de la réduction de volume et des gains ainsi réalisés au moment de l'épandage, la plupart des personnes rencontrées pensent s'y retrouver financièrement (en particulier dans le cas de l'utilisation d'épandeurs de CUMA). »

5. Le matériel et le coût du compostage

Après la mise en andains, trois types de matériels permettent de retourner le tas à composter : la fourche du tracteur, l'épandeur classique utilisé en poste fixe, le retourneur d'andains.

La première technique est souvent fastidieuse (temps important, manipulations peu pratiques) et il est difficile d'atteindre les conditions d'une bonne évolution des matières à composter. Cette technique est donc à utiliser en dernier recours lorsque les quantités de matières à composter sont faibles et lorsqu'une organisation en CUMA ou à plusieurs exploitants n'est pas possible.

Le retournement à l'épandeur est une technique assez exigeante au niveau du temps de main d'œuvre mais donne des résultats corrects. Le fumier est repris à la fourche du tracteur, chargé dans l'épandeur qui vidange le fumier sur place et reforme ainsi l'andain.

D'un point de vue pratique, ce système reste cependant adapté aux exploitations individuelles dont les quantités de fumier sont réduites, et lorsqu'il y a de la main d'œuvre disponible.

L'épandeur n'est pas un matériel spécifique au compostage ; il est polyvalent et son utilisation permet d'éviter un investissement pour cet atelier particulier. Cependant, cette technique est beaucoup plus contraignante que l'aération au retourneur et peu d'utilisateurs effectuent plus d'un retournement avec ce système.

Des chiffrages de l'Institut de l'élevage sur 30 chantiers ont montré que le compostage à l'épandeur est 3 à 4 fois plus cher que le compostage au retourneur (2,44 €/tonne pour 1 retournement, contre 1,5 €t pour 2 retournements avec retourneur, main d'œuvre incluse dans les deux cas).

Les retourneurs d'andains ont permis le développement du compostage ces dernières années. Ils permettent de traiter de grandes quantités (moyenne de 500 tonnes à l'heure).

Un andaineur a un coût élevé de l'ordre de 20 000 à 30 000 € et demande un minimum de 10 000 t de fumier par an pour amortir le matériel.

Son utilisation doit donc être réfléchi dans le cadre d'une CUMA.

Une comparaison a été réalisée par la CUMA du Puy-de-Dôme entre un itinéraire fumier et un itinéraire compost. Le tableau suivant reprend les principaux chiffres qui ont été déterminé pour un volume initial de 300 m³ de fumier :

	Itinéraire fumier	Itinéraire compost
--	-------------------	--------------------

Vidange	170 €	170 €
Transport du tas	62 €	62 €
Retournement	/	276 €
Reprise	159 €	72 €
Transport à la parcelle	232 €	104 €
Epandage	241 €	109 €
Total	865 €	793 €

Source : FDCUMA 63

« D'une manière générale, un itinéraire compostage apparaît moins coûteux que l'itinéraire fumier, à condition que le chantier soit bien pensé. **Une économie de coût de 10%** est une valeur approximative à retenir.

Pour conclure, signalons qu'un dernier élément n'a pas pu être pris en compte dans l'analyse des coûts : l'usure du matériel. En effet, le volume à gérer diminuant de 50% en moyenne, le nombre de rotation à effectuer avec l'épandeur diminue d'autant. **La durée de vie du matériel est donc augmentée.** Le compost est également un investissement à moyen ou long terme ! » (Source : FDCUMA 63)

Dans le Puy-de-Dôme, la FDCUMA propose ses services à un coût de 0,92 €/m³, avec une souscription de 2 €/par tranche de 8 m³.

Ce coût comprend le matériel (tracteur+andaineur de 4 m de large), le chauffeur et le fuel.

Dans le Cantal, la CUMA Mai-Dor, basée à Saint-Flour propose un andaineur à 5 €/min (en sachant qu'ils font 5 à 10 m/min) ; il faut y ajouter un forfait de 150 € pour la participation au capital social. L'andaineur offre la possibilité d'ajouter du lisier lors du passage de la machine. De plus, des essais ont été réalisés avec un mélange déchets verts + fumier de bovin (mélange 1 épandeur de déchets verts pour 2 de fumier). Ceux-ci ont abouti à de très bons résultats. Ce système permet de composter des fumiers un peu moins pailleux.

Le même système est proposé par la FDCUMA de la Creuse : 1,80 €/HT/ m de longueur d'andain + 99 €/HT/heure pour 2 passages, avec une participation au capital social de 0,20 €/m³.

La FDCUMA de la Corrèze ne propose actuellement pas ce type de matériel.

Ce système est adapté à la valorisation du fumier sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne. Celui-ci est même à privilégier sur des exploitations où la sensibilité des sols et du milieu est importante.

D. TRAITEMENT DU LISIER PAR MICRO-AERATION

La micro-aération peut être mise en place pour diminuer les odeurs du lisier lors des épandages, elle permet également d'homogénéiser la masse de lisier.

Au cours de son stockage, le lisier subit une dégradation de la matière organique qui produit des gaz malodorants qui se dispersent dans l'atmosphère lors de l'épandage.

Dans une région où l'habitat est regroupé et où l'activité touristique est présente, les nuisances olfactives occasionnées par des épandages sont ressenties comme une contrainte. De plus, le traitement du lisier permet de diminuer la distance d'épandage à 50 m.

Le procédé consiste à envoyer de l'air en petites quantités, avec de toutes petites bulles en très grand nombre, dans le lisier tout en le brassant avec une pompe ou avec un brasseur.

L'air injecté en micro bulles favorise le développement des bactéries aérobies au détriment des bactéries anaérobies qui produisent des gaz malodorants.

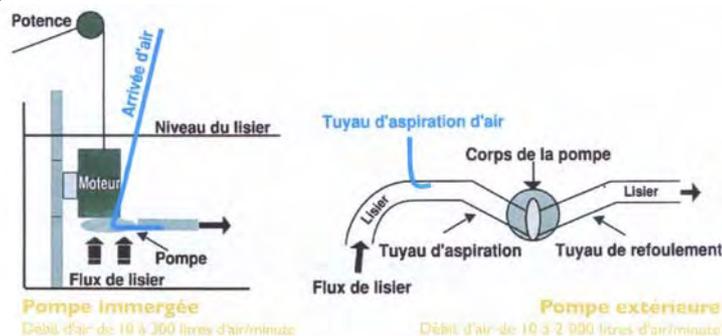
Les bactéries aérobies dégradent la cellulose, entraînant une diminution de la matière sèche, donc une liquéfaction du lisier. La liquéfaction du lisier facilite le pompage, permet d'avoir un épandage plus régulier ainsi qu'un meilleur transfert des déjections liquides vers le sol.

Résultats :

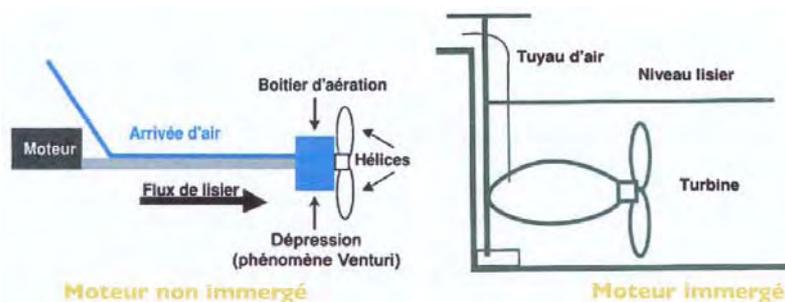
- ↳ Diminution de la matière sèche du lisier de 1 à 3 points selon la durée du traitement, le lisier coule sur la végétation et ne colle pas, permettant la pâture 3 semaines après épandage ;
- ↳ Diminution du pourcentage d'azote de 10 à 20 % de l'azote total ;
- ↳ Diminution des odeurs au moment de l'épandage, qui peut aller jusqu'à zéro odeur, et de la rémanence des odeurs, en général 24 h après les épandages, les odeurs ont disparu ;
- ↳ Suppression de la brûlure de la végétation : l'azote ammoniacal provoque en période sèche des brûlures sur la végétation.

Deux techniques sont possibles :

- les pompes aératrices : l'air est aspiré par dépression basée sur le phénomène de Venturi. La pompe est soit immergée ou extérieure – voir schéma ci-dessous (source : Chambre d'Agriculture de Haute-Savoie)



- les brasseurs aérateurs : deux systèmes d'aération sont possibles. La turbine d'aspiration d'air fixée sur l'arbre du moteur (débit d'air faible de 50 à 500 L/min), système peu performant. Compresseur ou pompe à air avec diffuseur de fines bulles (débit d'air de 100 à 1000 L/min) qui est un système plus performant – voir schéma ci-dessous (source : Chambre d'Agriculture de Haute-Savoie)



La pratique de la micro-aération nécessite une régularité dans le temps de brassage : l'installation doit obligatoirement être équipée d'un boîtier électrique muni d'une minuterie réglable minute par minute. Pour assurer le succès de l'aération par intervalle, la totalité du lisier à aérer doit passer par l'aérateur lors des phases de fonctionnement. La durée d'utilisation dépend de la forme et de la dimension de la fosse ainsi que du volume réel de lisier à traiter – voir tableau ci-joint :

Type de fosse	Volume de fosse	Temps de brassage : unitaire	Fréquence de brassage toutes les	Matériel recommandé
Fosse circulaire	de 300 à 1 000 m ³	4 à 8 min	2 h	Brasseur aérateur de 7,5 à 11 kW
	de 300 à 1 000 m ³	3 min		Brasseur aérateur de 5,5 kW
Fosse rectangulaire	500 m ³	10 min	2 h	Brasseur aérateur de 11 kW
Fosse slalom	450 m ³	10 à 30 min	4 h	Brasseur aérateur de 7,5 à 11 kW
	900 m ³			Brasseur aérateur de 11 à 15 kW
Fosse bateau	1 000 m ³	10 min	2 h	Brasseur aérateur de 11 à 15 kW

Source : Chambre d'Agriculture de Haute-Savoie

Le débit d'air doit être ajusté de façon à obtenir 1 à 3 cm de mousse en surface. Si la mousse augmente, il faut diminuer le débit d'air ou diminuer le temps de brassage et/ou la fréquence de brassage.

Dans les fosses bateau, le brasseur doit se situer à 1/3 de la fosse dans le sens de la longueur, son inclinaison doit être réglée en fonction du remplissage.

Ainsi, pour obtenir une bonne aération, plusieurs facteurs sont à prendre en compte :

- la durée de traitement (6 semaines avant épandage),
- la fréquence d'aération (nombre de cycles d'aération 6 à 12 fois par jour),
- le temps d'aération par période (3 à 30 min),
- les quantités d'air injectées (30 à 1 000 L/min) dépendent de la taille des bulles (plus les bulles sont petites et moins on a besoin d'air),
- par faible température, les bactéries aérobies ne se développent pas : le brassage journalier est suffisant.

Ce système est adapté à la valorisation des effluents liquides sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne.

E. LES TECHNIQUES DE REDUCTION DES EFFLUENTS A LA SOURCE

La réduction des effluents à la source concerne principalement les eaux de nettoyage et de lavage des différents matériels et surfaces, c'est-à-dire la production d'eaux blanches et d'eaux vertes.

Ces systèmes sont déjà présents sur un certain nombre d'exploitations visitées sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne (nous ne possédons pas l'information du pourcentage de producteurs concernés).

1. Réduction par recyclage des eaux blanches

Les effluents de la machine à traire et du tank de réfrigération du lait sont réutilisables, en partie, pour le nettoyage du sol et des murs de la salle de traite (eaux vertes).

Ce recyclage permet de faire une économie d'eau d'environ 35 %, voir 50 % (circulaire du 20 décembre 2001).

En fromagerie, la solution de lavage du petit matériel peut servir au nettoyage du sol.

Quelques pratiques peuvent être mises en avant :

- ↳ éviter les fuites et les gaspillages,
- ↳ raclage à sec des surfaces souillées avant le rinçage,
- ↳ utilisation de pistolet en bout de tuyau souple,
- ↳ lavage à haute pression et faible débit,
- ↳ séparer les eaux propres des effluents.

De même, il est important de bien doser la quantité de produit utilisé pour ne pas charger excessivement l'effluent et ne pas augmenter inutilement les eaux de rinçage nécessaires.

Mais, attention, toutes ces recommandations, la recherche d'une économie d'eau et une optimisation des pratiques de nettoyage ne doivent pas aller à l'encontre des bonnes pratiques d'hygiène.

On observe généralement une diminution du volume d'eaux blanches rapporté par vache lorsque les troupeaux augmentent. L'institut de l'élevage note des volumes allant de 5,4 à 23 litres par tête.

Cette forte réduction du volume par tête avec la taille croissante de l'élevage peut notamment s'expliquer par l'utilisation de matériels plus performants pour le nettoyage de quais et des murs de la salle de traite (nettoyeurs haute pression, par exemple) et la présence d'automate de lavage qui tendent à minimiser les volumes d'eaux de lavage au regard de la taille des machines à traire.

Afin de diminuer la charge polluante des eaux blanches de fromagerie, on veillera aussi à récupérer un maximum de lactosérum.

2. Réduction du volume des eaux vertes

La circulaire du 20 décembre 2001 établit deux volumes d'eaux vertes correspondant à des pratiques différentes :

- lors d'une pratique très économe en eau, la production d'eaux vertes se monte à environ 2,5 L/m²/mois. Une telle consommation demande un mouillage des sols et des murs avant la traite, un raclage des bouses avant lavage et un équipement de lavage avec un débit inférieur à 40 litres/minute (tuyau d'arrosage, nettoyeur haute pression,...) ;
- une pratique standard aboutit à une consommation de 4 L/m²/mois.

A savoir que le volume des eaux vertes se répartit de la façon suivante : 1/3 sur les quais de traite et 2/3 sur l'aire d'attente.

La quantité d'eau utilisée pour le lavage du quai de traite dépendra du raclage des bouses au préalable au lavage. On préconisera donc un raclage aussi soigneux que possible.

De plus, lors de projets, la configuration de la salle de traite sera étudiée avec précision puisque plus la salle sera grande et plus elle demandera un volume d'eau important pour son nettoyage. Ainsi une salle de traite par l'arrière demande plus de surface qu'une salle de traite en épi et donc un volume plus important d'eaux vertes :

Exemple pour un équipement de 2 x 5 postes

Type de salle de traite	Surface au sol en m ² (quai et aire d'attente)	Volume produit avec une consommation standard (4 l/m ²)
Salle de traite épi	87 m ²	20,9 m ³ /mois
Salle de traite arrière	96 m ²	23 m ³ /mois

Source : Circulaire du 20 décembre 2001

Ces pratiques doivent, dans tous les cas, être préconisées chez les producteurs fermiers sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne.

F. L'UTILISATION DU LACTOSÉRUM EN ALIMENTATION ANIMALE

La composition du lactosérum se caractérise par une forte teneur en lactose (75 % de la MS), il s'agit d'un aliment très énergétique à faible teneur en matière sèche, le lactosérum et l'orge ont une valeur énergétique équivalente, ainsi 1 kg d'orge est équivalent à 10 à 12 litres de lactosérum.

Les valeurs nutritives moyennes du lactosérum doux est donné dans le tableau suivant (source : Dollé, 2004) :

	% de MS	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	MAD (g)	Ca (g)	P (g)
par kg de MS	100	1,11	74	76	100	7,1	5,7
par litre	7	0,07	5,2	5,3	7	0,5	0,4

(1) UFL : Unité fourragère lait

(2) PDIN : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine azotée

(3) PDIE : Protéines digestibles dans l'intestin d'origine énergétique

(4) MAD : Matières azotée digestibles

Source : Comité national des coproduits

1. Les risques sanitaires (Dollé, 2004)

Les principaux agents pathogènes pouvant être présents dans le lactosérum et transmis par injection sont : *Listéria*, *Escherichia coli* et *Salmonella*. Une étude menée par l'Institut de l'Élevage, en 1996 a appréhendé ces aspects sanitaires associés au recyclage alimentaire du lactosérum.

Il ressort de cette étude que les lactosérums étudiés ont souvent été contaminés en *Listéria monocytogène* (moins de 100 bactéries/ml) et en *Escherichia Coli* (jusqu'à 10^4 - 10^5 bactéries/ml). Toutefois, la contamination pouvant être d'origine environnementale, on peut supposer que l'animal présent dans cet environnement aura développé des défenses immunitaires adaptées compte tenu des nombreuses autres sources de contamination (foin, eau...).

Les autres agents pathogènes de la tuberculose, la brucellose et la fièvre aphteuse possèdent également de nombreuses voies de transmission. Une fois les agents introduits dans le troupeau, nous pouvons imaginer que le risque de transmission dû à la consommation de lactosérum, apparaît comme négligeable. Cependant, sur les exploitations contaminées où tout est mis en œuvre pour éliminer les principales voies de contamination, la distribution de lactosérum aux animaux est à proscrire.

Evolution qualitative en cours de conservation :

Les lactosérum doux ou acide maintenus quelques jours (5 à 6 jours) à température basse (+4°C) ne montrent aucune variation de leur composition chimique.

Par contre, après un séjour à 23°C, les processus fermentaires et protéolytiques se développent et la composition chimique des lactosérums se modifie. L'effet principal est une diminution de la teneur en matière sèche, avec une acidification des lactosérums doux.

La consommation doit donc se faire rapidement (dans les 12 à 24 h), surtout en période de forte chaleur.

On conseille de toute manière une vigilance et une hygiène accrue (hygiène de traite, des installations de distribution, rinçage journalier, contrôle sérologique des animaux achetés avant vêlage pour éviter tout risque de contamination par le petit lait)

2. Le lactosérum pour l'alimentation des ruminants

Distribué aux ruminants, le lactosérum remplace partiellement le fourrage et le concentré. En production laitière, l'action favorable du lactosérum sur la régulation de l'ingestion permet d'éviter des chutes de production laitière dans le cas de rations limitantes, mais n'entraîne pas d'augmentation sensible de la quantité de lait produite pour des rations de qualité.

L'ingestion du lactosérum a un effet positif sur les taux butyreux et protéiques mais ne modifie pas les teneurs en calcium, magnésium, sodium, et potassium du lait. Par contre, l'excès de calcium, potentiellement accentué par un excès énergétique de la ration totale, conduit dans certains cas à des fièvres de lait.

Il faut ainsi tenir compte de la consommation de sérum dans le calcul des rations. Ce sont essentiellement des compléments minéraux (phosphore, calcium), énergétiques et azotés qui doivent être adaptés. Par contre l'apport de sel reste inchangé car le sérum n'en contient pas.

La composition chimique du lactosérum entraîne un ramollissement des bouses analogue à celui observé lors de la mise à l'herbe. Ce phénomène est à attribuer aux fortes teneurs en lactose et potassium du lactosérum. Il faut noter également que les urines sont abondantes. De ce fait, pour maintenir les animaux propres, les éleveurs doivent réaliser un entretien plus rigoureux du bâtiment (augmenter les apports de paille, racler plus fréquemment les aires d'exercice) pour éviter la dégradation de l'hygiène qui pourrait avoir des conséquences sur l'état de santé du troupeau et la qualité du lait.

Le produit est distribué soit en buvée, peut être proposé en libre service dans un bac pur ou avec de l'eau, ou mélangé avec du fourrage sec ou pulpe de betteraves (voir paragraphe suivant).

