

## 6.4 - Synthèse des caractéristiques physico-chimiques des sols

---

Les différents résultats des analyses de sol sur le domaine skiable ont été synthétisés sur le tableau page suivante. Elles ont été réalisées à l'état T0 avant tout épandage, permettant de définir une « parcelle » de référence.

La liste des secteurs de pistes analysés est :

| DOMAINE SKIABLE | NOM DES PISTES          |
|-----------------|-------------------------|
| La Norma        | Piste Arlette           |
|                 | Piste Forêt             |
| Aussois         | Piste Fournache         |
|                 | Piste Chouillère amont  |
| Valfréjus       | Piste Brévenières « S » |
|                 | Piste Brévenières aval  |
|                 | Piste Stade (amont)     |
|                 | Piste Crête             |

Les résultats sont très hétérogènes suivant le secteur concerné et l'état du sol au moment du prélèvement (plus ou moins riche en matière organique et éléments fertilisants). Le caractère non agricole des sols (pas de culture en place chaque année) ne nécessite pas une analyse poussée des besoins du sol par rapport aux besoins de la culture et des exportations. Dans la majorité des cas, le taux de matière organique est moyen à faible ainsi que les teneurs en potasse et phosphore.

Un épandage de compost de boues peut permettre de traiter en partie ces carences.

|                                                                                                          |                         |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Station d'épuration de :                                                                                 | SICM Modane Saint André | Année : 2009 |
| Suivi analytique des sols : éléments traces métalliques (mg/kg MS) et caractéristiques physico-chimiques |                         |              |

|                         |                      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |             |        |         |     |             |           |                 |           |               |    |    |    |    |   |            |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------|----------------------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|-------------|--------|---------|-----|-------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|----|----|----|----|---|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Norme (valeurs limites) |                      |      |      |    |    |    |    |    |    |    | en mg/kg MS |        |         |     |             |           |                 |           | Granulométrie |    |    |    |    |   |            |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                         |                      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |             |        |         |     |             |           |                 |           | en %          |    |    |    |    |   |            |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Commune, lieu dit       | Epandages de compost | ilôt | Date | Cd | Cr | Cu | Ni | Pb | Zn | Hg | pH eau      | pH KCl | MO g/kg | C/N | Calc. Tot ‰ | CaO mg/kg | P2O5 J.H. mg/kg | K2O mg/kg | MgO mg/kg     | Sg | Sf | Lg | Lf | A | CEC meq/kg |  |  |  |  |  |  |  |  |

Piste de ski d' Aussois

|                         |        |  |               |     |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |  |       |    |    |     |      |      |      |      |      |    |
|-------------------------|--------|--|---------------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|--|-------|----|----|-----|------|------|------|------|------|----|
| Piste Fournache         | Etat 0 |  | juil-08       | 0,2 | 3,4 | 3,0  | 2,3  | 8,3  | 7,9  | 0,02 | 7   | 6,3 | 20,5 | 12,4 |  | 1218  | 19 | 26 | 92  | 36,1 | 8,7  | 18,7 | 29,4 | 5    | 56 |
|                         |        |  | % val. limite | 10% | 2%  | 3%   | 5%   | 8%   | 3%   | 2%   |     |     |      |      |  |       |    |    |     |      |      |      |      |      |    |
| Piste Chouillière Amont | Etat 0 |  | juil-08       | 0,6 | 9,6 | 21,1 | 16,7 | 11,3 | 42,7 | 0,02 | 8,6 | 8,4 | 32,9 | 11,6 |  | 10237 | 34 | 53 | 247 | 20,7 | 22,7 | 14,8 | 28,1 | 10,4 | 91 |
|                         |        |  | % val. limite | 30% | 6%  | 21%  | 33%  | 11%  | 14%  | 2%   |     |     |      |      |  |       |    |    |     |      |      |      |      |      |    |

Piste de ski de La Norma

|               |        |   |               |       |      |      |      |      |      |        |     |     |      |      |  |      |    |    |    |      |      |      |      |     |    |
|---------------|--------|---|---------------|-------|------|------|------|------|------|--------|-----|-----|------|------|--|------|----|----|----|------|------|------|------|-----|----|
| Piste Arlette | Etat 0 |   | sept-08       | < 0,5 | 33,7 | 57,9 | 51,8 | 18,9 | 89,0 | < 0,02 | 8,3 | 7,9 | 25   | 13,8 |  | 5196 | 35 | 26 | 48 | 39,3 | 27,5 | 10,3 | 16,7 | 3,7 | 53 |
|               |        |   | % val. limite | 25%   | 22%  | 58%  | 104% | 19%  | 30%  | 2%     |     |     |      |      |  |      |    |    |    |      |      |      |      |     |    |
| Piste Forêt   | Etat 0 | - | sept-08       | < 0,5 | 26   | 48,8 | 48,8 | 12,9 | 58   | 0,040  | 8,6 | 8,5 | 18,7 | 25,9 |  | 8866 | 4  | 29 | 72 | 46,1 | 16,5 | 10,6 | 17,1 | 7,8 | 68 |
|               |        |   | % val. limite | 25%   | 17%  | 49%  | 98%  | 13%  | 19%  | 4%     |     |     |      |      |  |      |    |    |    |      |      |      |      |     |    |

Piste de ski de Valfréjus

|                         |        |   |               |       |     |      |      |      |     |       |     |     |      |      |  |      |    |    |     |      |      |      |      |      |    |
|-------------------------|--------|---|---------------|-------|-----|------|------|------|-----|-------|-----|-----|------|------|--|------|----|----|-----|------|------|------|------|------|----|
| Piste Brévenières « S » | Etat 0 | - | nov-08        | < 0,8 | 15  | 24,2 | 26,4 | 11,0 | 39  | 0,050 | 8,8 | 8,7 | 7,6  | 17,6 |  | 9244 | 5  | 9  | 109 | 48,2 | 12,9 | 12,5 | 17,4 | 8,2  | 58 |
|                         |        |   | % val. limite | 38%   | 10% | 24%  | 53%  | 11%  | 13% | 5%    |     |     |      |      |  |      |    |    |     |      |      |      |      |      |    |
| Piste Brévenières aval  | Etat 0 | - | oct-08        | < 0,5 | 28  | 46,9 | 56,2 | 14,9 | 62  | 0,060 | 8,4 | 8,3 | 10,5 | 10,7 |  | 8022 | 31 | 22 | 67  | 46,9 | 18,4 | 9,9  | 14,0 | 9,6  | 67 |
|                         |        |   | % val. limite | 25%   | 19% | 47%  | 112% | 15%  | 21% | 6%    |     |     |      |      |  |      |    |    |     |      |      |      |      |      |    |
| Piste Stade (amont)     | Etat 0 | - | oct-08        | < 0,5 | 13  | 16,6 | 15,1 | 21,0 | 27  | 0,140 | 8,1 | 7,7 | 25,5 | 19,8 |  | 9180 | 14 | 30 | 340 | 19,8 | 17,6 | 16,2 | 31,1 | 12,7 | 92 |
|                         |        |   | % val. limite | 26%   | 9%  | 17%  | 30%  | 21%  | 9%  | 14%   |     |     |      |      |  |      |    |    |     |      |      |      |      |      |    |
| Piste Crête             | Etat 0 | - | oct-08        | < 0,5 | 43  | 56,3 | 92,1 | 25,7 | 91  | 0,060 | 6,9 | 6,1 | 21,2 | 13,5 |  | 2468 | 27 | 64 | 42  | 33,3 | 24,5 | 14,0 | 15,0 | 11,1 | 87 |
|                         |        |   | % val. limite | 27%   | 29% | 56%  | 184% | 26%  | 30% | 6%    |     |     |      |      |  |      |    |    |     |      |      |      |      |      |    |

#### 6.4.1 - Synthèse des teneurs en éléments traces métalliques

L'arrêté du 8 janvier 1998, fixe des teneurs en métaux dans les sols avant épandage à ne pas dépasser en vue d'un épandage de boues urbaines.

Les teneurs en ETM ont été mesurées sur les 8 points de prélèvement précédents. On constate que les teneurs en métaux observées dans ces sols sont dans la majorité des cas inférieures à la norme. Le nickel et le cuivre sont les éléments avec les teneurs les plus élevées (58 % à 112 % de la valeur limite). Deux points de prélèvement dépassent la teneur en nickel de 50 mg/kg avec respectivement 51,8 et 56,2.

Il faut noter que de fortes teneurs en nickel, parfois bien supérieures à la valeur limite réglementaire, sont couramment observées dans le grand Est de la France, notamment dans les sols argileux et calcaires. Des études ont montré que ce nickel d'origine naturelle a une faible mobilité dans le sol et que des teneurs élevées n'avaient pas d'influences néfastes sur la vie biologique du sol et la qualité des cultures. De plus, il a été démontré que l'apport de boues sur ces terrains ne provoquait pas d'enrichissement de la plante en cet élément (INRA - ADEME - Chambre d'agriculture de l'AIN - Juin 1994).

Par conséquent, 6 parcelles références de pistes de ski sont aptes à l'épandage du point de vue de leurs teneurs en éléments traces métalliques. Compte tenu du faible dépassement des teneurs en nickel et sous réserve de validation de cette valeur, l'impact de la roche mère est certainement responsable de cette teneur naturelle dans le sol. Tout épandage sur ces parcelles de référence devra nécessiter une nouvelle analyse de sol et une validation de l'administration de contrôle.

#### 6.4.2 - Le pH des sols

Pour une utilisation sur des parcelles à vocation agricole, les boues ne doivent pas être épandues sur des sols dont le pH avant épandage est inférieur à 6, sauf lorsque les trois conditions suivantes sont simultanément remplies :

- le pH est supérieur à 5,
- les boues ont reçu un traitement à la chaux,
- le flux maximum des éléments apportés aux sols est inférieur aux valeurs présentées au tableau 3 de l'annexe de l'arrêté du 08/01/1998.

En effet, un pH bas a tendance à favoriser la mobilité des éléments-traces métalliques et donc les possibilités d'absorption par les plantes, même si ce phénomène reste très faible (seulement 1% des ETM apportés par les boues sont susceptibles de migrer dans les plantes).

Les analyses réalisées sur les domaines skiables ne présentent aucune analyse de sol avec un *pH compris entre 5 et 6*. **Toutes les analyses réalisées sur les pistes de référence ont un pH supérieur ou égal à 6,9.**

En tout état de cause, il devra être réalisé régulièrement des analyses de sol avec vérification du pH avant épandage afin de valider ou non la zone concernée : ceci même si l'aptitude de la section est de classe 1 (vert) : épandage autorisé.

## **6.5 - Conclusion : possibilités d'épandage sur les pistes ski des domaines skiables : Valfréjus, Aussois et La Norma**

---

### **6.5.1 - Les différentes classes d'aptitude à l'épandage**

On distingue deux niveaux de critères d'évaluation de l'aptitude à l'épandage :

- **les critères stables**

- les caractéristiques naturelles du sol : texture, profondeur, pierrosité, dynamique de circulation de l'eau (sol sain ou hydro morphe...), richesse en matière organique... ;
- la position du site d'épandage dans l'espace : pente, distance vis-à-vis des zones sensibles (cours d'eau, habitations, captages d'eau potable...), accessibilité ;
- les facteurs hydrogéologiques.

- **les critères évolutifs,**

- la nature de la matière organique épandue,
- la nature du couvert végétal, les délais réglementaires,
- la météorologie : protection des sols et des eaux superficielles, cadre réglementaire correspondant ;
- niveau réglementaire en métaux lourds dans les sols.
- l'exploitation agricole concernée sur la zone à traiter.

La synthèse des différents critères stables traduit des contraintes qui permettent de donner une aptitude à l'épandage (pour un type de boue donné : compost dans notre cas de figure) en 4 classes :

• **Classe 1 (vert) : Epandage possible**

- épandage de compost de boues possible en respectant les règles agronomiques et en s'assurant que le pH du sol est supérieur à 5.

• **Classe 2 (orange) : Epandage sous conditions, par exemple**

- en imposant une technique de mise en œuvre du compost (création de cunettes de récupération des eaux de ruissellement, mélange sol-compost) sur les secteurs sensibles,
- en limitant les doses d'épandage,
- en limitant les périodes d'épandage,
- en réduisant le nombre d'apports sur 10 ans (fréquence d'épandage)

• **Classe 3 (rouge) Epandage interdit, par exemple pour cause :**

- de milieu récepteur trop sensible : cours d'eau à proximité, périmètres de protection immédiat ou rapproché ou bassin versant d'une ressource en eau, absence de sol,
- de risques de lessivage trop élevés.

• **Classe 4 (jaune) Epandage sans intérêt : chemin, route, etc...**

Concernant les distances de retrait par rapport aux cours d'eau et aux sources non captées, un avis d'expertise a été donné sur l'aptitude à l'épandage. Le classement en 1 - 2 ou 3 dépend notamment de la configuration du terrain et de la pente. Par conséquent, sur des secteurs situés à l'aval, une distance de retrait de 35 m n'a pas systématiquement été appliquée, de même lorsque la pente est inverse et n'entraîne aucun risque de ruissellement vers la zone humide.

Concernant les contraintes évolutives, comme l'exploitation agricole d'un secteur considéré, celles-ci sont à prendre en compte dans le cadre des prévisionnel annuel d'épandage et du dispositif de surveillance des épandages. C'est le cas pour les surfaces exploitées par la filière AOC Beaufort et pour les exploitants qui refuseront les épandages sur leur terrain.