Des niveaux de distribution sont recommandés par animal – voir tableau ci-contre :

Quantité de lactosérum brut recommandé (7 % de MS)	
Veaux sevrés (+ 6 mois)	15 L/jour
Génisses	20 - 35 L/jour
Vaches laitières	30 - 50 L/jour

Pour le lactosérum doux plus appétant, il faut veiller à ne pas introduire une proportion de matière sèche de lactosérum supérieure à 20 % de la matière sèche totale de la ration, afin d'éviter des incidents sanitaires (diarrhée). Un des moyens de limiter les excédents de consommation en libre service et de réduire le temps d'accès à l'auge.

Il semble préférable de ne pas le distribuer aux vaches tarées et aux génisses prêtes à vêler, sa richesse en calcium semble augmenter les risques de fièvre de lait.

Le lactosérum est plus appétant chaud, mais au cours de son refroidissement son acidité augmente le rendant moins laxatif et on remarque aussi une diminution des risques de météorisation. Afin de limiter les risques d'acidose, il faut le donner après les fourrages.

La distribution aux vaches doit être progressive, afin de permettre une adaptation des micro-organismes du rumen (période de 15 jours où la quantité est progressivement augmentée).

3. Les différentes méthodes de distribution et les coûts

a) Pour des stabulations libres : En bac libre service

Cette solution, bac libre service en mélange ou pas avec de l'eau, s'est rencontrée chez 8 producteurs fermiers diagnostiqués sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne.

- *Libre service ad libitum, lactosérum pur*

Mise en oeuvre

Le lactosérum est envoyé dans un bac à l'aide d'une pompe et d'un tuyau plastique adapté.

En été, les vaches reviennent généralement à l'étable pour la traite. Certains éleveurs distribuent le lactosérum du matin, le soir et celui du soir, le lendemain matin. D'autres le distribuent aux jeunes génisses qui restent à proximité du bâtiment.

Limites et avantages



Le principal inconvénient est la non maîtrise des quantités individuelles consommées (certaines vaches n'en boivent jamais, alors d'autres se « jettent littéralement » dessus). Néanmoins, les cas de mortalité par abreuvement excessif sont très rares.

Les éleveurs observent des difficultés d'absorption du lactosérum par les vaches au moment de la mise à l'herbe. Ce phénomène est logique puisque les animaux passent d'une ration d'hiver à base d'aliment sec à une herbe riche en eau (85 %) qui vient faire directement concurrence à un aliment liquide comme le lactosérum. Le seul fait de le servir froid (décalage d'une traite) améliore nettement la consommation. Ce problème ne dure que quelques jours, voire quelques semaines seulement.

Coût

L'investissement est très réduit et se limite à une pompe en sortie de la fromagerie et d'un tuyau conduisant le lactosérum jusqu'à un bac accessible aux animaux. Aucun détail de coût n'est possible à déterminer car il s'agit de matériel dont l'agriculteur a besoin pour l'abreuvement courant de son troupeau, si ce n'est une pompe inox à lactosérum de 1500 €

- *Libre service rationné, lactosérum en mélange avec de l'eau*

Mise en oeuvre, limites et avantages

Cette technique est elle aussi fort simple. Il suffit pour limiter l'ingestion trop forte de lactosérum ou par volonté de mieux répartir la consommation sur les vaches du troupeau, de le présenter mélangé à l'eau de boisson.

Le système le plus simple est manuel. Il s'agit d'ouvrir les arrivées d'eau et de lactosérum simultanément. Dans ce cas, le mélange est aléatoire et les vaches ne viennent pas boire sur un temps suffisamment court pour toutes en profiter. Certains éleveurs proposent alors un lactosérum salé très attractif pour les vaches.

Une autre technique a été essayée, mais assez vite abandonnée. Il s'agissait d'envoyer le lactosérum par la canalisation existante distribuant l'eau. Outre les problèmes liés au nettoyage (encrassage des abreuvoirs), les éleveurs se sont rendus compte qu'il n'y avait aucune possibilité de mélange, la pression identique des deux liquides étant pratiquement impossibles à obtenir. Ainsi, ils distribuaient soit de l'eau, soit du lactosérum, mais pas les deux à la fois.

Une autre solution consiste à disposer d'un bac approvisionné par deux vannes (lactosérum et eau) pouvant contenir la production de lactosérum d'une traite et celle d'eau correspondant à la dilution choisie. Le mélange est ensuite envoyé dans un bac.

Le système doit être minutieusement pensé pour faciliter le lavage régulier.

Exemple d'installation rencontrée

Une solution a été observée au GAEC MILK et BOUSE, chez M. Pessey Bernard à St Jean-de-Sixt (74) qui détient un troupeau de 65 VL dans une stabulation libre à logettes non paillées. Après avoir pratiqué quelques années, la distribution du lactosérum par le circuit d'eau, celui-ci a dû abandonner pour les raisons évoquées ci-dessus (encrassage, pas de possibilité de mélange).



Il a alors installé un abreuvoir de plusieurs mètres de long pour être accessible au plus de vaches possible. L'eau y parvient par un circuit particulier et est distribuée par un flotteur.

Le lactosérum dispose lui aussi de son propre circuit. Il parvient au bac et est distribué lui aussi par un flotteur. Un ajout de sel permet d'attirer le plus de vaches à une heure précise.

Le fonctionnement est simple : Après la traite, l'éleveur déclenche manuellement une pompe située à la sortie de la cuve de stockage de 1500 litres qui met le circuit de lactosérum en pression. Lorsque le bac se vide les flotteurs déclenchent l'arrivée simultanée de l'eau et du lactosérum. Les vaches sont alors en attente de ce mélange qui disparaît en quelques temps.

Le lavage du circuit de lactosérum, du bassin et de la cuve s'effectue une fois par semaine par de l'eau bouillante et un produit dégraissant pour machine à traire.

Coût

L'investissement consiste en une cuve inox ou plastic, une pompe de relevage, un circuit pour aller jusqu'au bac de distribution, un bac longitudinal en inox, un système de flotteur.

Exploitation de 54 VL (270 000 L de lait)
Production de 600 L/jour de lactosérum (216 m³/an)

INVESTISSEMENT	
Cuve de réception 1200 litres	300 €
Pompe de relevage	1 240 €
Bac longitudinal de 5 ml	600 €
Canalisation (50 m)	350 €
Flotteurs type lacabac (x2)	80 €
TOTAL	2 570 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amort. des invest. (5 ans)	514 €
TOTAL	514 € HT
Coût/m³ de lactosérum traité	2.38 €/m³

b) Pour des stabulations libres : En mélange avec le fourrage ou la pulpe de betteraves

Mise en œuvre, limites et avantages

Différents mélanges peuvent être pratiqués : foin, paille, pulpes déshydratées de betteraves ou de luzerne...

Une mélangeuse étanche n'est a priori pas obligatoire, les fourrages sont mis dans la benne, et absorbe le lactosérum.

La distribution en mélange permet une meilleure répartition de la consommation entre animaux. L'inconvénient de cette pratique est la réalisation du mélange et l'entretien du matériel.

Exemple d'installations rencontrées

Des essais avaient été menés par la Chambre d'Agriculture du Cantal en mélange avec de la pulpe déshydratée de betterave chez un producteur fermier à Condat (novembre 2001).

Deux rations sont mises en avant (chiffre exprimé en valeur brute) :

<i>Ration équilibrée à 22,5 L</i>		<i>Ration équilibrée à 15 L</i>	
Enrubannage (50 % de MS)	11,82 kg	Enrubannage (70 % de MS)	17,43 kg
Regain	2,35 kg	Pulpes de betteraves déshydratées	1,5 kg
Pulpes de betteraves déshydratées	3 kg	Lactosérum	11 L
Lactosérum	20 L	Tourteau de soja	0,8 kg
Drèches de brasserie (22 % de LS)	10 kg		
Ensilage maïs doux (23 % de MS)	10 kg		
Tourteaux soja 48 %	0,6 kg		
Rumi fibre	1,5 kg		

Des sous-produits sont apportés pour compenser un manque de fourrage

L'inconvénient de ce mélange est un temps d'attente trop long (3 h) pour que la pulpe absorbe le lactosérum.

Le GAEC des Bréchailles (15, Apchon) emploie le lactosérum en mélange avec de la paille et du foin, avec une mélangeuse (voir photo ci-contre) depuis maintenant près de deux ans. Le type de mélange réalisé est décrit ci-dessous :



Exemple de ration employée l'été : 4 kg de céréales (blé, maïs) + 2 kg de tourteaux de soja + 2 kg de luzerne + 8 L de lactosérum + 1 kg de foin + 1 kg de paille + herbe à volonté.

La mélangeuse n'a pas été acquise spécifiquement pour utiliser du lactosérum. Elle correspond avant tout à un mode de distribution qui est parfaitement adapté au type de stabulation qui dispose d'un large couloir d'alimentation permettant de desservir d'un côté les vaches laitières et de l'autre côté les génisses de 1 et 2 ans.

Le lactosérum est stocké après chaque traite dans un ancien tank, situé dans un bâtiment traditionnel. Il est muni d'une pompe qui

permet de le remonter dans la remorque.

La remorque mélangeuse est approvisionnée à partir de fourrages grossiers qui sont hachés en brins de 5 cm environ. Le mélange est ainsi rendu plus aisé avec des matières premières humides tel que le lactosérum qui, à son tour, permet d'homogénéiser la ration en y incorporant des matières plus sèches comme le soja ou les céréales.

Pour l'instant, le GAEC des Bréchailles n'a rencontré aucun problème dû à la ration proposée ou à son mode de distribution. Certains avancent de possibles problèmes d'acidose en raison de la longueur des fibres obtenus. En 18 mois, rien n'a été observé de ce genre.

Une prise de contact à ce sujet avec des éleveurs laitiers dépassant les 10 000 kg par vache (éleveur laitier en Vendée) et avec un nutritionniste a été plutôt rassurante. Pour eux, si les rations sont équilibrées et les niveaux d'ingestion par matière respectés, le seul indicateur valable reste la vache. Si les crises d'acidose sont évitées, c'est que la ration leur convient.

Coût

Les investissements ne peuvent ici être étudiés comme spécifiquement lié à l'utilisation du lactosérum. La réflexion doit d'abord s'articuler autour d'une mécanisation de la distribution de l'alimentation journalière des animaux qui peut en plus accueillir un aliment liquide comme le lactosérum.

C'est une piste à ne pas négliger et automatisable, contrairement au mélange avec la pulpe qui demande une intervention manuelle.

c) Pour les étables entravées

Mise en œuvre, limites et avantages

Il semble préférable de ne pas utiliser la canalisation d'eau pour des risques d'encrassement et de l'impossibilité de maîtriser les quantités les volumes ingérés (En effet, il n'y a pas de mélange possible comme nous l'avons précisé et l'on revient à une distribution ad libitum avec ses inconvénients).

La distribution au seau se rencontre encore, mais reste pénible et gourmande en temps compte tenu des volumes importants à transporter et à distribuer. C'est pourquoi, les étables entravées ont bien souvent abandonné l'autoconsommation par les bovins au bénéfice de l'enlèvement par le GIE ou parfois du stockage /épandage.

Pourtant, des solutions existent comme nous avons pu nous en rendre compte en visitant des étables entravées des plus classiques au Grand-Bornand en Haute-Savoie.

Exemple d'installation rencontrée

M. Jean Narcisse PERILLAT, Gérant de la SCEA LE MONT FLEURI, détient 37 vaches laitières dont le lait est destiné à la fabrication du Reblochon.



Depuis toujours, le lactosérum est distribué aux vaches. Les vaches disposent d'un circuit d'abreuvement particulier, comme on peut le voir sur la petite photo incrustée dans le texte. Les bacs à farine (bleu sur la photo) reçoivent les concentrés durant la traite, mais aussi le lactosérum. Celui-ci est distribué par un pistolet plastic facile à nettoyer placé au bout d'un tuyau de distribution d'une longueur calculée pour approcher tous les bacs de l'étable.

Dans la laiterie située en contrebas, une petite pompe (photo du bas) aspire dans le bac de réception du lactosérum et le remonte jusque dans

l'étable.



Photos NCA, juin 2005, Exploitation de M. PERILLAT, Grand-Bornand en Haute-Savoie



L'éleveur n'a jamais rencontré de problèmes techniques ou sanitaires. Des analyses ont été pratiquées sur du lactosérum stocké dans les bacs durant une journée entière. Il apparaît que l'acidité empêche tout développement de bactéries nuisibles.

Après chaque distribution, M. PERILLAT fait circuler une eau de rinçage. Un lavage plus approfondi est pratiqué une fois par semaine avec un peu de lessive à salle de traite. Cette distribution demande un investissement un peu plus important, mais qui reste peu onéreux (environ 50 à 60 €HT/vache pour des bacs).

Coût

Exploitation de 54 VL (270 000 L de lait)
Production de 600 L/jour de lactosérum (216 m³/an)

INVESTISSEMENT	
Cuve de réception 1 000 litres	290 €
Pompe de relevage	1 240 €
Canalisation (50 m)	350 €
Pistolet plastic	20 €
Bac	3 240 €
TOTAL	5 140 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amort. des invest. (5 ans)	1 028 €
TOTAL	1 028 € HT
Coût/m³ de lactosérum traité	4,76 €/m³

4. Conclusion

La valorisation du lactosérum en alimentation animale est un moyen efficace de recyclage et une source d'économie en terme de dépense alimentaire. Les exploitations fromagères produisent une quantité de lactosérum pouvant être consommée en totalité par leur cheptel (production laitière de 20 à 30 L/vache/jour, soit 16 à 24 L/jour de lactosérum /vache, en sachant qu'une vache peut ingérer 40 L/jour).

La distribution peut être faite tous les jours, le lactosérum est alors aussitôt consommé (ou temps d'attente maximum de 12 h, en été).

Cette consommation rapide évite ainsi les infrastructures de stockage et les risques associés d'acidification et d'évolution de la microflore du lactosérum.

La mise en œuvre de l'utilisation du lactosérum par les bovins est extrêmement simple, rationnelle et peu coûteuse quel que soit le profil considéré.

Les cas de problèmes techniques ou sanitaires sont quasi inexistantes chez les producteurs qui pratiquent cette méthode depuis plusieurs années, voire plusieurs décennies. Bien entendu, les précautions élémentaires vis-à-vis d'un produit gras et liquoreux doivent être prises pour nettoyer le matériel en contact. Un rinçage après distribution et un lavage hebdomadaire à l'aide d'une lessive pour machine à traite (produit à base d'ammonium quaternaire) demeurent les meilleures garanties pour se préserver de tous problèmes.

La ration doit être adaptée à l'utilisation du lactosérum pour ne pas entraîner de déséquilibre.

Cette solution simple n'est cependant pas autorisée dans le cadre du cahier des charges de production du fromage Salers.

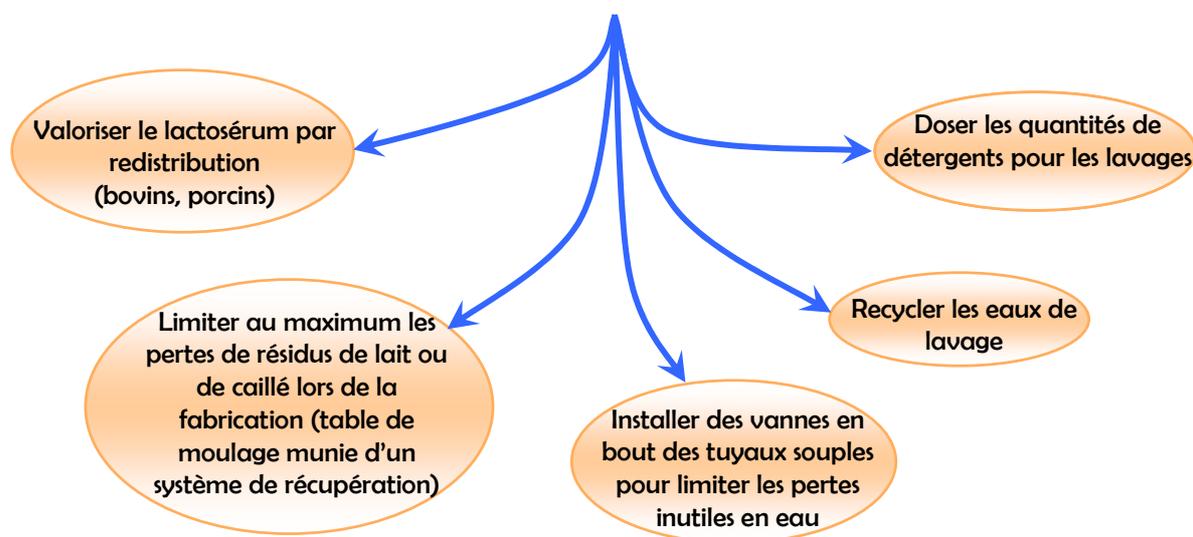
A noter néanmoins que la fabrication du Salers n'intervient que sur une période maximale de 7 mois (du 15 avril au 15 novembre). Le producteur devra donc trouver une solution temporaire durant cette période, en le faisant consommer par les génisses (se pose cependant souvent le problème de l'éloignement des animaux), en stockant le lactosérum (les animaux ne sont plus dans les bâtiments, cela n'augmente donc pas les capacités de stockage, mais il reste à l'épandre sur des périodes et des parcelles appropriées), en le donnant à des porcs (mise en place d'un élevage de porcs fermiers de petite à moyenne taille) ou en le traitant (mise en place d'un traitement spécifique du lactosérum).

Pour les producteurs de Saint-Nectaire, l'alimentation des vaches à partir de fourrage humide ne devrait plus être autorisée à l'échéance 2020 (changement en cours du cahier des charges de production de l'AOC Saint-Nectaire). Cette évolution limite les possibilités à une utilisation en bac (mélange eau + lactosérum) ou en mélange avec de la pulpe, mais faciliterait aussi cette utilisation puisqu'il n'y aurait plus de concurrence avec un fourrage humide. Les vaches seraient ainsi plus à même de consommer le lactosérum.

Ce système est adapté au territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne.

Dans la région de Thônes en Haute-Savoie, zone de moyenne montagne située entre 600 et 1200 m d'altitude où se fabrique le Reblochon, maintes solutions ont été recherchées. Certains, comme Xavier FOLLINET de la Chambre d'Agriculture de la Haute-Savoie, après 10 ans de recherche appliquée en sont arrivés aux conclusions suivantes sur la gestion des effluents eaux blanches et lactosérum :

Conseils pour une gestion adaptée des effluents de la fromagerie



Source : Chambre d'Agriculture de la Haute-Savoie

G. L'UTILISATION DU LACTOSÉRUM EN ALIMENTATION PORCINE

Le lactosérum présente le double intérêt d'apporter de l'énergie (lactose – 70% de l'extrait sec) et des acides aminés de bonne qualité (lysine).

Le lactosérum apporte ainsi par hydrolyse du glucose et galactose, et par l'action de ferments, de l'acide lactique déterminant pour l'acidité du tube digestif, barrière aux infections intestinales.

Les protéines du lactosérum présentent l'avantage d'être digestibles, quant aux vitamines du groupe B, elles jouent un rôle important dans l'activation de plusieurs métabolismes. Il s'agit donc d'un aliment complet.

Ce système, valorisation en totalité ou en partie du lactosérum par des porcs, est employé par 29 % des producteurs diagnostiqués sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne.

1. Condition de distribution

Il peut être distribué séparé ou en soupe unique (mêlé à l'aliment complémentaire). C'est cette dernière solution qui est à privilégier, car elle est la plus facile à mettre en œuvre sur le plan pratique et la plus rationnelle.

Des niveaux de distribution sont recommandés par animal – voir tableau ci-contre (source : Dollé, 2004) :

Quantité de lactosérum brut recommandé (7 % de MS)	
Porcs à l'engrais de 25 à 110 kg	< 25 % de la MS de la ration
Truies gestantes	6 - 10 L/jour
Truies allaitantes	déconseillé

A titre d'exemple, nous pouvons donner une ration pour un porc à l'engraissement (en pourcentage de matière sèche) :

<i>Période de croissance</i>		<i>Période de finition</i>	
Lactosérum	12 %	Lactosérum	18 %
Maïs	45 %	Maïs, pois, soja	45 %
Pois, soja	10 %		
Complément protéique	7 %	Complément protéique	6 %

Recommandations :

- le stockage doit se faire dans de bonnes conditions pour limiter les variations de pH,
- le sérum doit être de bonne qualité avec des teneurs relativement constantes,
- la distribution doit se faire régulièrement.

2. Conclusion

La distribution de lactosérum aux porcs est un bon moyen de le valoriser. Elle ne présente aucun risque sanitaire mais nécessite la présence d'un atelier porcin à proximité de la fromagerie (et donc une main d'œuvre disponible sur l'exploitation), et une bonne adéquation entre les flux de production et les capacités d'ingestion.

En comparaison avec la charge du lactosérum, les quantités possibles d'ingestion et la charge d'un lisier porcin, la valorisation du lactosérum par le porc permet une diminution de la charge polluante de 50 % sur la DBO et 33 % sur la DCO.

Pour l'exploitation type de 54 vaches laitières, avec une transformation fromagère à hauteur de 100 %, il y a une production de 216 m³ de lactosérum à l'année, ce qui implique un atelier de 40 places de porcs à l'engraissement.

En raison de sa faible teneur en matière sèche, le transport du lactosérum doit être évité au maximum. Il revient alors de mettre en place un atelier à proximité de l'exploitation fromagère.

La création d'un atelier porcin implique un certain nombre de mesure. Pour un effectif compris entre 50 et 450 porcs, l'élevage est soumis au régime de déclaration dans le cadre de la réglementation des installations classées (régime d'autorisation au-dessus de 450 porcs).

Il reste ensuite la gestion des déjections qui demande la mise en place d'un plan d'épandage.

Dans le cas qui nous intéresse, la gestion du lactosérum, chez les producteurs de la zone d'étude, par le porc consistait à abreuver les animaux jusqu'à plus soif, sans pratiquement lui proposer un complément solide de style farine d'orge et complément de soja.

Cette gestion est bien entendu possible, mais ne peut constituer une solution fiable tout au long de l'année pour une entreprise individuelle.

En effet, une unité constante de 40 porcs, élevés dans des conditions sommaires (vieilles étables) demande trop de main d'œuvre et n'est pas viable économiquement.

Seules pourraient être intéressantes de petites unités de 200 à 400 porcs charcutiers, dont l'exploitant pourrait retirer un complément de revenu en valorisant ses carcasses dans le cadre d'une appellation locale de salaison d'Auvergne. Cette unité serait suffisamment importante pour se doter du matériel de réception, de conservation, et de distribution du lactosérum. Elle offrirait ainsi un véritable débouché pour une dizaine de producteurs fromagers situés à proximité. Cette unité demande deux heures de travail par jour en moyenne. L'approvisionnement en porcelets peut se faire par l'adhésion à une maternité collective (unité de naissage collectif qui livre des porcelets sevrés à des unités d'engraissement adhérentes, situées sur d'autres sites).

Mais pour cela, il faut que les mentalités changent, et qu'ils ne voient pas au travers de chaque projet porcin un danger pour l'environnement pire qu'une centrale nucléaire. Car, si aujourd'hui, les consommateurs aiment à déguster la salaison d'Auvergne, ils oublient aujourd'hui que les porcs sont produits ailleurs. Et cela, contre toute logique de filière qui pourrait utiliser à bon escient un produit particulièrement problématique pour l'environnement.

Ce système ne peut être généralisé sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne, comme solution unique pour la valorisation du lactosérum. Cette possibilité est discutée de façon plus approfondie en phase 2.

H. LE TRAITEMENT DES EAUX BLANCHES

Nous décrivons ci-après uniquement les traitements adaptés aux eaux blanches, qu'elles proviennent de la salle de traite, ou des eaux de lavage de la fromagerie.

Ces différents procédés ne sont pas adaptés à recevoir des charges plus élevées provenant de lactosérum, de lait impropre, d'eaux vertes chargées...

Ces traitements offrent une bonne dégradation de la matière organique et des matières azotées, mais restent avec des rendements relativement faibles pour les matières phosphorées.

Le phosphore des eaux blanches a pour origine des produits lessiviels utilisés dans les salles de traite. Il est donc présent sous forme dissoute et de ce fait très peu retenu par les dispositifs de traitement. La substitution de l'acide phosphorique par d'autres produits pour les lavages acides (acide nitrique, acide sulfamique...) est donc à conseiller pour limiter la charge en phosphore.

Les filières de traitement présentées sont généralement issues de celles déjà utilisées pour le traitement des eaux usées des petites collectivités rurales.

1. Les filtres plantés de roseaux

Ce procédé figure sur la liste des travaux éligibles dans le cadre de la mise aux normes des bâtiments d'élevage.

La filière filtres plantés de roseaux est composée de trois éléments : une cuve tampon d'homogénéisation, suivie de deux étages de filtres plantés de roseaux. Chaque étage est scindé en deux ou trois parties alimentées alternativement une semaine sur deux.

A la sortie du deuxième étage et après passage dans un regard où il pourra être réalisé des prélèvements d'échantillons (afin de mesurer les rendements épuratoires), les effluents traités peuvent être envoyés dans un réseau de drains ou un fossé enherbé, sans rejet direct dans un cours d'eau.

Cette filière n'est pas conçue pour recevoir du lait impropre ou du lactosérum, ni les eaux vertes du quai d'attente (conçu pour recevoir les eaux vertes des quais de traite après raclage des bouses). Ces effluents doivent être soit valorisés par d'autres traitements ou envoyés vers la fosse centrale de stockage (rejet direct au milieu interdit).

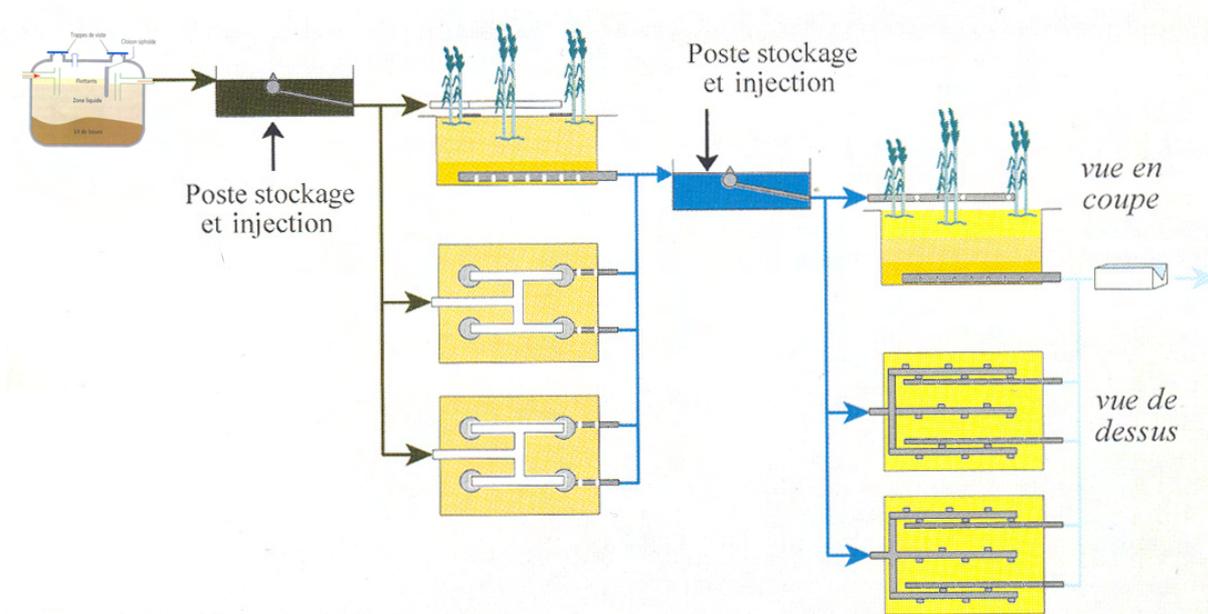


Schéma 38 : principe de fonctionnement des filtres plantés de roseaux (source : FNDAE N°22)

Fonctionnement :

La cuve est de type fosse toutes eaux. Elle est dimensionnée pour permettre un temps de séjour de 6 à 9 jours, respectivement pour les eaux blanches (EB) et le mélange EB+EV. La disposition des trappes de visite permettra une vidange complète et aisée de la cuve. Elle doit être placée horizontalement sur un lit de sable d'au moins 10 centimètres d'épaisseur. Cette fosse d'homogénéisation permet un abattement de 20 % environ sur la demande globale en oxygène.

En sortie de fosse, suivant la surface des filtres, ceux-ci sont alimentés soit à l'aide d'un simple regard de répartition, soit par bâchées grâce à une chasse à auget flottant. L'alimentation séquentielle permet d'avoir une bonne répartition de l'effluent sur toute la surface du filtre, ainsi qu'une meilleure oxygénation du milieu (système à mettre en place au-delà d'une surface de 15 m²).

L'alternance entre les deux casiers se fera grâce à un regard de répartition ou des vannes de type guillotine. Le regard doit être muni de deux sorties dont chacune débouche sur un casier.

Cette alternance doit être réalisée une fois par semaine. Elle permet d'avoir des périodes de repos entre les périodes d'alimentation, pour la régénération du filtre, l'oxygénation et la dégradation des composés absorbés.

Les deux étages de filtres plantés de roseaux sont constitués de massifs filtrants à écoulement vertical. La surface utile de traitement est déterminée sur la base de 60 g de DCO/m² (ou 2 m²/EH), avec une répartition 65 % de la surface sur le premier filtre et 35 % sur le second.

La charge hydraulique maximum ne doit pas dépasser 10 cm/jour.

Afin de simplifier le dimensionnement, le Cemagref et l'Institut de l'élevage ont donné un dimensionnement type suivant la taille du troupeau :

Fosse toutes eaux	< 100 vaches	100 à 150 vaches	EB de fromagerie Pour 100L de lait transformé/jour	
Eaux blanches	3 m ³	4 m ³	1,7 m ³	
Eaux blanches + eaux vertes	6 m ³	9 m ³	2,5 m ³	
Filtres plantés de roseaux	1 ^{er} étage	2 ^{ème} étage	1 ^{er} étage	2 ^{ème} étage
Eaux blanches	0,17 m ² / vache	0,08 m ² / vache	6 m ²	3,2 m ²
Eaux blanches + eaux vertes	0,27 m ² / vache	0,13 m ² / vache		

Ex de calcul pour 54 VL, 100 % en transformation fromagère et un volume journalier de 1 000 L, les eaux blanches de la salle de traite et de fromagerie, ainsi que les eaux vertes des quais sont traitées avec des FPR :

$$\begin{aligned} \text{Volume de la fosse : } & 6 + 25 = 31 \text{ m}^3 \\ \text{Surface des filtres : } & \begin{aligned} 1^{\text{er}} \text{ étage} &= 14,6 + 60 = 74,6 \text{ m}^2 \\ 2^{\text{ème}} \text{ étage} &= 7 + 32 = 39 \text{ m}^2 \end{aligned} \end{aligned}$$

L'étanchéité des massifs peut-être assurée soit par la construction de parois maçonnées, soit par la pose d'éléments préfabriqués ou de géomembrane.

Les massifs sont garnis de matériaux granulaires et équipés d'un système d'aération permettant de maintenir les conditions d'aération nécessaires au fonctionnement du filtre.

Les roseaux vont limiter les risques de colmatage à la surface des filtres. De plus, leurs racines créent un milieu favorable à la fixation des bactéries épuratrices à l'intérieur des massifs.

Les deux étages de filtration sont constitués de 4 couches superposées de granulats d'épaisseurs variables :

Type de matériaux	1 ^{er} étage	2 ^{ème} étage
En surface : sable	20 cm	40 cm
Gravier 3/8 ou 2/6 mm	30 cm	10 cm
Gravier 10/20	5 à 10 cm	5 à 10 cm
En fond : galets 20/40 mm	10 cm	10 cm

En aucun cas, on ne doit utiliser un géotextile pour séparer les différentes couches de granulats. La couche de gravier 3/8 mm (ou 2/6 mm) permettra de réaliser la planéité en « rattrapant » la pente réalisée en fond de massif. Le sable constitue l'élément le plus actif du massif filtrant et doit être choisi en respectant certaines caractéristiques. Les différentes épaisseurs de matériaux et le calibre des graviers doivent être rigoureusement respectés. Le bon fonctionnement du filtre est fortement conditionné à la qualité de ces matériaux.

Les différents filtres sont drainés afin de pouvoir recueillir l'effluent. Les roseaux adaptés à cette filière sont de type *Phragmites communis* et *Phragmites australis*. Il faut planter 6 à 9 pieds au m² et apporter l'arrosage nécessaire à leur démarrage, surtout en été. On veillera à préserver la motte de terreau autour des racines qui offre une petite réserve d'humidité. La période favorable à leur plantation est d'avril à octobre. On profitera de la faible densité de la végétation jusqu'à l'année suivante pour corriger la planéité des lits en rapportant du sable si besoin dans les zones d'affaissement.

Les limites de fonctionnement et avantages :

Il a été estimé à 50 heures par an d'entretien à consacrer à cette filière, ce qui reste relativement faible. L'entretien courant consiste à rincer au jet à haute pression le pré-filtre de la fosse, vérifier visuellement les différentes sorties des eaux traitées des filtres et les différents regards. A la mise en place des filtres, les mauvaises herbes s'implantent généralement plus vite que les roseaux. Il faut donc veiller à les désherber régulièrement (bien entendu sans désherbant) jusqu'à ce que les roseaux soient dominants. Le faucardage des roseaux est à réaliser une fois par an. Ils sont à couper avant leur verse à l'automne et à laisser sur place afin de constituer un paillis de protection contre le froid. Cette couverture sera évacuée des filtres à la sortie de l'hiver avant la repousse des roseaux. La proximité d'arbres à feuilles caduques doit être évitée pour ne pas avoir d'accumulation de feuilles sur les filtres.

Inconvénients	Avantages
Nécessite un dénivelé de 2 m au moins pour un écoulement gravitaire des effluents.	Pas d'odeurs particulières si entretien réalisé correctement.
La fosse doit être vidangée régulièrement (une à deux fois par an). Les eaux de vidange sont soit directement épandues sur les parcelles du plan d'épandage ou soit remises dans la fosse de stockage centrale suivant la période de l'année.	Possibilité de traiter les eaux usées domestiques.
Il est primordial de respecter l'alternance d'alimentation des filtres et les différentes préconisations techniques pour la mise en place des filtres.	L'ensemble de la filière peut être réalisé en auto-construction.
Demande une certaine surface et une pente favorable pour limiter le coût.	Entretien simple (pas d'alimentation électrique si pente suffisante).
Problème d'alimentation en période de gel et de neige intense.	

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Pour une exploitation produisant 270 000 Litres de lait/an, soit un volume annuel d'eaux blanches de 980 m³ (avec les eaux vertes du quai de traite), cela correspond à un filtre de 115 m² au total et une fosse de 31 m³.

Les coûts présentés ci-après correspondent à l'intervention d'une entreprise.

Cette filière ne demande aucun coût de fonctionnement en dehors du temps à y consacrer pour la surveillance du fonctionnement des filtres.

Exploitation de 54 VL
Production de 3 m³/jour de pointe (980 m³/an)

INVESTISSEMENT	
Fosse de 30 m ³	12 500 €
Mise en place des filtres avec les roseaux	21 500 €
TOTAL	34 000 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 12 ans)	6 561 €
Main d'œuvre (50 heures/an)	635 €
TOTAL	7 196 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	7,34 €/m³

Installations existantes et visitées :

De nombreuses installations existent, nous en citerons quatre où des données précises ont pu être obtenues.

► Une exploitation produisant du fromage a été visitée dans le Lot le 23 août 2005 (ferme du Rouquet à Loubressac).

Celle-ci a mis en place cette filière, depuis juillet 2000, dimensionnée pour 60 EH (eaux blanches de la salle de traite, de la fromagerie et eaux usées domestiques de 7 personnes), surface totale des filtres de 72 m². Chaque étage est décomposé de 4 casiers alimentés alternativement. Le deuxième étage est suivi d'un bief planté de plantes hélophytes. Une recirculation des effluents est possible à la sortie du bief pour être envoyé vers le poste d'injection.

Cette installation a été conçue par la société REEB de Strasbourg.

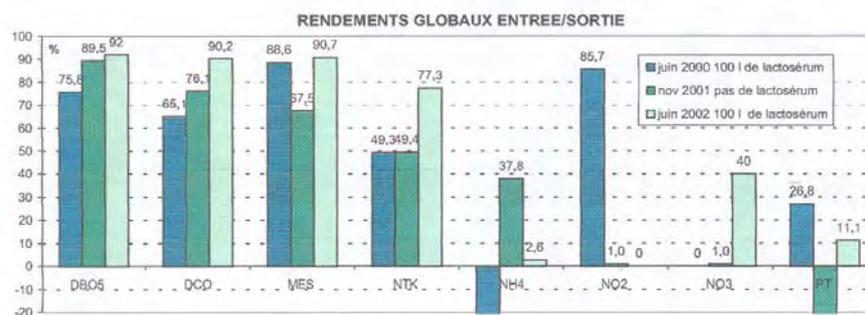
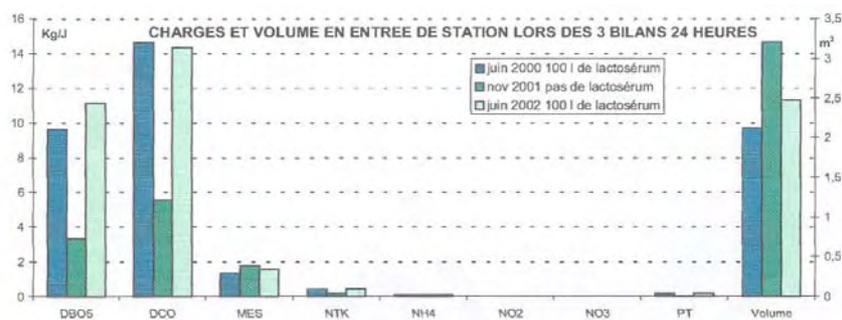
Les investissements avaient été estimés à 30 500 € avec une réalisation par une entreprise. Le coût effectif pour l'exploitant se monte à 7 000 € en sachant qu'il y a eu 50 % de subvention.

Depuis 1 an, le lactosérum est, lui aussi, envoyé sur le système de traitement en plus des eaux blanches, ce qui engorge plus rapidement les filtres et nuit au rendement épuratoire. La station fonctionne alors en surcharge hydraulique et organique.