## 6.5.2 - Synthèse des surfaces disponibles

Le tableau de synthèse ci-dessous présente : la répartition des surfaces selon les quatre classes d'aptitude à l'épandage retenues.

|                                           |                                                               | Surfaces<br>épandables en<br>compost de boues<br>sur les 3 domaines<br>skiabiles exploitées | Surfaces concernées<br>par AOC Beaufort<br>sur les 3 domaines<br>skiabiles exploitées | Surfaces à<br>retenir |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Répartition<br>des surfaces<br>par classe | Classe 1 : Epandage<br>possible                               | 137,8 ha *                                                                                  | 34,32 ha *                                                                            | 103,48 ha *           |
|                                           | Classe 2 : Epandage<br>sous conditions                        | 27,46 ha                                                                                    | 0,1 ha                                                                                | 27,36 ha              |
|                                           | Classe 3 : Interdit à<br>l'épandage de<br>matières organiques | 22,9 ha                                                                                     | 0,84 ha                                                                               | 22,9 ha               |
|                                           | Classe 4 : Epandage<br>sans intérêt                           | 15,62 ha                                                                                    | 2,49 ha                                                                               | 15,62 ha              |

\* Il est considéré que l'épandage des matières organiques sur les zones < 100 m des habitations est réalisé en dehors des périodes d'occupations. Dans le cas contraire, ces surfaces sont considérées comme interdites à l'épandage (hormis pour les boues hygiénisées : essentiellement boues compostées).

Suivant la préparation préalable du terrain, la technique de mise en œuvre du compost, la période et le dosage d'épandage du compost de boues et le critère restrictif considéré, certaines surfaces en "classe 2" peuvent être considérées comme épandables. Les différentes significations des critères restrictifs sont :

- ◆ PPI, PPR, CP : surfaces localisées dans un périmètre de protection immédiate ou rapprochée d'un captage d'eau potable ou dans un bassin versant d'une ressource en eau (captage privée).
- ◆ RP, RT : pente à l'amont du réseau hydrographique : ruisseau Permanent (RP) ou Temporaire (RT). Risque de ruissellement.
- ◆ HP : Hydro. polygone - Proximité d'un plan d'eau, mouillère
- ◆ OBJ : proximité d'une source captée ou non, d'un réservoir

## 7- ETUDE DES FILIERES DE RECYCLAGE DES BOUES

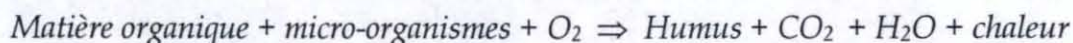
### 7.1- L'épandage de boues compostées

En terme économique, il faut compter entre 20 et 30 € HT/m<sup>3</sup> de compost pour la réalisation de l'épandage avec le transport sur la piste elle même (hors dispositif de surveillance). Suivant l'accessibilité de la piste, sa distance par rapport à la plate forme de compostage et la nécessité ou non d'utiliser un matériel d'épandage spécifique, le coût est variable. La répartition du coût est à définir au cas par cas entre le producteur de compost de boues et l'utilisateur. Il est d'usage sur les domaines skiables qu'au minimum le coût de mise en œuvre du compost reste à la charge de l'utilisateur. Plusieurs prestataires d'épandage peuvent intervenir : entreprises privés spécialisés, CUMA agricole, matériels des collectivités. Il important de sensibiliser et d'intégrer comme partenaire dans la filière (réalisation de l'épandage) les agriculteurs locaux s'ils possèdent le matériel adéquat.

#### 7.1.1- Présentation du compostage

Le compostage est l'opération qui consiste à faire fermenter un produit organique, en présence de l'oxygène de l'air, pour obtenir un amendement riche en humus.

L'équation simplifiée de la réaction est la suivante :



Le compostage s'applique à de nombreux composés organiques sous la condition qu'ils soient fermentescibles et non pollués.

Parmi les matériaux les plus couramment traités par cette technique, on trouve : les déchets verts, les sous-produits de l'industrie du bois (sciures, copeaux, plaquettes), les fumiers agricoles, les résidus de récolte, les boues résiduaire urbaines, la fraction fermentescible des ordures ménagères....

Actuellement le compostage, technique de stabilisation et de valorisation des matières organiques bio fermentescibles, connaît un regain d'intérêt en France en particulier au niveau des déchets verts, des boues résiduaire et des fumiers d'exploitation. Ceci vis-à-vis des nombreux avantages qu'il présente notamment par rapport à un cadre réglementaire favorable.

### 7.1.2- Intérêts et résultats du compostage des boues

Les principaux atouts du compostage sont :

- **la réduction du volume des matières organiques traitées ;**
- **l'amélioration des qualités physiques du déchet :** le compost présente l'aspect d'un terreau dont le stockage, la reprise, la manutention et l'épandage est aisé ;
- **la réduction des risques de pollutions et de nuisances à l'épandage :**
  - produit hygiénisé grâce à l'échauffement du substrat, jusqu'à 70 °C lorsque les fermentations primaires sont bien conduites. Les fortes températures provoquent la destruction de la plupart des micro-organismes potentiellement pathogènes (virus, salmonelles, oeufs d'helminthes, parasites...) ainsi que les graines d'adventices ;
  - produit inodore (odeur de sous bois) qui permet sa mise en œuvre à proximité directe de zones habitées ou fréquentées par des tiers ;
  - faibles risques de transfert dans les couches profondes du sol d'éléments tels qu'azote, phosphates, cuivre, zinc, par lessivage ou percolation, grâce à la lente vitesse de minéralisation des composts et leur fort pouvoir de rétention (humus, en association avec les argiles) ;
  - risques quasi nuls de contamination des personnels assurant la manutention et les épandages, des populations locales ou voisines des parcelles réceptrices et des troupeaux.
- **l'amélioration des qualités agronomiques des déchets traités :**
  - obtention d'un produit homogène et de qualité reconnue, riche en sels minéraux, micro-organismes et surtout en humus (matière organique stable, à décomposition lente). L'humus joue un rôle capital dans le sol en améliorant à la fois ses qualités physiques et ses propriétés physico-chimiques ; il stimule son activité biologique et favorise l'alimentation des plantes ;
  - le compost fournit des éléments fertilisants en quantité modérée (minéralisation lente) avec un effet sur plusieurs années (3 à 5 ans). Ainsi 10 à 15 % de l'azote, essentiellement présent sous forme organique dans le compost (pas de volatilisation à l'épandage), se minéralise l'année même de l'épandage.
- **de larges possibilités d'utilisation :**
  - en agriculture : en tant qu'amendement organique sur tout type de culture à savoir grandes cultures, prairies, maraîchage, vigne, arboriculture, entretien d'alpages. Sur prairies en particulier, le compost élimine tout risque de brûlure des racines, de trous de végétation (fréquents avec du fumier brut), d'évolution du couvert végétal en touffe et de perte de la qualité de la prairie (croissance