Bief planté de plantes hélophytes, de 18 m²

Trois bilans 24 heures ont été réalisés par le SATESE, en juin 2000, novembre 2001 et juin 2002 – voir graphes ci-dessous. Depuis, il n'y en a pas eu de réalisé.



► Une installation a été mise en place, avec l'aide de la Chambre d'Agriculture du Cantal, dans le Sud du département, chez M. Fontanel à St-Constant, afin de traiter les eaux blanches de la salle de traite (35 vaches laitières).



Photos pendant les travaux, après mise en service (Chambre d'Agriculture 15)

Une fosse de stockage existante sur le site était juste suffisante pour recueillir les eaux brunes d'une aire d'exercice non couverte. Il restait à trouver une solution pour les eaux blanches et vertes. Deux fosses en série ont été installées, une de 3 m³ pour les eaux usées domestiques, et 6 m³ pour les eaux de la salle de traite. Le 1^{er} étage mesure 17,6 m² en deux casiers et le 2^{ème} étage 7,3 m² en 2 casiers. Un bief enherbé a été aménagé sur 60 m après un busage sur 15 m pour accéder à la parcelle. Le coût de l'installation a été de 5 279 € HT, en sachant que l'exploitant a réalisé la plupart des installations.

Paramètres analysés	Résultats (mg/L) Exploitation FONTANEL	normes stations d'épurations niveau D4 ou stations > 2000 EH (arrêté du 22/12/94) en mg/L	normes Installations classées industrielles (arrêté du 2/2/98)	
			mg/L	kg/j
MES (matières en suspension)	16	35	100	15
DCO (demande chimique en oxygène)	76	125	100	30
DBO5 (demande biologique en oxygène)	11	25	300	100
N kjeldahl (azote total)	2,7	15	30	50
Phosphore total	1,71	2 (si traitement spécifique P)	10	15

Prélèvement réalisé le 6/12/2004, après 6 mois de fonctionnement

► La station expérimentale de Trévarez (Chambre d'Agriculture du Finistère) nous a transmis des résultats en entrée et sortie d'un filtre planté de roseaux traitant 50% des eaux blanches d'une installation de 140 vaches laitières (installation de 2001), soit 800 L/jour. Les analyses sont effectuées à la sortie du 2^{ème} étage.

Paramètres	Entrée matin	Entrée matin+tank	Entrée soir	Sortie 24/04/02	Sortie 26/12/02	Sortie 2003	Sortie 8/08/04
DCO mg/L	2070	1994	3344	111	295	165	44
DBO5 mg/L	840	1150	1650	38	77	22	19
MES mg/L	567	547	767	70	30	70	12
NTK mg/L	51	48	68	30.9	18	20	5
Conductivité	903	1981	665	722	660		
pH	3.2	2.7	8.2	7			7
Ptot mg/L				10.69	11.67		

► Un FPR a été mis en place en 2002 sur une exploitation fromagère dans la Loire (Maringes) chez M. Vernay. Cette exploitation transforme 40 000 litres de lait en fromage. Il a été associé au traitement des eaux usées domestiques de 4 personnes, l'ensemble des eaux blanches (traite et fromagerie), ainsi que les eaux usées d'une tuerie de volailles. Une fosse de 4 m³ a été mise en place avec un filtre de 20 m² au total avec le traitement de 200 m³/an d'effluents.

L'investissement s'est monté à 5 850 €HT, en sachant que l'exploitant a participé à la construction des filtres et une CUMA a réalisé le terrassement. Les matériaux représentent 15 % du coût total. L'étanchéité du filtre a été réalisée par géomembrane. A priori les géomembranes PVC et EPDM ne sont pas adaptées à ce type d'effluent, d'où l'utilisation d'une géomembrane Hydronap 1 mm.

L'ensemble de ces installations fonctionne correctement (sauf pour la première dont la charge entrant n'est pas adaptée au dimensionnement des filtres). Ce type de traitement est tout à fait adapté à la charge des eaux blanches et permet un traitement poussé (sans toutefois avoir un rejet direct dans un cours d'eau) : rendement de 95-97 % sur la DBO, 90-97 % sur la DCO, 90 % sur les MES et 75 % sur NTK.

Pour des problèmes d'alimentation, ce système ne semble pas convenir à des périodes longues de gel important et de neige.

Ce système est adapté aux exploitations qui se localisent à moins de 700-800 m d'altitude sur le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne.

2. Les fossés lagunants

Ce traitement, très rustique, dérive du traitement des eaux usées domestiques par lagunage naturel. Les fossés lagunants permettent de réduire la charge polluante des eaux blanches ainsi que les eaux vertes de quai et d'aire d'attente, en veillant à racler les boues avant de nettoyer au jet d'eau. Ce procédé figure sur la liste des travaux éligibles dans le cadre de la mise aux normes des bâtiments d'élevage.

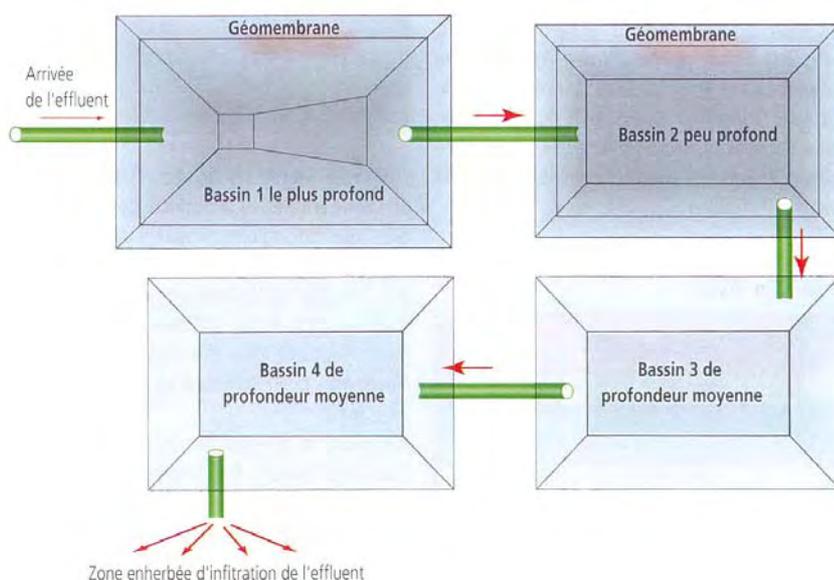
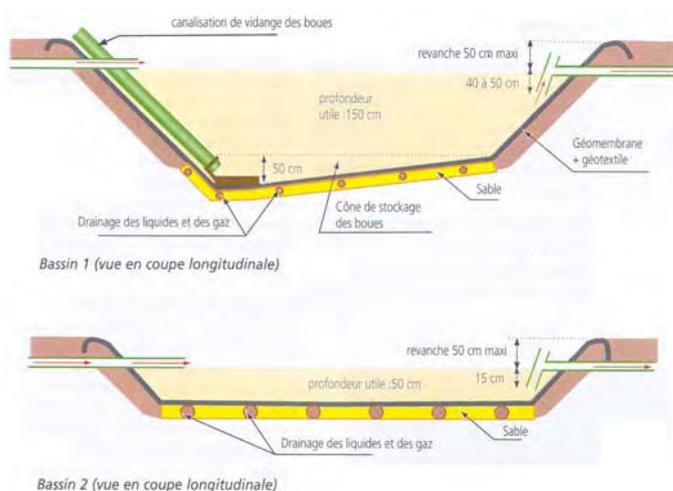


Schéma 39 : principe de fonctionnement des fossés lagunants (Institut de l'élevage, 2003)



Fonctionnement :

Le dispositif comprend 4 bassins successifs, chacun ayant un rôle particulier dans le processus d'épuration.

Le premier bassin plus profond que les bassins suivants (2 m au total) est anaérobie car il reçoit la totalité de la charge polluante. Il a une forme allongée qui induit un fonctionnement de type « piston » : l'eau qui arrive a tendance à pousser l'eau déjà présente en se mélangeant relativement peu avec elle.

Les autres bassins peuvent être de forme plus carrée. Ils seront obligatoirement complétés par un écoulement sur une zone tampon enherbée qui assurera un traitement final diminuant ainsi le risque de pollution dans les milieux récepteurs superficiels (ex : fosse enherbée de faible profondeur, en cunette, de 100 m avec une pente de 2 %).

Les deux premiers bassins seront obligatoirement garnis de géomembrane. Pour les deux bassins suivants, le matériau constitutif du sol doit être naturellement étanche et homogène (argile). Un test d'infiltration doit être réalisé ; pour des perméabilités inférieures à 10^{-6} m/s, ce traitement devient trop coûteux et inintéressant à mettre en place.

Pour des questions de sécurité, une clôture doit être mise en place tout autour des lagunes. Les bassins en géomembrane doivent être équipés d'une échelle à animaux (vieux pneus mis bout à bout).

Le dimensionnement des bassins est donné dans le tableau ci-dessous (Institut de l'élevage, 2003), correspondant au minimum à 150 jours de temps de séjour des effluents :

	1 ^{er} bassin	2 ^{ème} bassin	3 ^{ème} et 4 ^{ème} bassin
Profondeur	2 m	0,5 m	0,8 à 1 m
Pente des digues	45°	45°	45°
Temps de séjour	80 jours	10 g de DCO/m ² /jour	25 jours pour chacun
Abattement DCO	60 %		
Abattement MES	80 %		

Les limites de fonctionnement et avantages :

Ce procédé demande un emplacement relativement plat et dégagé et une surface importante, en évitant les zones d'affleurements rocheux. Le terrain doit également être choisi pour éviter les remontées d'eau ou une nappe phréatique trop haute. Les zones inondables sont à proscrire.

Les fossés lagunants doivent être placés dans une zone ensoleillée, à distance des rideaux d'arbres qui pourraient projeter de l'ombre et produire une accumulation de feuilles.

Le fonctionnement des lagunes doit être surveillé en vérifiant le niveau d'eau dans les bassins. Les digues doivent être fauchées 2 à 4 fois par an pour en préserver l'accès.

Le recyclage des eaux blanches en eaux vertes est peu recommandable pour ce type de traitement afin de maintenir un niveau d'eau suffisant.

Inconvénients	Avantages
A priori ne s'adapte pas en zone de montagne (sols peu argileux, possibilité d'affleurements rocheux, pente entraînant des frais de terrassement élevés) ; moindre rendement en période de gel.	Très peu d'entretien, estimé à 20 heures par an environ.
Possibilité de mauvaises odeurs au niveau du premier bassin.	Accepte plus facilement les eaux vertes des quais et aire d'attente, que les filtres plantés de roseaux.
Vidange du 1 ^{er} bassin une fois par an, les autres bassins doivent être débarrassés des végétaux flottants.	Possibilité de traiter les eaux usées domestiques.
Pas de possibilité d'auto-construction, compte tenu de la technicité de la réalisation des bassins.	Supporte très bien les variations de charge.
Afin de conserver le temps de séjour des effluents dans les différents bassins, leurs dimensionnements doivent notamment prendre en compte le volume de précipitations recueilli dans les bassins, ce qui n'est pas négligeable sur la région de la Haute-Dordogne.	

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Estimation pour le traitement des eaux vertes du quai et les eaux blanches, soit un volume annuel de 980 m³.

Exploitation de 54 VL Production de 980 m³/an
Volume total des bassins 400 m³

INVESTISSEMENT	
L'ensemble de l'installation	30 000 €
TOTAL	30 000 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 12 ans)	5 790 €
Main d'œuvre (20 heures/an)	255 €
TOTAL	6 045 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	6,17€/m³

Installations existantes :

Des sites pilotes sont existants. Ils ont permis de valider la filière et leur dimensionnement. Deux sites utilisent les fossés lagunants :

- dans les Côtes d'Armor à Henhanbihen,
- dans la Loire à Marcoux.

Ce système de traitement des eaux blanches est non adapté à la région de la Haute-Dordogne.

3. Le lagunage naturel

Ce procédé est identique aux fossés lagunants, seul le nombre de bassins et leur forme ainsi que la profondeur diffèrent.

La forme et la pente de la parcelle disponible pour mettre en place ces procédés imposeront telle ou telle technique.

Le lagunage naturel présente trois bassins en série, avant rejet vers un fossé enherbé. Un traitement primaire, de type fosse toutes eaux, est préconisé en amont.

La surface totale est déterminée à partir des charges totales annuelles de DCO, azote totale et azote ammoniacal contenues dans l'effluent et des quantités à abattre, en sachant que l'on vise un abattement de 80 % de ces paramètres.

$$\begin{aligned} & \text{Surface nécessaire pour la DCO (m}^2\text{)} = \\ & \text{Charge totale DCO (kg/an)} \times 0,15 \text{ (m}^2\text{ par kg de DCO)} \\ & \text{Surface nécessaire pour traiter l'azote total (m}^2\text{)} = \\ & \text{Charge totale en azote (kg/an)} \times 1,57 \text{ (m}^2\text{ par kg de NTK)} \\ & \text{Surface nécessaire pour l'azote ammoniacal (m}^2\text{)} = \\ & \text{Charge totale N-NH}_4^+ \text{ (kg/an)} \times 2,4 \text{ (m}^2\text{ par kg de N-NH}_4^+\text{)} \end{aligned}$$

La surface retenue pour le dimensionnement est la plus grande des trois surfaces déterminées.

Pour l'exemple de l'exploitation type de 54 vaches laitières, l'ensemble des eaux blanches et vertes représente un volume annuel de près de 1200 m³. La surface totale correspond à 500 m², avec mise en place d'un traitement primaire.

Le dimensionnement d'une station pour les eaux usées domestiques se base sur une surface de 12 m²/EH (sans traitement primaire), en sachant qu'un équivalent-habitant rejette entre 120 et 140 g de DCO/jour – abattement de 30 % pour un traitement primaire.

Les recommandations en terme d'implantation, d'étanchéité sont les mêmes que pour les fossés lagunants.

Le premier bassin aura une profondeur entre 1 et 1,2 m (prise en compte de l'accumulation des boues), et celle du 2^{ème} et 3^{ème} bassin entre 0,8 et 1 m (pour favoriser l'éclaircissement).

Le rapport longueur sur largeur est égal à 3. Les temps de séjour sont de 4 à 5 mois.

Ce système de traitement des eaux blanches est non adapté à la région de la Haute-Dordogne.

4. Filtre à sable enterré

Le principe de filtration sur sable est un procédé rustique de traitement des effluents qui met en œuvre des processus physiques, biologiques et chimiques. Cette technique est adaptée au traitement des eaux blanches seules (possibilité de traitement avec les eaux usées domestiques), le lactosérum est trop chargé entraînant un risque de colmatage important.

De plus, les eaux vertes ont une teneur en matières en suspension trop élevées pour pouvoir être traitées dans ce système.

Ce traitement n'a pas été agréé dans le cadre du programme de mise aux normes des bâtiments d'élevage (en raison de colmatage observé sur plusieurs installations, filtres dimensionnés sur une base de 0,45 à 1 m²/vache, en service depuis moins de 5 ans).

Cependant, des systèmes sur-dimensionnés, avec un maintien d'une alimentation en alternance sur plusieurs filtres peut présenter des avantages non négligeables.

Fonctionnement :

Les eaux blanches sont stockées au préalable dans une fosse de type fosses toutes eaux, permettant une séparation des graisses et une décantation des matières en suspension (temps de séjour de 6 à 9 jours). L'effluent est ensuite envoyé à la surface d'un filtre composé de plusieurs couches de graviers de granulométrie différente.

Une biomasse se développe alors fixée sur le sable qui dégrade la matière organique et les composés azotés par oxydation biologique.

Le filtre est drainé afin de recueillir le percolat. Celui-ci est soit recyclé ou envoyé vers un système de tranchées filtrantes ou de fossés enherbés.

Deux à trois filtres fonctionnent en alternance, par cycle d'une semaine.

Des cheminées d'aération permettent l'aération du filtre.

Les limites de fonctionnement et avantages :

L'installation des filtres sur un terrain en pente permet une alimentation et un cheminement gravitaire de l'effluent.

Les boues accumulées au niveau de la fosse doivent être vidangée une à deux fois par an. Les eaux de vidange sont soit directement épandues sur les parcelles du plan d'épandage de l'exploitation ou soit remises dans la fosse de stockage centrale suivant la période de l'année.

Inconvénients	Avantages
Installation ne doit pas être faite dans un terrain engorgé d'eau l'hiver.	Possibilité d'une mise en œuvre en auto-construction.
Entretien régulier du filtre (ratissage de la surface).	Rendement supérieur à 95 % pour la DCO et DBO, pour les MES 90 % et NTK 80%.
Evacuation des boues de la fosses toutes eaux tous les ans.	
Problème d'alimentation en période de gel et de neige intense.	

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Production de 890 m³/an d'eaux blanches

INVESTISSEMENT	
Installations complètes	30 à 35 000 €
TOTAL	35 000 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 12 ans)	6 755 €
Main d'œuvre (50 heures/an)	635 €

TOTAL 7 390 € HT
Coût/m³ d'effluent traité 8,30 €/m³

Exploitation visitée :

Dans le Lot, une exploitation (EARL du Mas de Thomas à St Sulpice) fabriquant du fromage de chèvres à mis en place un filtre à sable en février 2001, dimensionné pour 80 EH, correspondant à charge nominale de 3,9 m³/jour, 4,92 kg de DBO₅/j et 9,84 kg de DCO/j (eaux blanches et eaux usées domestiques).

Deux fosses toutes eaux sont mises en série, soit un volume total de 20 m³ (temps de séjour 5 à 7 jours). Un poste de relevage et un regard de répartition permet d'alimenter alternativement trois filtres de 50 m² chacun. Les filtres sont composés d'1 m de sable et 20 cm de gravier au fond.

L'effluent récupéré est recyclé, avec un rejet une fois par jour dans un réseau de tranchées filtrantes.

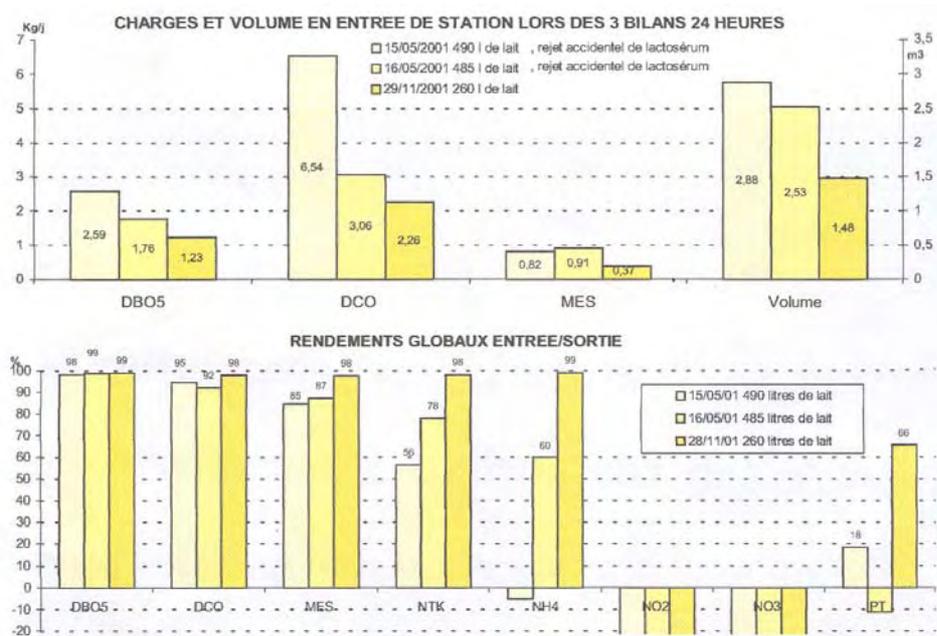
Cette station a été conçue et mise en place par la société MSE Sabla Epuration, avec un coût total de 48 800 €HT, avec un taux de subvention de 50%.

La surface des filtres doit être ratissée une fois par an, avec la vidange des fosses.

Trois bilans 24 h ont été réalisés par le SATESE, lors de la première année de fonctionnement :

Le procédé n'est pas du tout adapté à recevoir du lactosérum, ce qui n'était pas de toute manière prévu dans son dimensionnement.

Aucun dysfonctionnement n'a été observé depuis sa mise en route, il y a maintenant 4 ans.





Les trois filtres à sables avec les rampes d'alimentation



Ce système de traitement des eaux blanches peut s'adapter à la région de la Haute-Dordogne, pour des petites installations et à condition d'isoler la surface du filtre. Une surface largement dimensionnée et le respect de l'alternance évitent le colmatage des filtres.

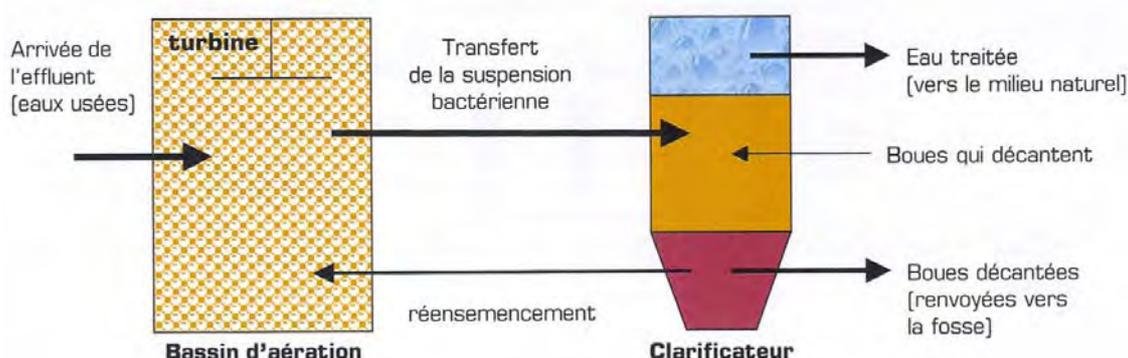
5. Station de traitement OXYVOR

Ce traitement est adapté uniquement aux eaux blanches et aux eaux usées domestiques, le lactosérum représentant une trop forte charge pour être traité par ce procédé.

Le procédé OXYVOR s'apparente au traitement biologique fonctionnant sur le principe des boues activées.

Fonctionnement :

Il est constitué de 2 cuves : le bassin d'aération et le clarificateur.



Dans le bassin d'aération dimensionné pour un temps de séjour de 6 jours environ (10 m^3), une turbine de surface assure l'oxygénation de l'effluent permettant aux bactéries de dégrader la matière organique. La turbine fonctionne 1 minute à 1 minute 30 tous les quarts d'heure.

Indépendant du bassin d'aération, le clarificateur d'un volume de $2,8 \text{ m}^3$ reçoit gravitairement la suspension bactérienne qui décante. Une pompe permet l'évacuation des boues.

Les cuves sont en polystyrène armées de fibre de verre ; 9 m^3 de béton ont été nécessaires pour le radier et le calage.

Les limites de fonctionnement et avantages :

L'installation demande une surveillance quotidienne du bon fonctionnement, avec un contrôle des voyants de l'armoire électrique, un contrôle des niveaux et des écoulements.

Une fois par mois, un test de décantation des boues doit être effectué.

Inconvénients	Avantages
Formation de boues qui doivent être renvoyées dans la fosse de stockage centrale de l'exploitation (le volume de boue produite correspondrait à environ 3 à 5 % du volume d'effluent traité).	Durant les 6 mois d'expérimentation, les rendements observés étaient de 99 % pour la DCO, 100% pour la DBO5, 99,5% pour les MES, 98,5 % pour l'azote et l'effluent traité avait un pH de 7,5.
Pas de possibilité d'auto-construction (sauf terrassement).	Les concentrations en sorties permettent un rejet en milieu naturel.
Utilisation d'électricité pour le fonctionnement.	Système enterré et fermé s'adaptant aux conditions météorologiques de montagne.
Nécessité d'une petite formation spécifique pour l'utilisation du dispositif.	Possibilité de traiter les eaux usées domestiques.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Les coûts annoncés par le constructeur sont de :

- installation de 47 à 57 EH : 20 575 €
- installation de 170 à 195 EH : 27 945 €

Exploitation de 54 VL
Production de 890 m³/an d'eaux blanches

INVESTISSEMENT	
Matériel	16 960 €
Terrassement et maçonnerie	2 650 €
Frais de mise en service, électricité, plomberie	965 €
TOTAL	20 575 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 12 ans)	3 971 €
Consommation électrique	200 €
Main d'œuvre (50 heures/an)	635 €
TOTAL	4 806 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	5,40 €/m³

Installation existante :



Ce système est proposé par la société VOR Environnement, basée à Toulouse.

- Expérimentation effectuée au GAEC le Paret en Haute-Savoie, situé à 1 100 m d'altitude, où il y a une transformation du lait en reblochon avec une production journalière de pointe égale à 800 L de lait/jour. L'installation a été dimensionnée pour 1,5 m³/jour, soit 57 EH. Les effluents sont directement rejetés dans le milieu naturel.

Ce système de traitement est enterré et couvert. Il est adapté à la région de la Haute-Dordogne. Cependant, le constructeur est en liquidation judiciaire (décembre 2005). L'avenir du système n'est donc pas assuré.

I. LE TRAITEMENT DES EAUX BLANCHES ET DU LACTOSERUM

Certains traitements validés pour les eaux peu chargées peuvent faire l'objet d'adaptations techniques pour traiter les effluents de fromagerie.

Les systèmes présentés ci-après sont donc adaptés au traitement des eaux blanches et du lactosérum.

1. *Epandage sur prairie avec tuyaux perforés*

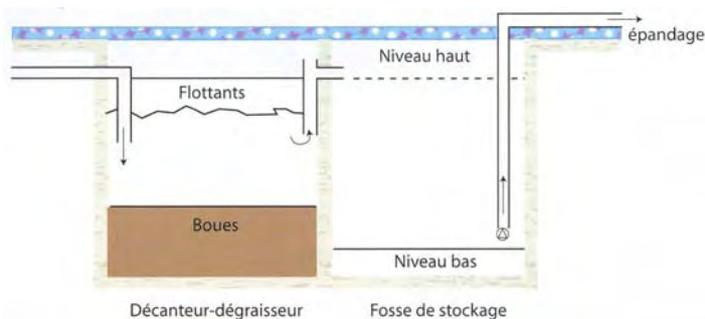
Le principe de traitement se décompose en deux étapes : la première étape, le traitement primaire, a un rôle d'homogénéisation, de décantation et de dégraissage. Le traitement secondaire est assuré par l'épandage sur une surface en herbe, y compris en période hivernale.

Ce procédé figure sur la liste des travaux éligibles dans le cadre de la mise aux normes des bâtiments d'élevage (pour le traitement des eaux peu chargées – eaux blanches et vertes).

Fonctionnement :

L'effluent (eaux blanches et lactosérum) est dirigé vers un bassin décanteur-dégraisseur pour piéger les matières en suspension et les graisses. Le rôle du décanteur-digester peut être assuré par une fosse toutes eaux ou une construction mise en œuvre sur site. Cet ouvrage doit être couvert pour éviter la propagation des odeurs et dimensionné pour un temps de séjour de 9 jours.

L'effluent prétraité est ensuite stocké dans une fosse de stockage avant épandage. Cette fosse doit contenir le volume d'effluent permettant d'épandre les jours sans pluie, sur un sol ressuyé, non gelé ou couvert de neige. Cette estimation doit être menée sur les 15 dernières années par une analyse des données météorologiques, afin de déterminer le nombre de jour de stockage. Le décanteur-digester peut être combiné avec la fosse (ouvrage unique).



Ouvrage cloisonné de traitement primaire et de stockage (Dollé, 2004)

L'épandage est déclenché grâce à une pompe par l'éleveur lorsque les conditions climatiques sont favorables. La répartition au sol se fait grâce à des tuyaux perforés PEHD disposés à la surface de la parcelle d'épandage.

Pour l'épandage, deux solutions sont envisageables :

- Un tuyau de 30 m est mis en place et déplacé manuellement sur la parcelle,
- La parcelle est équipée d'un réseau de tuyaux non déplacés et approvisionnés par intermittence grâce à un by-pass ou une vanne trois voies.

La fréquence de déplacement du tuyau ou de manœuvre des vannes est fonction des quantités d'azote et des volumes journaliers. Les effluents de fromagerie étant peu concentrés en azote ammoniacal, c'est le volume d'eau épandu qui est le facteur limitant. Pour éviter tout risque de ruissellement, le volume ne doit pas dépasser 200 m³/ha/apport et la fréquence de retour est au minimum de 20 jours.

L'espacement entre les tuyaux est de l'ordre de 8 m, ce qui représente une zone d'épandage d'environ 250 m² pour 30 m linéaires de tuyau perforé.

Afin d'augmenter la surface d'épandage, 2 tuyaux de 30 m fonctionnent en simultanée pour une surface totale de 500 m². Le tuyau, obturé à son extrémité, est perforé tous les 50 cm, en quinconce à la perceuse. Le diamètre des trous est de 8 mm sur le premier tiers, 10 mm sur le second et 12 mm sur le troisième.

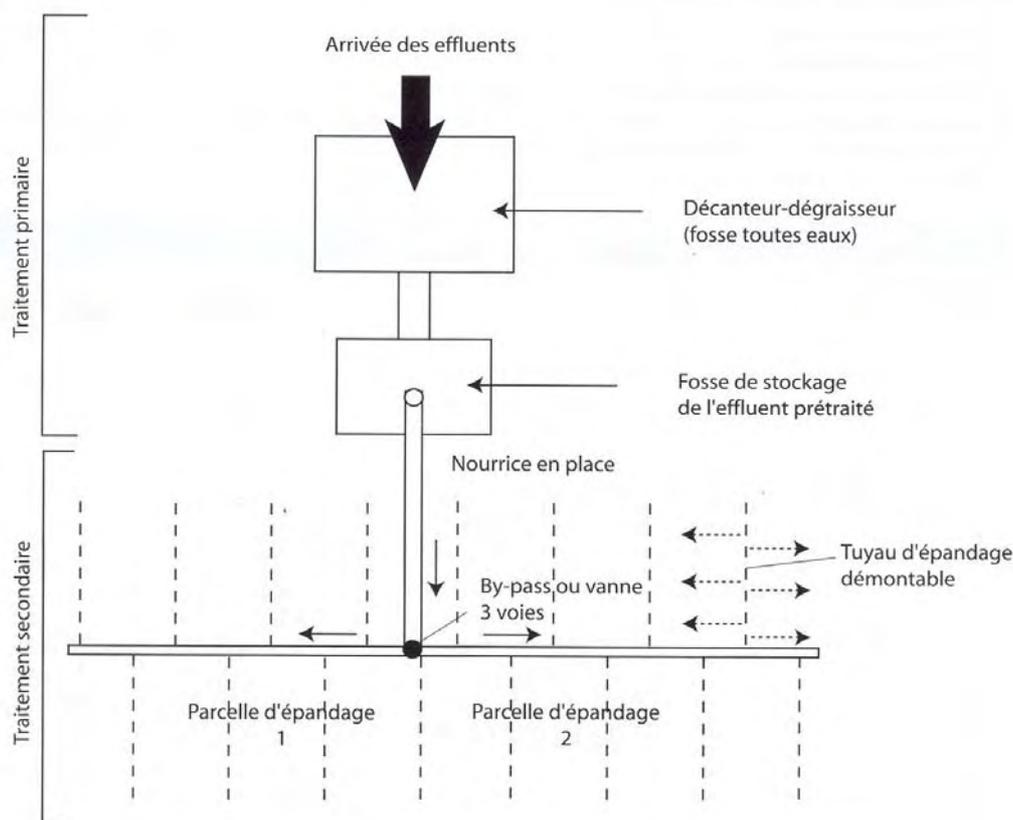


Schéma 40 : Principe de fonctionnement du procédé d'épandage avec tuyaux perforés (Dollé, 2004)

Les limites de fonctionnement et avantages :

L'efficacité de ce procédé est basée sur les capacités épuratrices du sol, qui ne sont pas limitantes pour la charge organique. Pour éviter tout risque de saturation en eau du sol ou de ruissellement, l'apport hydrique de 200 m³/ha/apport ne doit pas être dépassé, le temps de ressuyage de 20 jours doit être respecté. Pour pérenniser les capacités épuratoires du sol, il convient de contrôler l'évolution des caractéristiques physico-chimiques par des analyses périodiques.

Une surface suffisante de prairies doit se trouver à proximité de la fromagerie.

Les distances d'épandage par rapport aux tiers, aux cours d'eau et aux sources doivent être respectées, soit respectivement 100 m, 35 m et 50 m.

Ce procédé est limité aux régions où les périodes de non épandage sont restreintes.

Inconvénients	Avantages
Gestion de l'épandage (déplacement du tuyau tous les 5 à 10 jours).	Dispositif rustique, réalisable facilement en auto-construction.
Le temps de stockage doit atteindre 4 mois voire plus enfin d'éviter les périodes d'enneigement, de gel et de forte pluviosité, ce qui rend le procédé nettement moins intéressant.	Faible coût d'investissement et de fonctionnement.

Nécessité de vérifier au préalable le pouvoir épurateur de la parcelle (pas d'hydromorphie, pente limité, sol suffisamment profond).	Convient pour des petites structures (production de pointe de 2 m ³ /jour EB+lacto).
	Peut tout à fait convenir à un traitement des eaux blanches + lactosérum sur des exploitations fabriquant uniquement du Salers (la période de fabrication du fromage – 15 avril au 15 novembre – correspondant à la période où les épandages sont possibles). Le volume des EB étant limité en période hivernale au lavage du matériel de traite et au tank.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Le dimensionnement se limite à une parcelle d'épandage de 1 ha, soit une production de pointe de 2 m³/jour, 20 parcelles de 500 m² et une fréquence de déplacement du tuyau tous les 5 jours. Le décanteur-digesteur est alors de 19 m³ et la fosse a été estimée à 31 m³.

Exploitation de 15 VL
Production de 2 m³/jour de pointe (440 m³/an)

INVESTISSEMENT	
Décanteur et fosse (200 €m ³)	10 000 €
Pompe	2 000 €
Tuyaux (3 €/ml)	3 800 €
TOTAL	15 800 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 12 ans)	3 050 €
Electricité	100 €
Main d'œuvre (20 heures/an)	255 €
TOTAL	3 405 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	7,74 €/m³

Installation visitée :

Lors des visites dans le pays de Thônes (74) en juillet 2005, nous avons pu observer un système de même type, mais simplifié, utilisé uniquement durant la période estivale. Il a été baptisé système d'épandage gravitaire et utilise uniquement le pouvoir épurateur du sol. Il est réservé exclusivement à l'épandage des eaux blanches (lavage du matériel de traite et de la fromagerie).

Ici, pas de bassin ou de fosse de décantation, mais un simple tuyau branché sur le regard de sortie. Celui-ci, d'une trentaine de mètres de long courent à même le sol et débouche sur une zone donnée. Chaque semaine, le tuyau doit être déplacé sur une autre zone. De plus, le retour sur la même parcelle doit respecter une période de 5 ans pour permettre au sol de se régénérer et à la végétation d'assimiler les différents éléments apportés par les eaux blanches.

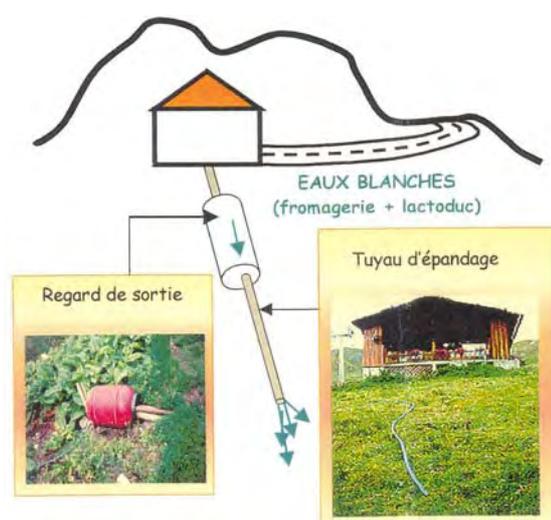
Ce système a bénéficié d'un suivi sous forme d'analyses de sols. Il ressort :

- que la charge organique des eaux blanches est retenue à plus de 90 % si le tuyau est déplacé régulièrement.
- que le sol retient également le phosphore et l'azote des eaux blanches. Le phosphore en particulier est fixé dès les premiers centimètres de percolation de l'effluent.

Trois conseils provenant de la Chambre d'agriculture de la Haute-Savoie accompagnent ce procédé :

- Ne pas fertiliser les surfaces d'épandage des eaux blanches (lisier, fumier ou engrais minéraux),
- Ne remettre en pâture les animaux que trois semaines après l'arrêt de l'épandage,
- Surveiller l'acidification du sol, l'accumulation du phosphore et d'azote.

Enfin, il faut signaler que ce système est proposé couplé à un système SBR. L'épandage gravitaire est alors utilisé durant la période de pâture et le SBR durant la période hivernale.



Principe de l'épandage gravitaire

*Source :
Chambre d'Agriculture de
Haute-Savoie*

Ce système est adapté au territoire de la Haute-Dordogne sous certaines conditions et uniquement en période estivale. Il peut être particulièrement intéressant pour les éleveurs qui effectuent la traite au champ ou ceux qui fabriquent uniquement du Salers (production d'effluents correspondant à cette même période).

Une attention particulière doit être apportée à la nature du sol et au déplacement régulier du tuyau. Ce système ne demande pas de matériel particulier, aucun investissement n'a été comptabilisé.

2. *Épandage sur parcelles plantées de saules – procédé BIONIS*

Ce traitement se fait en deux étapes : décantation et dégraissage, suivi d'un épandage par micro-irrigation sur une parcelle plantée de saules.

Fonctionnement :

L'effluent (eaux blanches et lactosérum) est dirigé dans une cuve de décantation primaire, avec ajouts de bactéries (brevet Bionis), où est assurée une aération – temps de séjour de 6 jour. Le contenu de cette première cuve est dirigé dans un ouvrage compartimenté. Le premier compartiment assure une décantation secondaire – temps de séjour de 3 jours. Au moyen d'un coude plongeant, l'effluent rejoint le deuxième compartiment qui fait fonction de stockage avant épandage – temps de séjour fonction de la durée d'impossibilité d'épandage en période hivernale. Les effluents pompés dans le compartiment de stockage passent dans des filtres de 100 µm autonettoyants (1 nettoyage manuel par mois est toutefois nécessaire) puis sont acheminés dans le réseau d'épandage. Il s'agit d'un réseau sous pression dans lequel les tuyaux sont perforés (trous Ø 130 µm) tous les mètres (dispositif breveté). Ils permettent une répartition homogène des effluents sur toute la longueur.