- d'une végétation nitrophile par excès d'N - ex. : rumex avec les lisiers) : sauf prescriptions d'interdiction de certaines filières de production.
- pour des opérations de revégétalisation de sites dégradés : en tant que support de culture sur pistes de ski, talus routiers et autoroutiers, pour la réhabilitation de décharges ou carrières...
- pour les plantations et l'entretien des espaces verts : collectivités locales (entretien des espaces verts), paysagistes, horticulture, particuliers (entretien des jardins).
- **le compost bénéficie d'une excellente image auprès des utilisateurs et des populations locales**, contrairement aux matières organiques brutes dont il est issu (fumiers, boues...).
- **Les composts de boues peuvent avoir le statut de PRODUIT :**
  - les composts de boues peuvent soit être considérés comme « boues hygiénisées ». Leur recyclage doit être pratiqué dans le cadre de la réglementation « boues » : décret 97-1133 et arrêté du 08/01/98, soit être considérés comme un PRODUIT (NORME NFU 44-095)
  - cette norme, concernant la production et la mise sur le marché des composts de boues, est paru en 2004 avec son arrêté d'application obligatoire. Les composts ne sont plus considérés comme déchet mais comme produit.
  - Bien sûr, ces composts doivent répondre à des critères de qualité très strictes. Leur épandage n'est pas soumis aux études préalables ni aux dispositifs de surveillance dans le respect des dosages d'épandage limites (inadaptés à la reconstitution de sol sur sites dégradés et piste de ski).
  - Pour pouvoir être compostée la boue doit être épandable (respect des teneurs limites en éléments-traces fixées par la réglementation « boue »).

### 7.1.3- La conduite du compostage

#### 7.1.3.1- Le mélange des matières premières

Compte tenu de leur composition, les boues d'épuration ne peuvent pas être traitées seules par compostage. En effet, pour pouvoir être composté, le substrat doit être solide (apte à se maintenir en tas ou en andains) et présenter certaines caractéristiques physico-chimiques : C/N voisin de 30, humidité comprise entre 60 et 70 %, structure suffisamment grossière (poreuse) pour permettre une bonne circulation de l'air.

Les boues doivent donc être compostées en mélange avec un co-produit. Il peut s'agir d'un broyat de bois, déchet vert, de paille ou de fumiers pailleux (litières accumulées d'élevage bovins ou ovins), de sous-produits de la transformation du bois (sciure, copeaux, plaquettes, écorces...). Sur le site de Saint André - Modane, les boues seront mélangées avec des déchets de l'industrie du bois (broyat de palettes, etc....), du broyat déchets verts de déchetterie et des collectivités ainsi que les refus de criblage de compost mature.

### 7.1.3.2 - Les fermentations primaires et l'aération du mélange

En présence d'oxygène, des populations microbiennes nombreuses et diverses (bactéries dominantes) vont se développer en oxydant les matières organiques facilement biodégradables (glucides, protides, lipides). La réaction se traduit par une montée en température qui peut atteindre plus de 70 °C (phases mésophile et thermophile).

Le facteur thermique est un paramètre majeur du compostage : l'énergie libérée sous forme de chaleur est à l'origine de l'élévation thermique du substrat, de la destruction des germes pathogènes et graines d'adventices, de divers parasites et indésirables, de l'évaporation de l'eau, de la dégradation accélérée des composés organiques.

Ainsi, l'hygiénisation du substrat ne peut être atteinte que si une température minimale de 55° C est maintenue pendant au moins 5 jours dans l'ensemble de l'andain.

Il est capital pendant cette phase, qui dure quelques jours à plusieurs semaines, de maintenir des conditions d'aérobiose dans le substrat, c'est-à-dire un taux minimum d'oxygène lacunaire.

On distingue différentes techniques de compostage selon les moyens mis en œuvre pour fournir de l'oxygène aux micro-organismes :

- **aération naturelle** : il faut un mélange très grossier qui résiste au tassement (procédé pas toujours efficace et qui allonge le temps de compostage), permettant l'oxygénation naturelle des tas pendant les fermentations.
- **aération provoquée** :
  - soit par brassage mécanique du substrat : technique du **retournement d'andains**
  - soit par circulation forcée de l'air, à l'aide de ventilateurs et d'un réseau de canalisation à la base des tas : technique de l'**aération forcée en place à la plate forme de St André - Modane**,
  - certaines techniques (les plus efficaces) associent les deux procédés.

Un suivi des températures ou directement du taux d'oxygène au cœur du substrat, permet de déterminer les besoins en oxygène des micro-organismes pour la bonne marche des fermentations et de déclencher, si nécessaire, un brassage mécanique ou le fonctionnement des ventilateurs.

Lorsque le pic est atteint, aux alentours de 60-70° C, la température redescend lentement jusqu'aux environs de 30-35° C : c'est la phase de refroidissement dominée par des micro-organismes de type actinomycètes et champignons.

### 7.1.3.3- Criblage et maturation du compost

Généralement, compte tenu du fait que l'on emploie de plus en plus des co-produits grossiers (plaquettes de bois, déchets verts) pour maintenir une certaine porosité du substrat pendant les fermentations, il est nécessaire de cribler (tamiser) le compost. Cette opération a lieu après les fermentations, ou en cours ou fin de maturation. La maille de criblage est variable entre 0-20 mm et 0-40 mm. Un criblage grossier est souhaitable sur les domaines skiables ou les risques d'érosion sont plus importants que sur cultures.

On peut ainsi proposer aux utilisateurs des composts de différentes granulométries. Par ailleurs, le criblage permet la récupération et le recyclage d'une partie du co-produit et donc de diminuer le besoin annuel de co-produit.

Les fermentations achevées, la maturation du compost débute et dure un à plusieurs mois selon la nature des déchets traités et la granulométrie du compost.

La température se situe en dessous de 40° C, l'assèchement se poursuit (limitant ainsi la minéralisation et les pertes éventuelles d'éléments minéraux intéressants) et les besoins en oxygène deviennent beaucoup plus faibles.