Ce réseau est enterré à 15 cm de profondeur afin d'éviter les problèmes de gel et pour faciliter l'exploitation du taillis. Un herbicide est injecté dans le dispositif d'épandage pour prévenir l'obturation des trous par les racines des végétaux. L'épandage se fait tous les deux jours, en alternance sur chacune des demi-surfaces plantées. Les saules sont exploités en taillis à très courte rotation exploités tous les 2 à 3 ans. Ils sont plantés à raison de 17 000 pieds à l'hectare, en rangées espacées de 70 cm (plantation à réaliser au printemps).

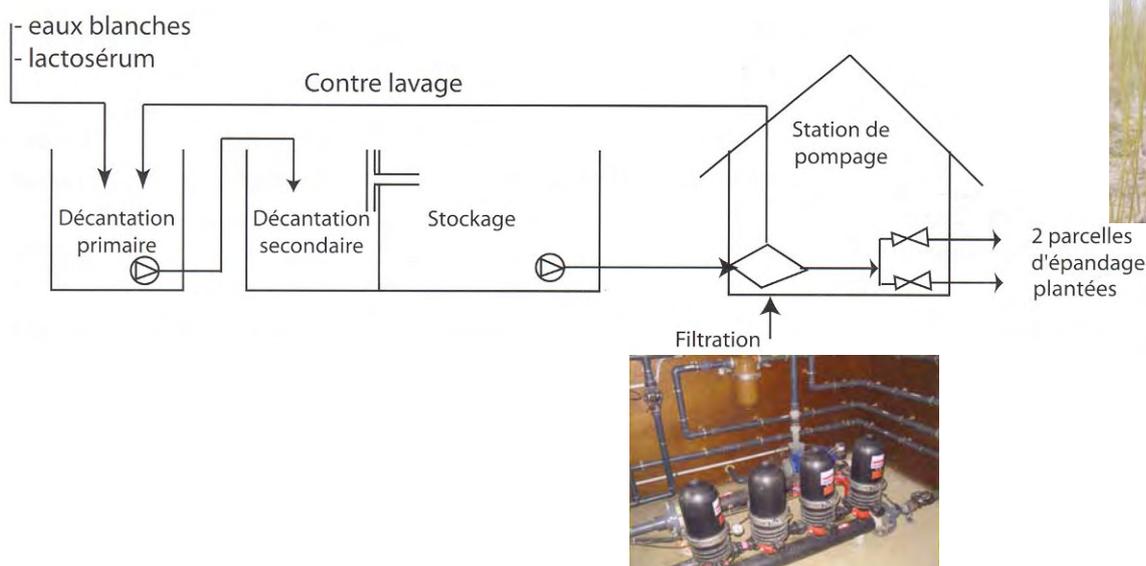


Schéma 41 : Principe de fonctionnement du procédé BIONIS (Dollé, 2004)

Les limites de fonctionnement et avantages :

Inconvénients	Avantages
Convient mieux aux structures de taille moyenne ou grande	Rendement épuratoire de 99,98 % sur DCO, 99,78 % sur N et 99,4 % sur P
Le volume de la fosse de stockage est en fonction des périodes d'interdiction d'épandage (gel, enneigement). Sur le bassin de la Haute-Dordogne, un minimum de trois mois doit être préconisé.	Saules valorisables en énergie (bois de chauffage)
Intervention lourde tous les 2 à 3 ans pour l'entretien du taillis.	Peu d'entretien courant.
Manque de références, nécessité d'expérimentations supplémentaires, notamment pour les effluents de fromagerie.	Peut se coupler au traitement des eaux usées domestiques et du lisier.
	Peu de production de boues (les refus des filtres sont recyclés, repassent dans les différentes fosses et sont au fur et à mesure digérés). Une vidange tous les 1 à 2 ans est conseillée.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Le dispositif est livré clé en main (cuves, pompes, filtres, réseau d'épandage, saules). La plantation peut être réalisée par l'éleveur.

Les coûts de fonctionnement comprennent la consommation électrique, le nettoyage de la cuve, le suivi analytique et les frais divers.

Exploitation de 54 VL
2100 m³/an : lisier + EB + lacto

INVESTISSEMENT	
Fosse de 750 m ³ pour assurer le stockage pendant les périodes de gel	15 000 €
Cuve mélange lacto + local technique avec surpresseur + filtre et automatisme	20 000 €
Plantation + irrigation + contrôle	30 000 €
TOTAL	65 000 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 12 ans)	12 545 €
Electricité + divers + main d'œuvre (50 h)	2 735 €
TOTAL	15 280 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	7,28 €/m³

Exemple d'installation existante :

M. RONCKIER, Eleveur, producteur de fromage à Killem (59) – production de 400 000 litres de lait/an – Installation par BIONIS Environnement (59, Lille).

Cette installation fonctionne depuis 5 ans. Elle a été dimensionnée pour la totalité des effluents produits sur l'exploitation (lisier, eaux blanches et lactosérum), soit 7 m³/jour, avec un investissement de 64 295 €HT.

Les effluents en aval de la saulaie (installation de drains avec piézomètre) ont des concentrations suivantes :

DBO5 < 3 mg/L, DCO < 30 mg/L, MES < 45 mg/L, NTK < 1 mg/L, Ptot < 0,2 mg/L (Données Constructeur).

D'après le constructeur, les saules peuvent s'adapter au climat de montagne. La surface demandée reste importante et le temps de stockage correspond aux périodes où l'épandage n'est pas envisageable.

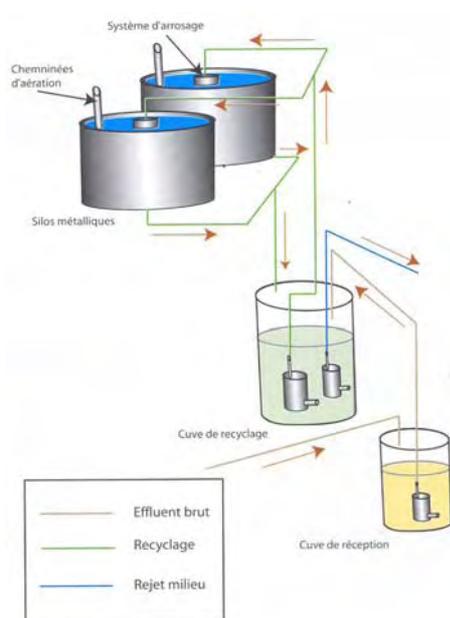
Ce système doit s'envisager avec une valorisation énergétique du bois récolté.

Ce système paraît adapté au territoire du contrat Haute-Dordogne, sous réserve de validation ultérieure.

3. Cultures bactériennes fixées sur pouzzolane (procédé PRADEL)

Ce procédé est basé sur le développement de cultures bactériennes fixées sur un support granulaire constitué de pouzzolane. Le traitement est réalisé grâce à la combinaison des mécanismes épuratoires physiques et biologiques. Le mécanisme d'épuration physique est celui de filtration par la pouzzolane (roche volcanique à forte porosité) ; il permet la rétention des matières en suspension grossières à la surface du filtre. Quant à l'épuration biologique, qui repose sur la formation d'un biofilm bactérien à la surface des grains de pouzzolane, elle se divise en deux phases : adsorption et stockage rapide des composés organiques, puis minéralisation.

Fonctionnement :



L'effluent est collecté dans une cuve de réception (dimensionnée sur 1 jour de production en pointe) puis introduit une fois par jour par pompage dans une cuve de recyclage (volume correspondant à 1 jour de production + les eaux de pluie tombant à la surface du filtre). Par pompage à nouveau, il est diffusé par aspersion sur le filtre et rejoint ensuite la cuve de recyclage par gravité.

La forte concentration de l'effluent à traiter nécessite quatre recyclages journaliers au travers du filtre afin d'obtenir un effluent suffisamment épuré pour être rejeté dans le milieu naturel (fossé végétalisé, bande enherbée, tranchée filtrante).

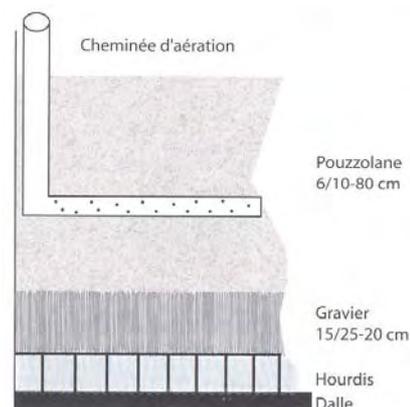
La pompe de recyclage doit permettre une vidange complète de la cuve en une heure.

Le filtre repose sur une dalle bétonnée avec des pentes pour la collecte de l'effluent.

Schéma 42 : Principe de fonctionnement du procédé PRADEL (Dollé, 2004)

Une pouzzolane de granulométrie 6/10 est utilisée pour le garnissage du filtre sur 80 cm. En partie basse, des galets et hourdis communiquant avec des ouïes aménagées à la base des ouvrages assurent le drainage et l'aération du filtre. Pour amplifier l'oxygénation à l'intérieur des filtres, des drains sont disposés à mi-hauteur du massif filtrant et reliés à des cheminées débouchant à la surface.

Pour permettre au support de se régénérer et éviter le colmatage, deux filtres sont installés en parallèle et sont alimentés en alternance sur un cycle d'une semaine. L'inversion des silos actifs et inactifs se fait par l'ouverture de la vanne entre la cuve de recyclage et les massifs filtrants.



Les parois des filtres peuvent être construites au moyen d'éléments-types métalliques enduits d'une peinture adaptée contre la corrosion ou en béton banché adapté à l'acidité de l'effluent.

L'activité bactérienne qui se développe sur le filtre est principalement fonction de la température, donc indirectement de l'altitude et de la période du pic de lactation.

Le tableau suivant présente la grille de dimensionnement des filtres, en g de DCO/m²/jour (Dollé, 2004) :

Période du pic de lactation Altitude	Printemps	Eté	Automne	Hiver
300 à 400 m	450	450	400	350
400 à 500 m	400	400	350	350
500 à 600 m	350	350	350	300
600 à 700 m	350	350	300	300
700 m et plus	300	300	250	250

Ainsi pour une fromagerie à 700 m et plus, produisant 100 000 g DCO/jour, avec un pic de lactation en été, doit mettre en place un filtre de 333 m² divisé en 2 parties de 170 m².

Les limites de fonctionnement et avantages :

Inconvénients	Avantages
Procédé à exclure des zones à fortes tendances gélives, car la capacité de ce filtre se réduit fortement en cas de gel.	Rendement épuratoire sur la DCO > 95 %, sur l'azote de l'ordre de 98 %.
Incertitude sur la durée de vie des filtres évaluée entre 5 à 10 ans, en raison d'un engorgement biologique provoqué par une accumulation de résidus organiques incomplètement minéralisés.	Coût de fonctionnement et investissement raisonnables. Possibilité d'auto-construction. Peu gourmand en énergie.
	Traitement des eaux usées domestiques, avec mise en place d'une fosse toutes eaux en amont.

Quand la perméabilité de la pouzzolane n'autorise plus l'infiltration rapide de l'effluent et limite de ce fait, l'indispensable aération du massif filtrant, il convient de remplacer la pouzzolane dont le prix départ carrière est de l'ordre de 10 €/m³. Par conséquent, la conception et la réalisation du système d'aspersion doivent être prévues pour permettre son démontage.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

La mise en place de ce procédé nécessite des travaux de terrassement pour l'installation d'une plateforme (dalle avec pente) destinées à recevoir les filtres, pour les cuves et les canalisations. Les travaux peuvent être réalisés en auto-construction. Le coût d'investissement est plus élevé pour la structure silo, mais le temps consacré à la construction y est moins important que pour les structures béton.

Le fonctionnement et l'entretien du dispositif consistent à :

- basculer une vanne une fois par semaine (sélection du filtre),
- nettoyer le filtre de la cuve de réception tous les 15 jours à 1 mois,
- vérifier le bon fonctionnement du système (pompes, asperseurs...).

Le coût de fonctionnement est essentiellement dû à la consommation électrique des trois pompes (4 recyclages + 1 vidange + 1 remplissage journalier).

Exploitation de 54 VL
Production de 1100 m³/an, filtre de 170 m²

Fosse Métallique	
INVESTISSEMENT	
Filtres	12 600 €
Cuves et Matériel	8 500 €
Main d'œuvre	700 h soit 8 900 €
TOTAL	30 000 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 10 ans)	6 790 €
Electricité	100 €
Main d'œuvre (50 heures/an)	635 €
TOTAL	7 525 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	6,84 €/m³

Installation visitée :

La ferme expérimentale caprine du Pradel (à Mirabel en Ardèche) a mis au point cette technique, avec la mise en place chez différents producteurs de ce procédé.



Nous avons visité une exploitation dans le Lot qui possède ce type de traitement, datant de février 2002 (M. Hereil à Montvalent).

Cette installation a été dimensionnée pour 353 EH, correspondant aux eaux usées domestiques (4 habitants), aux eaux blanches de la salle de traite et de la fromagerie (550 L de lait/jour en moyenne, avec des pointes à 700 Litres, tout le lait est transformé en fromage de chèvres), et au lactosérum. Cela représente un total de 3,3 m³/jour, 21,24 kg de DBO₅ et 42,48 kg de DCO/ jour.

Cette installation a été construite par l'exploitant et une personne de la Chambre d'Agriculture du Lot.

L'ensemble des effluents passe par une fosse toutes eaux de 6 m³, puis dans une cuve de stockage de 4 m³. Les effluents sont ensuite acheminés une fois par jour dans une cuve de recyclage de 6 m³, qui permet de les envoyer sur l'un ou l'autre des filtres (2 filtres de 40,2 m², alimentés en alternance toutes les semaines). Les eaux sont récupérées à la base du filtre et sont réinjectées sur la même surface. Il y a ainsi deux à trois cycles/jour. Une fois par jour, l'effluent traité est envoyé dans des drains d'épandage (2 x 20 m).

Les filtres sont composés de 80 cm de pouzzolane et de 20 cm de graviers 10/15, des cheminées d'aération sont placés au milieu.

Les filtres ne semblent pas être colmatés pour le moment.

La corrosion de la tôle est très importante à certains endroits (l'exploitant les avait peint avec une peinture normalement adaptée, mais qui ne semble pas duré à moyen terme).

Les micro-asperseurs se bouchent régulièrement, entraînant des défauts de répartition de l'effluent à la surface du filtre.

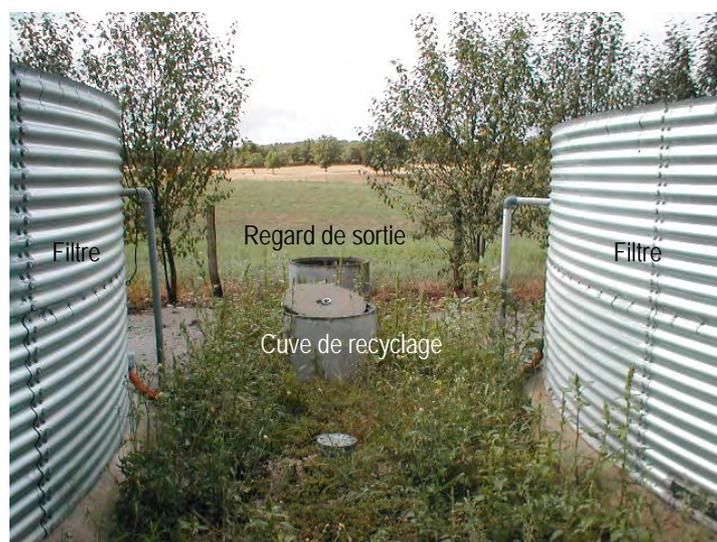


Les investissements avaient été estimés à 45 750 € avec 50 % de subvention. Cela est revenu à environ 15 250 € pour l'exploitant, sans compter toute la main d'œuvre qu'il a fourni.

Cela demande relativement peu d'entretien : inverser les vannes une fois par semaine, surveiller la dispersion de l'effluent, le fonctionnement de la pompe.

Différents bilans 24 heures ont été réalisés par le SATESE du Lot à 3 et 6 mois de fonctionnement et un autre en mars 2004. Les rendements mesurés sont les suivants :

Paramètres	Bilan le 9-10 avril 2002 4 cycles volume entrant 2,72 m ³	Bilan le 19-20 août 2002 3 cycles Volume entrant 2,29 m ³	Bilan le 24-25 mars 2004 2 recyclages Volume entrant 1,17 m ³
DBO5	99,8 %	99,6 %	96,9 %
DCO	99,4 %	99,2 %	97,5 %
MES	98,6 %	96,1 %	93,4 %
NTK	98,8 %	98,1 %	95,0 %
Ptot	97,9 %	97,6 %	92,7 %
pH entrée/sortie	4,75 / 8,2	4,4 / 8,1	4,55 / 7,34



Ce système ne semble pas adapté aux conditions climatiques du bassin versant de la Haute-Dordogne. Sa durée de vie reste peu élevée (5 à 10 ans).

4. Station de traitement SBR

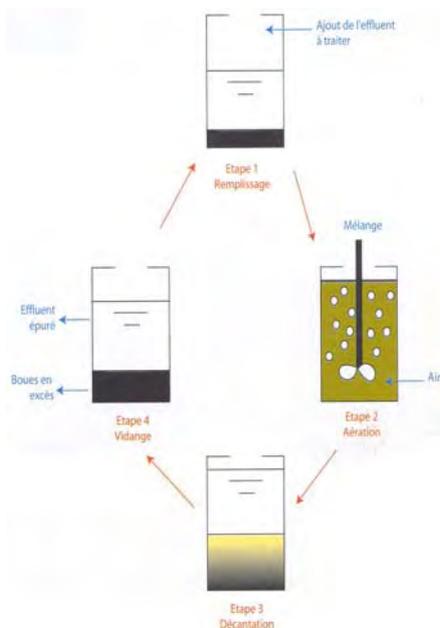
Les stations SBR (Sequencing Batch Reactor) sont construites par la société Ateliers d'Occitanie (11-Narbonne) qui a signé une licence de savoir-faire exclusif avec l'INRA pour l'exploitation et la commercialisation du procédé.

Le procédé SBR est un procédé biologique fonctionnant sur le principe des boues activées, avec deux étapes distinctes :

- une étape biologique, qui consiste en la mise en contact de la matière organique à éliminer avec une culture bactérienne dans un bassin aéré. Les bactéries utilisent la matière organique de l'effluent comme source d'énergie et de carbone pour leur multiplication.
- Une étape physique, qui consiste en la séparation des eaux épurées et des micro-organismes en suspension, à l'origine des boues.

Fonctionnement :

Schéma 43 : Principe de fonctionnement du procédé SBR (Dollé, 2004)

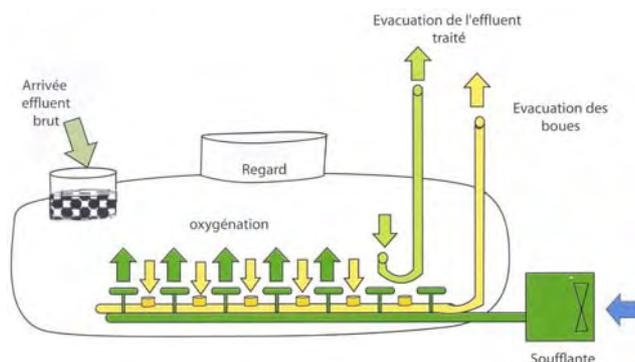


Ces deux étapes se décomposent en quatre phases qui se déroulent dans une cuve unique sur un cycle de 24 heures.

1. le remplissage de la cuve s'effectue en continu par gravité ou par pompage,
2. l'aération dure 12 à 20 heures,
3. la décantation se déroule la nuit (durée 1 à 3 h),
4. la vidange de l'effluent traité réalisé par pompage, a lieu le matin avant l'arrivée des effluents.

La cuve est dimensionnée sur un ratio compris entre 0,7 et 1,5 kg DCO/m³/jour.

La cuve est préalablement remplie d'eau. Le développement des bactéries se fait naturellement ou par incorporation de boues urbaines. Tous les 15 jours à 1 mois, l'éleveur doit mesurer le niveau des boues (test de l'éprouvette). Leur vidange est déclenchée manuellement par pompage entre 4 à 5 fois par an. Elles sont ensuite épandues ou stockées. Les volumes de boues générées représentent 5,5 % du volume d'effluent traité. A l'exception de la vidange des boues, tout le procédé est automatisé : la soufflante, les pompes de remplissage et de vidange sont commandées par des minuteries et/ou des sondes de niveau. Après traitement, les eaux épurées sont rejetées dans le milieu naturel dans un fossé d'infiltration.



Les limites de fonctionnement et avantages :

Ce système traite facilement les eaux blanches, avec la possibilité de raccorder la maison d'habitation sans augmenter la capacité du réacteur. Il peut aussi traiter le lactosérum d'une petite exploitation (30 à 40 vaches laitières) ou d'exploitation un peu plus importante qui ne fabrique pas de fromages tous les jours (la charge à traiter est alors écrêtée sur toute la semaine).

Le traitement de la totalité des effluents (lactosérum + eaux blanches) d'une exploitation de 54 vaches laitières avec une fabrication tous les jours entraîne un coût prohibitif pour être intéressant (minimum de 65 000 € pour le réacteur).

Quotidiennement, l'éleveur doit surveiller les témoins lumineux de l'armoire électrique.

Hebdomadairement, un test à l'éprouvette doit être réalisé pour vérifier la quantité de boues dans le réacteur. Elles sont soutirées tous les mois environ.

Inconvénients	Avantages
Il reste des boues à épandre qui doivent être stockées dans une fosse.	Rendement épuratoire de 99,5% sur la DCO, 95% sur N et 87% sur P.
Les rendements épuratoires sont assujettis au soutirage régulier des boues.	S'adapte aux zones de montagne (système enterré et fermé).
Consommation électrique un peu plus importante.	Convient mieux aux structures de taille moyenne et grande.
Pas de possibilité d'auto-construction.	Possibilité de traiter les eaux usées domestiques.
	S'adapte aux fluctuations de charge.
	Automatisation des différentes phases, demandant peu d'entretien.
	Système livré clé en main.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Le procédé est livré clé en main, il n'y a donc pas de possibilité d'auto-construction, sauf éventuellement le terrassement et les réseaux qui peuvent être réalisés par l'éleveur. Les investissements correspondent au coût du digesteur équipé d'une pompe et d'une soufflante. Le stockage des boues n'a pas été comptabilisé dans ce coût.

Les coûts de fonctionnement sont inhérents au fonctionnement du réacteur : électricité, personnel pour la gestion de la station. Il faut y ajouter le coût de l'épandage.

Exploitation de 54 VL
Production de 890 m³/an d'eaux blanches

INVESTISSEMENT	
Réacteur de 15 m ³	15 000 €
Terrassement, plomberie, électricité, divers	5 000 €
Stockage des boues (24 m ³ /an)	Variable
TOTAL	20 000 €

FONCTIONNEMENT	
Amortissement et frais financiers (prêt à 4,5 % sur 12 ans)	3 860 €
Electricité, maintenance	200 €
Main d'œuvre (50 heures/an)	635 €
TOTAL	4 695 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	5,27 €/m³

Installations existantes et visitées :

De nombreuses installations ont été mises en place par les Ateliers d'Occitanie, plus d'une cinquantaine depuis 1994-1996.

Nous avons visité une exploitation à Pers-Jussy en Haute-Savoie qui traitait ses eaux blanches (uniquement) à l'aide de ce procédé (voir photos ci-jointes).



Système SBR enterré et réalisation du test à l'éprouvette

Selon la discussion engagée avec M. ROGUET et M. FOLLIET de la Chambre d'Agriculture de la Haute-Savoie, nous avons pu récolter les éléments suivants :

L'oxygénation est menée durant 16 h par jour, en trois phase : 7h/12 h, 13h/15h, 18h/1h du matin. C'est alors qu'à lieu la phase de décantation, puis la vidange du surnageant vers le ruisseau.

Le pompage des boues produites s'effectue 3 fois par an. 4 m³ sont extraits à chaque fois, soit 12 m³ par an.

L'éleveur est tout à fait satisfait du fonctionnement, tant sur le point technique (épuration à 99 %) que sur le bilan financier.

Le coût global du système SBR a coûté 20 000 € tout compris. Le coût de fonctionnement se limite au changement de deux disques en 6 ans (30 €/disque), et aux dépenses électriques 5 à 600 €/an. Actuellement, le constructeur remplace le moteur de 2,2 kW qui s'avèrent surdimensionné par un nouveau de 0,75 kW. Ce qui se traduit par une dépense énergétique qui se limitera à 100 €/par an.

Ce système est adapté aux conditions climatiques du bassin versant de la Haute-Dordogne. Il traite les eaux blanches ou le mélange eaux blanches + lactosérum.

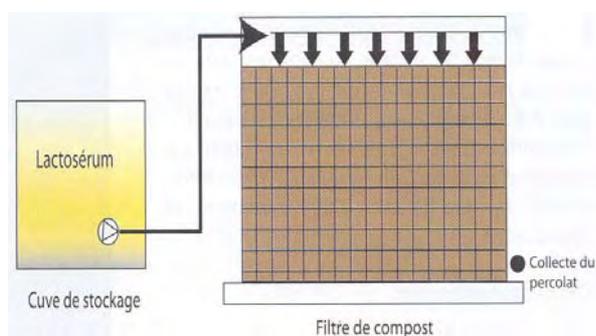
Il prend peu de place et un rejet des eaux traitées dans un cours peut s'effectuer (niveau de rejet D4 – circulaire du 17 février 1997).

5. Filtre biologique avec compost

Ce procédé repose sur la filtration biologique de l'effluent par un tas de compost, ensemencé de lombrics, selon deux principes : une évaporation partielle de la phase liquide et une dégradation aérobie de la charge organique. Seul le lactosérum est traité par ce procédé. Les eaux blanches, du fait de la présence de détergents, risqueraient de compromettre l'activité biologique du filtre, et en raison des volumes importants contribueraient à saturer le support en eau.

Jusqu'à maintenant ce procédé n'a été employé qu'en période d'alpage et n'a fait l'objet d'aucune expérimentation en période hivernale sur un cycle complet de production. Les recommandations listées ci-après doivent donc être prises avec précaution et méritent d'être confirmées par des suivis complémentaires (Dollé, 2004).

Fonctionnement :

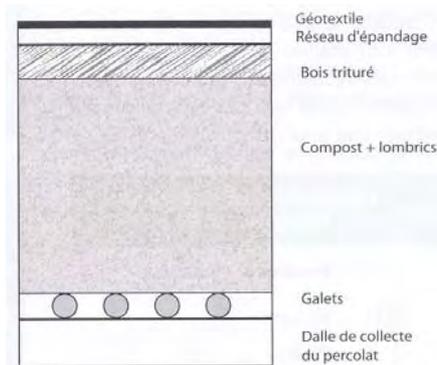


Le lactosérum est préalablement stocké en cuve (volume correspondant à la production journalière de lactosérum). Le volume journalier est ensuite épandu par intermittence sur le filtre biologique durant un cycle de 24 heures. Le dispositif est installé sur une dalle bétonnée ou sur une géomembrane pour la collecte du percolat.

Le filtre est constitué en partie basse de galets (20 cm) assurant le drainage. En partie intermédiaire, sur une hauteur de 1 mètre est disposé le compost de déchets verts finement broyés (granulométrie 10 mm) ensemencé de lombrics de fumier (*Eisenia Foetida*). L'action des lombrics est principalement mécanique, contribuant à l'aération et au mélange du support.

Les parois du filtre sont réalisées avec des treillis soudés placés verticalement. Le réseau d'épandage à la surface du filtre est mis en place au sein d'une strate de bois trituré (15 cm) pour éviter le colmatage et faciliter l'aération.

L'ensemble (partie supérieure et côtés) est couvert d'un bidum ou géotextile pour lutter contre la prolifération de mouches et moucheron.



Le filtre supporte une charge hydraulique de 20 L/m²/jour en période de pic de lactation soit de l'ordre de 1,4 kg DCO/m²/jour, pour des installations à fonctionnement saisonnier.

Les limites de fonctionnement et avantages :

D'après les mesures réalisées sur les deux sites pilotes installés en Suisse (Centre de recherche SESA) et pour une utilisation saisonnière, 1/3 du lactosérum percole au travers du compost et 2/3 sont absorbés, évaporés ou consommés par les vers.

Ces données corroborent les résultats de l'étude menée par le Syndicat des Alpagistes de Savoie selon laquelle le passage par le filtre est à l'origine d'un abattement en volume de 55 à 70 %. Les rendements sont satisfaisants compte tenu des caractéristiques de l'effluent en entrée.

Inconvénients	Avantages
Pas de rejet direct dans le milieu. Les caractéristiques du percolat sont voisines de celles des eaux blanches (DCO entre 3 et 10 g/l). Ce jus doit ainsi faire l'objet d'un traitement complémentaire.	Rendement épuratoire de 80 à 95 % sur la DCO, 90 % sur N et 92 % sur P.
Les sites pilotes ne fonctionnent que 6 mois dans l'année, des essais en période hivernale sont en cours de validation.	Peu coûteux en investissement (mais il reste à prendre en compte le traitement complémentaire – épandage, SBR...).
	Facile à mettre en place en auto-construction.
	Peu d'entretien.

Le compost est remplacé lorsque le support est saturé (stagnation en surface, absence de percolation), ce qui reste relativement simple à mettre en œuvre.

Le percolat à la sortie peut rejoindre les eaux blanches, qui peuvent être ensuite traitées par un procédé d'épandage gravitaire.

Le percolat doit s'écouler facilement pour éviter un engorgement du compost.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement :

Les investissements se rapportent à l'achat d'une cuve de stockage, d'une pompe et de canalisations. A cela, s'ajoutent la réalisation d'une structure étanche (dalle, géomembrane) pour la collecte de l'effluent, l'achat et la mise en place du filtre de compost maintenue par une armature en treillis soudé.

Le coût de fonctionnement est négligeable (électricité négligeable pour la pompe).

A ce coût, il faudrait y ajouter le coût d'un traitement secondaire, en y associant les eaux blanches.

Exploitation de 15 VL – Production de 340 L/jour de lactosérum ou 24 kg de DCO/jour (volume total 70 m³) – Surface du filtre de 17 m²

INVESTISSEMENT	
Cuve de collecte de 1 m ³	800 €
Dalle et divers	1 350 €
Pompe et canalisations	1 000 €
TOTAL	3 150 € HT

FONCTIONNEMENT	
Amortissement sur 5 ans	630 €
Main d'œuvre (20 heures/6 mois)	255 €
TOTAL	885 € HT
Coût/m³ d'effluent traité	12,64 €/m³

Installations existantes :

Plusieurs sites ont fait l'objet d'expérimentation :

- un premier site dans les Alpes à Pra Cornet pour la période des alpages (15 mai au 10 octobre) de 22 m², recevant 750-800 litres de lactosérum par jour, soit une charge de 2 180 g de DCO/m². Le coût du matériel se montait à 1400 à 2000 €
- 2^{ème} site dans la vallée de Joux (Jura Suisse), installation en 2002, il y a deux unités de 50 m² chacune pour un volume journalier 2 000 L (durée d'utilisation 3 mois sur une année). 1/3 de l'effluent percole et est renvoyé vers la fosse de stockage centrale. La charge reçue est de 1200 g de DCO/m². Le coût de l'installation se monte à 18 500 € car le compost a été amené par une entreprise particulière (100 m³ de compost à 900 kg/m³).
- Un troisième site a été mis en place en août 2002 (fonctionnement durant 1 mois), puis pendant la saison 2003 (fonctionnement sur 95 jours), à Granier en Savoie (site de Plan Pichu). Le filtre mis en place avait une surface de 60 m², avec une surface effective arrosée de 45 m², recevant 1 200 litres de lactosérum écrémé par jour, s'infiltrant sur 1 m de compost (charge volumique de pointe de 1,6 kg DCO/m²/j). Les coûts de l'installation, réalisée en partie en auto-construction, se sont montés à 19 400 €HT. Les rendements épuratoires en terme de charge sont élevés : 97 % sur la DCO, 98 % sur la DBO et 96 % sur l'azote kjeldhal (perte de 60 % en terme de volume).

Ce système reste à adapter et à valider. Son utilisation restera a priori cantonnée à la période estivale et pour des unités petites à moyennes. L'effluent doit être ensuite traité (caractéristiques d'une eau blanche).

Sous réserve d'une validation, ce système est adapté au territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne

J. LE TRAITEMENT COLLECTIF DU LACTOSERUM : LA METHANISATION

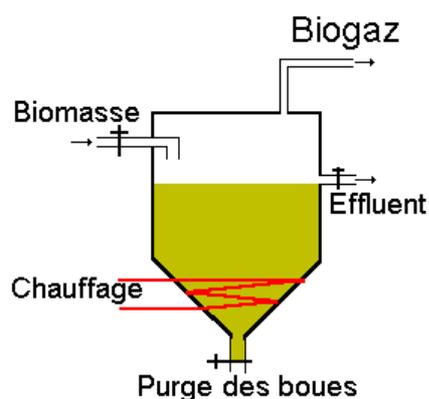
La méthanisation résulte d'un processus naturel : c'est une fermentation anaérobie (en absence d'oxygène) des matières organiques productrices, entre autres, de méthane. Ce traitement permet une dépollution des matières traitées (stabilisation et hygiénisation partielle), et une désodorisation qui est un atout important dans le cas de traitement des effluents venant des élevages.

Sous peine de certaine adaptation, ce procédé peut digérer les eaux blanches, le lactosérum, le lisier et les eaux usées domestiques.

Dans le réacteur, la dégradation de la matière organique produit un biogaz, mélange de méthane (CH_4) combustible, de gaz carbonique (CO_2) inerte et plus ou moins d'hydrogène sulfuré (H_2S) et de vapeur d'eau. Les proportions dépendent des déchets traités :

- CH_4 de 50 à 90%
- CO_2 de 10 à 40%
- H_2S de 0,0 à 0,1%

Les réacteurs utilisent généralement la technologie UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, flux ascensionnel dans un lit de boues anaérobies). Cette technologie a l'avantage de produire des boues qui décantent très rapidement, ce qui permet de réaliser des installations très compactes avec des démarrages rapides des réacteurs.



Le cœur du dispositif est le digesteur : c'est une cuve étanche, chauffée et brassée qui constitue le réacteur dans laquelle la matière à traiter est introduite de manière soit continue soit discontinue. Outre la cuve de fermentation l'installation comprend une régulation de température et un dispositif de stockage du gaz.

Les effluents sont tout d'abord regroupés dans un bassin tampon, puis transitent par un bac d'élimination des graisses et matières en suspension, avant d'aboutir au réacteur. Celui-ci élimine la majeure partie de la pollution en produisant du biogaz et en générant très peu de boues.

Un apport régulier de soude est effectué à l'entrée du méthanisateur en fonction du pH (le pH optimal étant de 6).

L'effluent en sortie du réacteur est généralement orienté vers un bassin de réoxygénation puis dans un décanteur avec rejet par tranchée filtrante.

Le biogaz produit peut être utilisé de différentes façons :

- production de chaleur (brûlage dans une chaudière),
- production d'électricité (avec ou sans cogénération de chaleur) : cette valorisation est réalisée via des moteurs à combustion interne ou via des micro-turbines.

Les limites de fonctionnement et avantages :

Inconvénients	Avantages
Nécessite un traitement de finition	Faible production de boues (30 g de MS/ kg de DCO éliminée)
Ne peut s'envisager que pour des grosses exploitations ou en collectif (exploitations groupées dans un rayon de moins de 2 à 3 km).	Démarrage rapide et souplesse de fonctionnement
Coût d'investissement important	Production d'énergie qui peut être utilisée

Exemples de sites existants :

- Exploitation de M. et Mme Claudepierre à Mignéville en Lorraine :

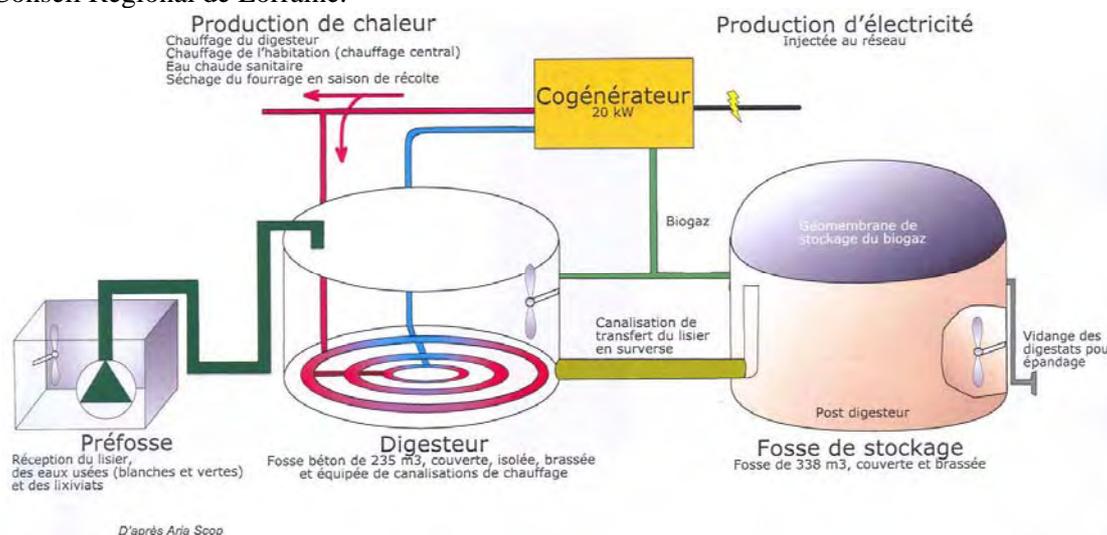
Dans le cadre de la mise aux normes de ses bâtiments d'élevage, cette exploitation laitière a intégré une unité de méthanisation de ses effluents (lisier, fumier, eaux blanches et eaux usées) en valorisant, par cogénération, le biogaz produit. Cette installation a été mise en service en octobre 2003.

Production annuelle de 1 200 m³ de lisier, 500 t de fumier, eaux blanches, eaux vertes et eaux usées domestiques.

Le digestat est stocké dans une fosse, pour être ensuite épandu.

Le cogénérateur qui fonctionne une partie du temps avec du propane fournit de l'électricité vendu à EDF et de la chaleur utilisée pour la maison d'habitation (36%), laiterie (6 %), le digesteur (57%) et le séchoir à foin (1%).