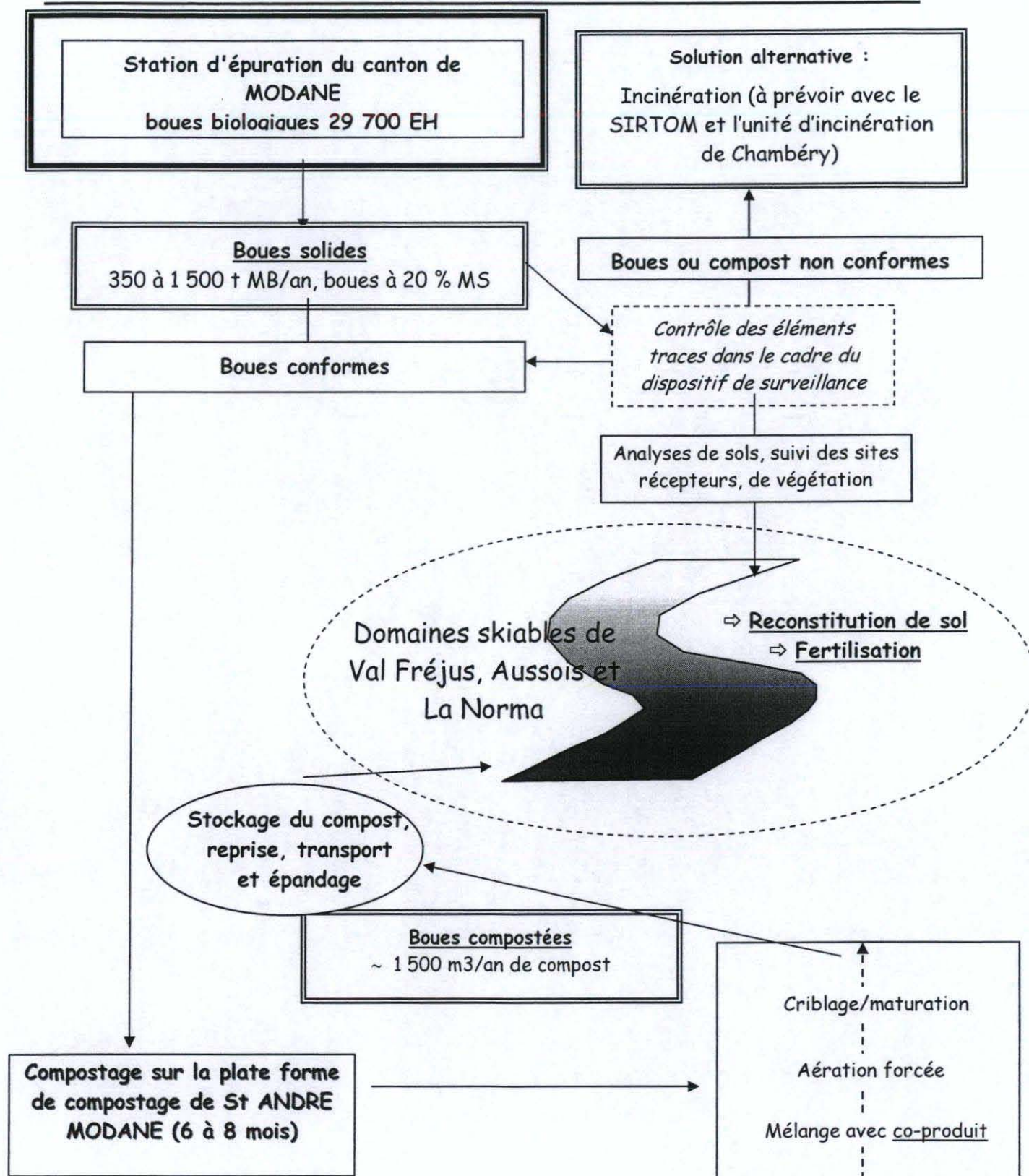
La maturation se caractérise par des réactions beaucoup plus lentes (humification) qui aboutissent à la fourniture d'un produit stabilisé (il ne fermente plus). Le compost pendant la maturation, doit être stocké de préférence sous abri, dans un milieu correctement ventilé.

### 7.1.4 - Conditions d'application du compostage pour les boues de la STEP du canton de MODANE

Le compostage est un procédé complexe qui requiert des équipements, matériels et main d'œuvre. La disponibilité locale en co-produit et le coût de mise en œuvre conditionnent souvent la faisabilité de ce type de projet. La plate de compostage de St André - Modane située à quelques dizaines de km de la STEP, est entrée en service début janvier 2009 avec des équipements adaptés et modernes pour la réalisation du compostage. Compte tenu du process utilisé sur la plate forme de compostage, la qualité du compost produit devrait permettre d'atteindre les critères de la norme NFU 44-095 et donc de fournir aux utilisateurs un produit de bonne qualité.

**Le compostage présente l'intérêt de fournir un substrat parfaitement hygiénisé et riche en humus.** En contrepartie, il conduit nécessairement à un surcoût d'élimination supérieur à la filière d'épandage sous forme boues brute mais qui peuvent se justifier amplement du fait de l'amélioration du recyclage des boues (pérennité, débouché plus important, nuisances olfactives négligeables, ...).

## 7.2 - Schéma technique de la filière de recyclage des boues compostées



## 8 - PRECONISATIONS GENERALES D'UTILISATION DU COMPOST DE BOUES

### 8.1 - Rappels : distances d'isolement et délais sanitaires

#### - Contraintes de proximité

Pour éviter toute atteinte à la qualité des eaux, des produits agricoles et limiter les risques pour la santé publique et les nuisances pour le voisinage, des distances réglementaires sont à respecter vis-à-vis des zones sensibles (cf. tableau).

Ces prescriptions concernent tous les lieux susceptibles d'être fréquentés par des tiers et les zones sujettes à des circulations d'eaux souterraines ou de surfaces. Elles concernent les boues brutes et compostées (à l'exception des produits répondant à une Norme NFU 44-095).

On distinguera néanmoins les boues hygiénisées (boues compostées) dans certains cas. **La réglementation définit comme boue hygiénisée, toute boue ayant fait l'objet d'un traitement (compostage, chaulage, maturation lente...) conduisant à la réduction à un niveau non détectable les agents pathogènes suivants : salmonella, entérovirus, œufs d'helminthes pathogènes viables (analyses devant être effectuées par un laboratoire agréé).**

**Le traitement d'hygiénisation des boues, doit conduire aux teneurs suivantes :**

- Salmonella..... < 8 NPP pour 10 g de MS
- Entérovirus ..... < 3 NPPUC dans 10 g MS
- Œufs d'helminthes pathogènes viables..... < 3 dans 10 g MS

Le compostage permet l'obtention d'un produit hygiénisé ne présentant plus de risques sanitaires.

#### - Délais à respecter après les épandages

Ces contraintes ne concernent que l'utilisation des boues sur des surfaces agricoles. Des délais minimums sont imposés après épandage des boues sur certaines cultures (cf. tableau ci-contre) : fourrages, maraîchage, arboriculture. Là aussi, il convient de distinguer boues brutes et boues hygiénisées.

Sur les zones susceptibles d'être pâturées, il est indispensable de bien respecter un délai de **6 semaines** entre l'épandage d'une boue brute et l'exploitation de la prairie (fauche ou pâture). Ce délai est ramené à **3 semaines** pour des boues hygiénisées.

## **8.2 - Examen des contraintes qualitatives et quantitatives pour l'épandage du compost de boues**

---

L'application des contraintes suivantes nécessite de connaître précisément les caractéristiques réelles du produit épandu (sur la base des résultats d'analyse). L'analyse du premier et seul lot de compost recyclé a été retenue comme caractéristique du compost à épandre.

Compte tenu de la non représentativité d'une seule analyse et des variations possibles, les contraintes énoncées ci-après devront être réévaluées dès lors que la qualité de plusieurs lots aura été déterminée. De nouvelles doses et fréquences d'épandage pourront alors être déterminées.

La dose d'application du compost est raisonnée en fonction de sa qualité propre (valeur agronomique, teneurs et flux en micro-polluants), de l'aptitude à l'épandage du site récepteur, de l'objectif recherché (fertilisation, reconstitution de sol), de la végétation en place ou à planter, et des autres apports notamment organiques éventuellement opérés sur la zone.

### **- Contraintes agronomiques**

Lorsque les boues sont destinées à la reconstitution ou à la végétalisation des sols, les épandages doivent être adaptés en quantité et en qualité à la reconstitution d'un couvert végétal ou des propriétés physiques des sols, compte tenu des autres apports de substances épandues sur les sols (article 17 du décret 97-1133).

Les doses d'apport du compost de boues du SICM sur les domaines skiables de Valfréjus, Aussois et La Norma doivent correspondre à l'objectif de fertilisation (entretien de la végétation présente) ou de reconstitution de sol.

On peut envisager les dosages présentés page suivante.

Dose conseillée d'apport de compost sur le domaine skiable  
en fertilisation des pistes végétalisées (entretien)

|                                                                                                         | Azote        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO               | MgO         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------|
| 1 t de compost à<br>60 % MS contient :                                                                  | ↓<br>19,8 kg | ↓<br>12,7 kg                  | ↓<br>3,2 kg      | ↓<br>21,5 kg      | ↓<br>2,9 kg |
| Part disponible pour la plante<br>l'année de l'épandage :                                               | 10 %         | 80 %                          | 100 %            | 80 %              | 100 %       |
| 1 t de compost apporte à la<br>végétation, l'année de l'épandage :                                      | 1,98 kg      | 10,2 kg                       | 3,2 kg           | 18,8 kg           | 2,9 kg      |
| 20 à 90 t de compost (66 à 300 m <sup>3</sup> )<br>apportent à la végétation l'année<br>de l'épandage : | 40 à 178 kg  | 203 à 914 kg                  | 64 à 288 kg      | 376 à<br>1 692 kg | 58 à 261 kg |

Dose conseillée d'apport de compost sur le domaine skiable  
en reconstitution de sol

|                                                                                                                                  | Azote        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO          | MgO         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------|
| 1 t de compost à<br>60 % MS contient :                                                                                           | ↓<br>19,8 kg | ↓<br>12,7 kg                  | ↓<br>3,2 kg      | ↓<br>21,5 kg | ↓<br>2,9 kg |
| Part disponible pour la plante<br>l'année de l'épandage :                                                                        | 10%          | 80 %                          | 100 %            | 80 %         | 100 %       |
| 1 t de compost apporte à la<br>végétation, l'année de l'épandage :                                                               | 1,98 kg      | 10,2 kg                       | 3,2 kg           | 18,8 kg      | 2,9 kg      |
| Dosage reconstitution de sol entre<br>60 t (200 m <sup>3</sup> ) de compost apportent à<br>la végétation l'année de l'épandage : | 119 kg       | 610 kg                        | 192 kg           | 1 128 kg     | 174 kg      |
| 120 t (400 m <sup>3</sup> ) de compost apportent<br>à la végétation l'année de l'épandage :                                      | 238 kg       | 1 219 kg                      | 384 kg           | 2 256 kg     | 348 kg      |

### - Contraintes réglementaires d'apport de boues compostées (hors norme NFU 44-095)

L'arrêté fixant les règles et prescriptions techniques et les caractéristiques des boues pour une utilisation en végétalisation n'est pas encore paru. On applique compte tenu de l'activité pastorale et agricole sur les domaines skiables, les mêmes règles de calcul que celles fixant les quantités maximales d'apport des boues par hectare et par décennie pour les épandages agricoles. Celles-ci sont énoncées dans l'arrêté du 08/01/98.

Cela se justifie par le fait que l'intégralité des pistes de ski des trois domaines skiables, susceptibles de bénéficier d'apport de compost boues, font l'objet ou peuvent à court ou long terme faire l'objet d'un pâturage permettant ainsi l'entretien de la zone revégétalisée.

Dans l'attente du texte réglementaire adapté, les épandages en reconstitution de sol doivent bénéficier des accords des administrations concernées. Sur la base de cette étude préalable définissant l'aptitude des pistes et le cahier des charges de mise en œuvre du compost suivant les zones mais également du prévisionnel des épandages avec conseils agronomiques et précautions d'épandage, l'administration compétente pourra fournir ou non des remarques afin de valider les pistes de ski pouvant être traitées (ou ne pouvant être traitées).

### - Apport de matières sèches

**La réglementation précise que la quantité d'application des boues ou compost sur les parcelles ne doit pas excéder 30 t MS/ha/10 ans.**

Cela correspond à 50 t MB/ha de compost de boues du SICM à 60 % MS moyen à l'épandage, par hectare et pour 10 ans. Ce dosage est conciliable uniquement dans le cadre d'apport en entretien de végétation.

Néanmoins, ce dosage limite de 30 t MS s'applique en fait aux boues et dans le cas présent le produit épandu (compost) ne contient en réalité qu'environ un tiers de boues dans le mélange initial. Par conséquent, une tolérance jusqu'à 150 t MB/ha de compost n'est pas injustifiée si l'on raisonne sur la quantité de boues à l'origine.

Cette contrainte d'apport de matière sèche sur 10 ans peut, dans certains cas (reconstitution de sol), être dépassé si des précautions supplémentaires sont engagées (enfouissement superficiel, analyses de sols régulières, etc...). Cette dérogation à la règle de « recyclage en agriculture » sera exceptionnelle et en tout état de cause les doses d'apport seront adaptées en qualité et en quantité à la reconstitution d'un couvert végétal ou des propriétés physiques du sol et sans aucun dépassement des flux admissibles.

### - Les flux cumulés en éléments traces métalliques

La réglementation indique que les boues ne peuvent être épandues si le flux, cumulé sur une période de 10 ans, en l'un des éléments traces métalliques, excède les valeurs limites définies par l'arrêté agricole du 08/01/1998.

Le calcul des flux cumulés est présenté dans le tableau ci-après, sur la base de la teneur en éléments traces du compost (analyse Lot 1 - 2009).

- Sols de pH > 6

L'élément le plus contraignant est le cuivre ainsi que la somme Chrome, Cuivre, Nickel, Zinc : le flux maximum serait atteint en ce paramètre avec un apport de **260 t MB/ha/10 ans (867 m3/ha)**, c'est-à-dire au-delà de la dose maximale autorisée en MS à l'épandage (agriculture).

- Sols de pH < 6 et pâturages

Dans le cas des sols de pH < 6, la somme Chrome, Cuivre, Nickel, Zinc est également le paramètre limitant : le flux maximum serait atteint avec un apport de **173 t MB/ha/10 ans (577 m3/ha/10 ans)** : la dose maximale d'apport en reconstitution de sol est de 400 m3/ha soit **120 t MB/ha/10 ans**. Il faudra donc être vigilant en reconstitution sur pâture que le lot de compost soit équivalent à celui pris en référence dans cette étude.