Les investissements se sont montés à 125 000 €, avec 34 400 € de subvention de la part de l'Ademe et du Conseil Régional de Lorraine.



- l'Abbaye de Tamié en Savoie : (visite au mois de juillet 2005)

Cette abbaye collecte 1,3 à 1,5 millions de litres de lait par an auprès d'élevages aux alentours (elle ne possède pas d'animaux). Ce lait est transformé en fromages, avec une production annuelle de 1 000 m³ de lactosérum.

Suite à l'arrêt d'une collecte organisée par une laiterie (coût de transport trop élevé et valorisation en baisse), l'abbaye a dû trouver une solution de traitement de ces effluents (pas de surface d'épandage, ni d'animaux).

C'est ainsi qu'après des essais, l'entreprise VOR Environnement a mis en place une installation de méthanisation, traitant les eaux blanches (8 m³/jour à 2-3 g de DCO/L) et le lactosérum (4 m³/jour à 60 g de DCO/L), soit une moyenne de 12 m³/jour à 22 g de DCO/L (2 500 EH).

Les effluents arrivent gravitairement dans un dégrilleur, puis transitent dans un bassin tampon (permet d'étaler les flux de pointe) qui alimente un poste d'aérofloculation, permettant d'éliminer les graisses et les matières en suspension. Un poste de relevage alimente le réacteur.

Celui-ci fait 43 m³, il a étéensemencé par une flore bactérienne anaérobie à sa mise en route.

L'effluent à la sortie du réacteur fait 1 g de DCO/L, et sort à 0,7 g/L à la sortie du décanteur, suite à une oxygénation.

L'unité produit 30 m³ de boues par an, 125 m³ de biogaz par jour. Celui-ci est orienté vers une chaudière à gaz qui chauffe de l'eau à 80 °C et la stocke dans des ballons. L'installation couvre largement les besoins en eau chaude de la communauté (50 équivalents habitants) et les besoins de la fromagerie.

Investissement : 253 000 € avec 55 % de subventions de la part des conseils régional et général, l'Ademe et l'Agence de l'Eau (soit après subvention 37,95 €/m³ d'effluent traité).

Photo de la France Agricole n°3089 du 17 juin 2005



Les investissements sont importants et ne peuvent être supportés que s'ils sont largement subventionnés. Sachant de plus que les issus de la méthanisation ne peuvent être rejetés dans le milieu

naturel sans un traitement complémentaire, comme à l'abbaye de TAMIE (voir exemple ci-dessous). De plus, la méthanisation ne peut s'envisager que dans le cas où le gaz produit est utilisé. Or, les élevages bovins ne sont pas gourmands en chauffage et il faut alors se tourner vers le chauffage de la laiterie et de la maison d'habitation.

Dans le cas d'un semi-collectif, le gaz doit pouvoir être utilisé par l'un des apporteurs ou une collectivité (chauffage d'une école, de logements communaux, etc.).

Compte tenu de leurs coûts, les projets de méthanisation ne doivent être abordés que dans le cadre de recherches d'énergie nouvelle en partenariat avec EDF. Il dispose en effet, de fonds de développement sur les énergies renouvelables et pourrait être intéressé pour mettre en œuvre un prototype de démonstration.

Les éleveurs ne doivent pas s'embarquer seul sur ce type de traitement qui constitue une véritable aventure. Depuis plus de trente ans, cette technique émerge au gré des modes et de l'évolution du coût de l'énergie. Les exploitations ne peuvent hypothéquer leur revenu à partir de deux bases mouvantes sur lesquelles, ils n'ont aucune prise, à moins comme à une époque, d'être complètement subventionné. La méthanisation ne constitue en rien une solution alternative, cette dernière n'étant compétitive qu'à partir d'artéfacts.

Les installations existantes sont généralement des installations à titre expérimental et ont bénéficié d'aides de 30 à 50 % du montant investi.

Ce système ne paraît pas adapté au territoire de la Haute-Dordogne.

K. CONCLUSION SUR LES SYTEMES DE TRAITEMENT ET DE VALORISATION DES EFFLUENTS

Dans une première recherche sur les systèmes de traitement et de valorisation des effluents, le nombre de systèmes est assez important, surtout lorsque qu'aucune contrainte précise issue d'un contexte particulier, n'est mise en avant.

Or, il a déjà été signalé que le territoire du contrat de rivière Haute-Dordogne se trouve dans un contexte particulier de moyenne montagne (entre 700 et 1200 m d'altitude). La période hivernale est donc de six mois durant laquelle les précipitations de pluie et de neige peuvent être très abondantes et le froid intense.

Des problèmes de pente et de place peuvent être rencontrés pour certaines exploitations, ces critères ont été aussi retenus.

Nous avons donc effectué le choix des systèmes de traitement suivant ces contraintes. Le résultat est le suivant :

TYPE DE TRAITEMENTS	APTITUDE	COMMENTAIRES
Filtres plantés de roseaux	Oui, si	Altitude inférieure à 600 à 700 m. Convient à de petites et moyennes exploitations, avec une possibilité d'auto-construction.
Fossés lagunants	Non	Ouvrages à ciel ouvert qui s'adaptent mal en zone de montagne. Demande un terrain plat argileux. Rendement faible en période froide.
Filtre à sable enterré	Oui, si	Pour des petites surfaces, la difficulté d'alimentation des massifs en hiver par grand froid ou lorsqu'ils sont couverts de neige, peut être résolue par une couche de panneaux isolants. Des conditions d'implantation devront être respectées par rapport à des remontées possibles de nappes (drainage périphérique).
Station de traitement OXYVOR	Oui	Ouvrages enterrés. Peu de références. Mais avenir non assuré car le constructeur est en redressement judiciaire.
Epandage gravitaire sur prairie avec tuyaux perforés	Oui uniquement en période estivale	Difficultés hors épandage sur terrain plat et dégagé. Déplacement du tuyau tous les 5/10 jours. Ne convient pas aux périodes hivernales.
Epandage sur parcelles plantées de saules – procédé BIONIS	Non	Pour des structures de grande taille. Cuves de grandes capacités (stockage plus de trois mois). Très coûteux. Manque de références. Validation complémentaire nécessaire.
Cultures bactériennes fixées sur pouzzolane	Non	Procédé à exclure en zone froide (faible rendement). Problème d'engorgement. Système d'arrosage inopérant en période de gel et de neige.
Station de traitement SBR	Oui	Ouvrages enterrés. Niveau de rejet excellent (D4). Très bonnes références. Recul de fonctionnement de plus de 6 ans.
Filtre biologique avec compost	Non	Fonctionnement en période estivale. Pas de validation l'hiver. Rendements épurateurs aléatoires. Manque de références. Validation complémentaire nécessaire.
Méthanisation	Non	Pour des structures de grande taille. Très coûteux. A n'envisager que dans le cadre de partenariat privilégié.

Ainsi, sur les neuf systèmes de traitements analysés, quatre seulement peuvent répondre aux attentes des producteurs fermiers en matière de traitement des eaux blanches et/ou lactosérum.

Le traitement SBR, distribué par les Ateliers d'Occitanie, peut s'adapter à toutes les situations. Il dispose, de plus, de nombreuses références. Il reste le système préconisé dans le cadre de cette étude. Pour des petits ateliers, le système de filtre à sable enterré peut être intéressant puisqu'il peut s'envisager en auto-construction, en sachant que les préconisations techniques doivent être rigoureusement appliquées (granulométrie des matériaux, épaisseur de chaque couche, système d'alimentation adapté...).

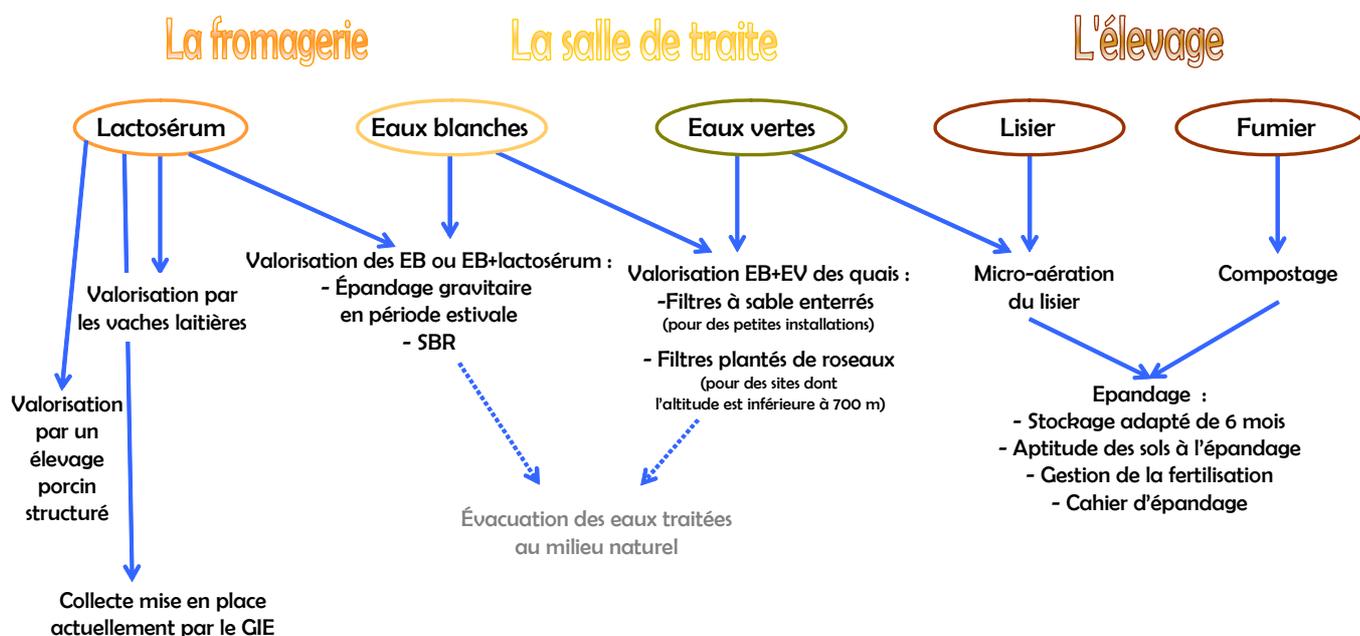
Les systèmes de traitement des eaux blanches s'adaptent au traitement des eaux usées domestiques, sans augmentation du volume du réacteur, ce qui est non négligeable puisque de nombreuses étables se trouvent à proximité de l'habitation des exploitants et que celle-ci ne bénéficie pas dans la majorité des cas de système adapté d'assainissement autonome (fosse toutes eaux suivie d'un système d'épandage adapté à la nature du sol).

Cette gestion globale d'eaux usées sort un peu du cadre strictement de l'étude, mais participe globalement à la reconquête de la qualité des eaux, objectif principal du contrat de rivière Haute-Dordogne.

Le raccordement potentiel des eaux usées domestiques devra donc être évoqué avec le producteur dans le cadre de la mise en place d'un système de traitement des eaux blanches. Son emplacement devra donc prendre en compte ce paramètre.

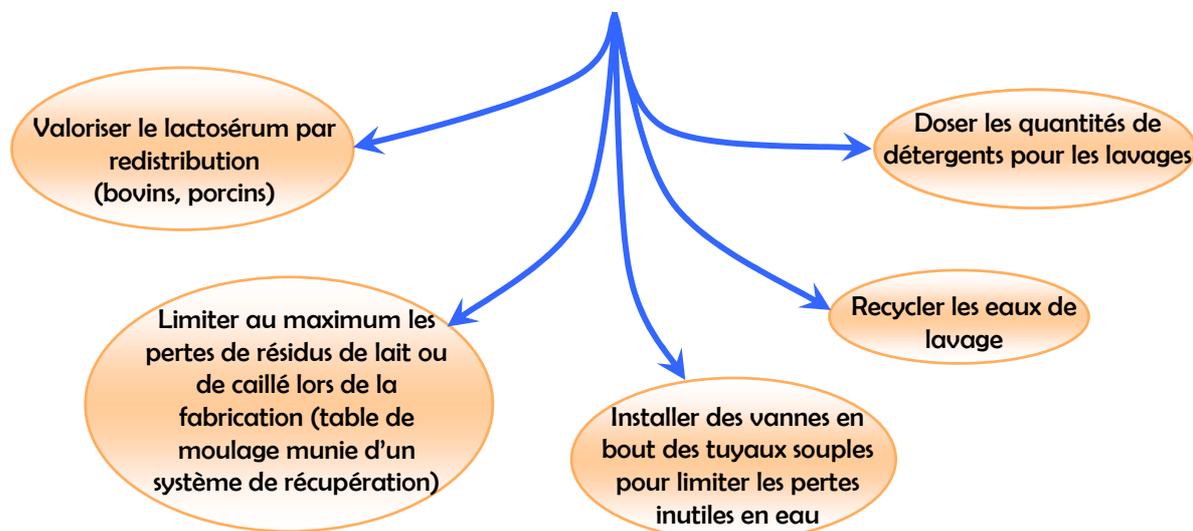
L'ensemble des traitements proposés pour les différents effluents produits sur la zone d'étude du bassin versant de la Haute-Dordogne peut être résumé dans le schéma ci-joint :

Les effluents produits et les systèmes de valorisation et de traitement adaptés au territoire du bassin versant de la Haute-Dordogne



De plus, nous rappelons les principes essentiels d'une gestion adaptée des effluents de la fromagerie, par le schéma ci-joint :

Conseils pour une gestion adaptée des effluents de la fromagerie



Source : Chambre d'Agriculture de la Haute-Savoie

VIII. CONCLUSION DE LA PHASE 1



Dans le cadre de cette étude sur la gestion des effluents agricoles chez les producteurs fromagers sur le territoire du contrat de rivière de la Haute-Dordogne, 161 producteurs de fromages fermiers ont été recensés.

116 producteurs, soit 72 % des exploitations, ont été visités et 11 questionnaires complétés ont été reçus par courriers. Les données développées précédemment portent ainsi sur 79 % des producteurs de la zone d'étude. Les différents chiffres et profils obtenus sont ainsi très fiables et transcrivent la réalité du terrain.

Les différentes observations réalisées lors de la phase terrain indiquent que le système d'exploitation présent chez les producteurs fermiers est des plus sécuritaires sur le plan environnemental. En effet, la liaison étroite d'une production laitière à la seule capacité de production du sol pour garantir une ration alimentaire de base presque exclusivement constituée d'herbe ou de foin, en fait un système extensif recouvrant maints avantages. Outre le fait qu'il participe activement à l'utilisation du sol et donc à son entretien, il maintient le niveau de pression azotée autour de 76 kg/ha de SAU d'azote organique ce qui est un niveau extrêmement faible. Et encore faut-il indiquer que ce chiffre correspond à la pression moyenne relevée sur l'ensemble de la zone, toutes productions animales confondues.

La surface potentiellement épandable disponible (estimée à 75 % de la SAU) est encore nettement suffisante pour valoriser l'ensemble des effluents.

Dans un tel contexte et en dehors d'accident, si l'utilisation agronomique des effluents était optimisée, la production bovine ne pourrait en aucun cas être la source de pollution du milieu naturel.

Si elle l'est aujourd'hui, c'est que la grande majorité des éleveurs qui produisent du lisier (plus de 80 %) ne dispose pas des capacités de stockage suffisantes à une bonne utilisation agronomique.

Le second constat est que la production fermière dispose d'un potentiel de jeunes éleveurs qui laisse à penser que l'avenir de ce système de production est assuré. Leur présence insuffle une dynamique qui s'affiche au travers d'un foisonnement de projets (un quart des producteurs visités avait un projet à plus ou moins long terme), ce qui est devenu rare, aujourd'hui, en agriculture.

Ces producteurs ont besoin d'un accompagnement technique et financier, plus important de la part des différents partenaires, pour définir leur projet et les aider à en supporter le coût.

En effet, si leur système de production est sécuritaire d'un point de vue environnemental, il est cependant plus coûteux que dans d'autres régions en terme de logement des animaux et de stockage. Ceci provient du fait que le potentiel de production plus limité implique de loger près du double de vaches pour produire le même quota. Le reste suit, en particulier, en terme de quantités d'effluents.

Il faut alors veiller de près à ce que ces surcoûts ne dissuadent pas ces éleveurs d'entreprendre une modernisation de leurs installations.

Ainsi pour que des aides soient efficaces, elles doivent être attribuées dans un cadre précis. Celui-ci comporte : une pré-étude d'adaptabilité, des prescriptions définies par système en fonction de l'ampleur du projet, d'une forte incitation à l'autoconsommation ou à l'enlèvement du lactosérum et au traitement spécifique des eaux blanches réalisées simultanément à la construction du bâtiment. Sans oublier un plan d'épandage comportant une aptitude des sols à l'épandage et des documents de suivi.

Le lactosérum, actuellement, ne ressort pas d'emblée comme une problématique urgente, sachant qu'entre la consommation sur l'exploitation par les animaux (bovins ou porcs), et le ramassage par le GIE, 96 % des producteurs diagnostiqués avaient une solution en main.

La recherche de solutions complémentaires à celles déjà en place, concernant le traitement des effluents d'élevage et de laiterie, lactosérum y compris, nous a montré que des solutions existaient adaptées à chaque type d'effluents.

La collecte mise en place par le GIE a permis de répondre de manière urgente à la problématique du lactosérum. Elle représente une solution efficace, dont la pérennité est fragile.

C'est pourquoi d'autres solutions individuelles doivent constituer un relais, au fur et à mesure que les éleveurs mettent en oeuvre leurs projets.

La valorisation par les bovins apparaît comme une solution simple, efficace, qui trouve une adaptation à chaque type de bâtiment et dont le faible coût est contrebalancé par une diminution non négligeable des dépenses alimentaires.

La consommation du lactosérum par les porcs est largement présente chez les producteurs diagnostiqués mais reste artisanale. Ce système doit passer par la mise en place d'atelier rationnel de petite à moyenne taille permettant un complément de revenu à un exploitant. Il reste tout de même le lisier à gérer dans le cadre d'un plan d'épandage déterminé.

Les eaux blanches, ne possédant pas de valeur fertilisante, doivent être systématiquement dérivées des fosses de stockage qu'elles encombrant, pour être traitées par un système spécifique (SBR, épandage gravitaire ou filtres plantés de roseaux).

Les fosses de stockage existantes débarrassées de ces effluents devraient approcher les 4 mois de stockage, durée minimum réglementaire. Un pas supplémentaire devra être fait pour atteindre les 6 mois de stockage afin de valoriser agronomiquement les effluents d'élevage. L'épandage de lisier au printemps correspond exactement à la période où les besoins des prairies sont importants. Ces apports remplacent en partie ou complètement une fertilisation par engrais minéraux.

Le compostage du fumier permet une gestion intéressante du fumier, surtout dans le cadre d'une fabrication de fromages à pâte crue, puisque ce traitement permet l'obtention d'un produit hygiénisé.

Il reste dans la deuxième phase à établir les scénarios de traitement et de valorisation, adaptés à la situation géographique et aux différents profils d'exploitation, définis précédemment.

7 profils ont été dressés, correspondant à des types de bâtiments différents, les critères environnementaux et de sensibilité du milieu naturel constituant une base commune et caractérisant le territoire d'étude.

Ces scénarios permettront de définir une enveloppe globale pour une mise aux normes de l'ensemble des producteurs fromagers recensés sur la zone du contrat de rivière de la Haute-Dordogne.