Etude préalable à l'épandage du compost de boues de la station d'épuration du SICM  
(Syndicat Intercommunal du Canton de Modane)

|                                                     |              |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| Station d'épuration de : SICM                       | Année : 2009 |
| Calcul des flux d'éléments traces métalliques (ETM) |              |

| Norme                       | Période | Flux maximum cumulé autorisé, apporté par les boues ou compost sur une période donnée (en kg/ha) |    |    |    |    |    |      |             |
|-----------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|------|-------------|
| Cas général                 | 10 ans  | 0,15                                                                                             | 15 | 15 | 3  | 15 | 45 | 0,15 | 60          |
| Pâturages ou sols de pH < 6 | 10 ans  | 0,15                                                                                             | 12 | 12 | 3  | 9  | 30 | 0,12 | 40          |
|                             | Elément | Cd                                                                                               | Cr | Cu | Ni | Pb | Zn | Hg   | Cr+Cu+Ni+Zn |

**Apport en ETM par 1 épandage (en kg/ha)**

| Année | t MB/ha          | t MS/ha | Cd    | Cr    | Cu    | Ni    | Pb    | Zn    | Hg    | Cr+Cu+Ni+Zn |
|-------|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| 2009  | 45 t MB          | 27,00   | 0,014 | 0,346 | 2,608 | 0,292 | 0,459 | 7,214 | 0,012 | 10,46       |
|       | % norme pâturage | 45%     | 9,0%  | 2,9%  | 21,7% | 9,7%  | 5,1%  | 24,0% | 9,9%  | 26,1%       |

Dose théorique - 150 m3/ha



Siccité du produit : 60,0 % Densité : 0,3 Base : Analyse Lot 1 - 2009

| Année | t MB/ha          | t MS/ha | Cd    | Cr    | Cu    | Ni    | Pb    | Zn     | Hg    | Cr+Cu+Ni+Zn |
|-------|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------------|
| 2009  | 90 t MB          | 54,00   | 0,027 | 0,691 | 5,216 | 0,583 | 0,918 | 14,429 | 0,024 | 20,92       |
|       | % norme pâturage | 90%     | 18,0% | 4,6%  | 34,8% | 19,4% | 6,1%  | 32,1%  | 15,8% | 34,9%       |

Dose théorique - 300 m3/ha



Siccité du produit : 60,0 % Densité : 0,3 Base : Analyse Lot 1 - 2009

**Estimation théorique du flux au bout de 10 ans (en kg/ha)**

Flux à dose max tolérée en % MS soit : 60 t MS/ha/10 ans

|      |                     |         |      |      |      |      |      |       |      |       |
|------|---------------------|---------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| 2019 | 100 t MB            | 60 t MS | 0,03 | 0,77 | 5,80 | 0,65 | 1,02 | 16,03 | 0,03 | 23,24 |
|      | % norme cas général | 100%    | 20%  | 5%   | 39%  | 22%  | 7%   | 36%   | 18%  | 39%   |
|      | % norme prairies    | 100%    | 20%  | 6%   | 48%  | 22%  | 11%  | 53%   | 22%  | 58%   |
|      | 333 m3/ha           |         |      |      |      |      |      |       |      |       |

Réf : cas général

1 apports en 10 ans (reconstitution ou 2 fertilisations).

soit 1 épandage tout les : 10,0 an(s)

|      |                  |         |       |       |       |       |       |        |       |        |
|------|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| 2019 | 90 t MB          | 54 t MS | 0,027 | 0,691 | 5,216 | 0,583 | 0,918 | 14,429 | 0,024 | 20,920 |
|      | % norme pâturage | 90%     | 18%   | 6%    | 43%   | 19%   | 10%   | 48%    | 20%   | 52%    |

Dose correspondante au flux max. autorisé

|      |           |          |       |       |        |       |       |        |       |        |
|------|-----------|----------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|
| 2019 | 260 t MB  | 156 t MS | 0,078 | 1,997 | 15,070 | 1,685 | 2,652 | 41,683 | 0,068 | 60,434 |
|      | % norme   | 260%     | 52%   | 13%   | 100%   | 56%   | 18%   | 93%    | 46%   | 101%   |
|      | 867 m3/ha |          |       |       |        |       |       |        |       |        |

Réf. Épandage sur prairies et sols de pH < 6

Dose correspondante au flux max. autorisé

|      |                  |          |      |      |       |      |      |       |      |       |
|------|------------------|----------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|
| 2019 | 173 t MB         | 104 t MS | 0,05 | 1,33 | 10,03 | 1,12 | 1,76 | 27,74 | 0,05 | 40,21 |
|      | % norme pâturage | 173%     | 35%  | 11%  | 84%   | 37%  | 20%  | 92%   | 38%  | 101%  |
|      | 577 m3/ha        |          |      |      |       |      |      |       |      |       |

### - Les flux cumulés en éléments traces organiques

L'arrêté du 08/01/98 fixe également un flux à ne pas dépasser sur 10 ans en fonction des éléments traces organiques. Le calcul présenté ci-après est établi sur la base des valeurs de l'analyse du Lot 1 en 2009.

A noter que les valeurs utilisées correspondent aux seuils de détection du laboratoire ; la valeur réelle se situant en dessous des seuils. Par conséquent, le dosage limite est calculé uniquement sur une hypothèse de présence juste en dessous du seuil de détection : fortement improbable.

- Sols de pH > 6

On constate que les ETO sont aussi limitant que les ETM mais ils ne sont pas détectés ! La dose maximale autorisée par le flux limite de la somme des PCB serait de **120 t MS/ha/10 ans**, soit 200 t MB (666 m<sup>3</sup>/ha). Ce dosage est supérieur à la dose maximale d'apport en reconstitution de sol.

- Sols de pH < 6 et pâturages

Dans ce cas de figure, la dose maximale autorisée, limitée par le flux limite de la somme des PCB serait de **115 t MS/ha/10 ans**, soit 191 t MB.

|                                                     |      |              |
|-----------------------------------------------------|------|--------------|
| Station d'épuration de :                            | SICM | Année : 2009 |
| Calcul des flux en éléments traces organiques (ETO) |      |              |

| Norme                       | Période | Flux maximum cumulé autorisé, apporté par les boues sur une période donnée (en g/ha) |              |                        |                  |
|-----------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------|------------------|
| Cas général                 | 10 ans  | 12                                                                                   | 75           | 40                     | 30               |
| Pâturages ou sols de pH < 6 | 10 ans  | 12                                                                                   | 60           | 40                     | 20               |
|                             | Elément | Somme des 7 PCB (*)                                                                  | Fluoranthène | benzo (b) Fluoranthène | Benzo (a) Pyrène |

(\*) PCB n° 28, 52, 101, 118, 138, 153, 183

**Apport en ETO par 1 épandage (en g/ha)**

| Année | t MB/ha | t MS/ha | Somme des 7 PCB (*) | Fluoranthène | benzo (b) Fluoranthène | Benzo (a) Pyrène |
|-------|---------|---------|---------------------|--------------|------------------------|------------------|
| 2009  | 45 t MB | 27,00   | < 2,835             | < 3,618      | < 3,618                | < 3,618          |
|       | % norme | 45%     | 23,6%               | 4,8%         | 9,0%                   | 12,1%            |

Dose moy. Pratiquée 150 m3/ha

Siccité du produit : 60,0 % Densité : 0,3 Base : Analyse Lot 1 - 2009

| Année | t MB/ha | t MS/ha | Somme des 7 PCB (*) | Fluoranthène | benzo (b) Fluoranthène | Benzo (a) Pyrène |
|-------|---------|---------|---------------------|--------------|------------------------|------------------|
| 2009  | 90 t MB | 54,00   | < 5,670             | < 7,236      | < 7,236                | < 7,236          |
|       | % norme | 100%    | 47,3%               | 9,6%         | 18,1%                  | 24,1%            |

Dose moy. Pratiquée 300 m3/ha

Siccité du produit : 60,0 % Densité : 0,3 Base : Analyse Lot 1 - 2009

**Estimation théorique du flux au bout de 10 ans (en g/ha)**

Flux à dose max tolérée en % MS soit : 60 t MS/ha/10 ans

|      |                     |         |         |       |         |         |
|------|---------------------|---------|---------|-------|---------|---------|
| 2019 | 100 t MB            | 60 t MS | < 6,300 | 8,040 | < 8,040 | < 8,040 |
|      | % norme cas général | 100%    | 53%     | 11%   | 20%     | 27%     |
|      | % norme prairies    | 100%    | 53%     | 13%   | 20%     | 40%     |
|      | 333 m3/ha           |         |         |       |         |         |

**Réf : cas général**

1 apports en 10 ans (reconstitution ou 2 fertilisations),

soit 1 épandage tout les : 10,0 an(s)

|      |          |           |         |         |         |         |
|------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 2019 | 100 t MB | 60,0 t MS | < 6,300 | < 8,040 | < 8,040 | < 8,040 |
|      | % norme  | 100%      | 53%     | 11%     | 20%     | 27%     |

Dose correspondante au flux max. autorisé

|      |          |          |          |          |          |          |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2019 | 200 t MB | 120 t MS | < 12,600 | < 16,080 | < 16,080 | < 16,080 |
|      | % norme  | 200%     | < 105%   | 21%      | < 40%    | < 54%    |

**Réf. épandage sur prairies et sols de pH < 6**

Dose correspondante au flux max. autorisé

|      |          |          |          |          |          |          |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2019 | 191 t MB | 115 t MS | < 12,033 | < 15,356 | < 15,356 | < 15,356 |
|      | % norme  | 191%     | < 100%   | < 26%    | < 38%    | < 77%    |

## - Conclusion : doses maximales d'épandage

La synthèse des contraintes limitant les doses d'épandage et/ou la fréquence de retour sur les pistes est présentée dans le tableau ci-dessous.

| Nature de la contrainte                   | Facteur limitant                                                                                                  | Dose maximale conseillée ou calculée                                                                                                                                              | Equivalence dose moy. compost en m <sup>3</sup> /an (à 60 % MS) densité 0,3                                                                                                    |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quantité maximale conseillée à l'épandage | Apport adapté en quantité et qualité à la reconstitution d'un couvert végétal ou des propriétés physiques de sols | 20 à 90 t MB/ha de compost en entretien de piste de ski<br>60 à 120 t MB/ha de compost en reconstitution de sol<br>Dépassement de la quantité de MS/ha/10 ans (épandage agricole) | 66 à 300 m <sup>3</sup> /ha/5 ans en entretien soit 2 à 9 t MB/ha chaque année<br><br>200 à 400 m <sup>3</sup> /ha/10 ans en reconstitution de sol 6 à 12 t MB/ha chaque année |
| Eléments traces métalliques (ETM)         | Flux max. en Cr+Cu+Ni+Zn sur sols de pH > 6                                                                       | 260 t MB/ha/10 ans                                                                                                                                                                | 866 m <sup>3</sup> /ha/10 ans ou 26 t MB/ha chaque année                                                                                                                       |
|                                           | Flux max. en Cr+Cu+Ni+Zn sur sols de pH < 6                                                                       | 173 t MB/ha/10 ans                                                                                                                                                                | 576 m <sup>3</sup> /ha/10 ans ou 17 t MB/ha chaque année                                                                                                                       |
| Eléments traces organiques (ETO)          | Flux max. des PCB sur sols de pH > 6                                                                              | 200 t MB/ha/10 ans                                                                                                                                                                | 666 m <sup>3</sup> /ha/10 ans ou 20 t MB/ha chaque année                                                                                                                       |
|                                           | Flux max des PCB sur sols de pH < 6                                                                               | 191 t MB/ha/10 ans                                                                                                                                                                | 636 m <sup>3</sup> /ha/10 ans ou 19 t MB/ha chaque année                                                                                                                       |

### Synthèse des contraintes réglementaires limitant les doses et/ou la fréquence d'épandage du compost sur domaine skiable

En conclusion, les flux en ETO ne sont pas limitants. Concernant les flux en ETM, un épandage à un dosage inférieur à 120 t MB/ha soit 400 m<sup>3</sup>/ha assure le respect des flux (à confirmer par l'analyse des lots de compost de boues de l'année n). Dans le cadre d'épandage en reconstitution de sol, ce dosage limite peut être réévaluer à la hausse si les contraintes de sol le nécessite à condition que les teneurs en cuivre du lot de compost concerné baisse par rapport à la valeur référence du Lot 1. Néanmoins, il faudra rester vigilant en cas de dosage supérieure et bien vérifier que la teneur en ETM est inférieure aux valeurs références moyennes retenues. Une attention particulière sur les flux en ETM devra donc être portée en cas de prévisionnel d'épandage sur une piste déjà traitée récemment ou en reconstitution de sol.

Remarque : La plupart de ces contraintes (flux ETM, ETO) sont calculées sur la base de la matière sèche contenue dans le compost. Celle -ci est particulièrement élevée sur le site de compostage (67% MS). La dose brute d'épandage peut varier selon le lot de compost (plus ou moins sec après livraison). Des valeurs de siccité entre 50 et 56 % MS à l'épandage sont plus courantes et permette d'augmenter le dosage d'épandage.

Le calcul des flux doit être ajusté sur la base des teneurs en éléments traces mesurées dans le lot de produit fini qui est réellement épandu.

### 8.3 - Adéquation entre les superficies et les quantités de compost à épandre

La répartition des tonnages potentiels d'épandage de compost en fonction des classes d'aptitude des parcelles et des doses conseillées d'apport est synthétisée sur le tableau suivant.

| BOUES COMPOSTEES<br>EPANDAGE DOMAINE SKIABLE<br>(surfaces en entretien de végétation en voie de dépérissement) |                                          |          |          |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                                                                                                | Classe 1                                 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 |
| Surface du périmètre d'épandage                                                                                | 103,48 ha                                | 27,36 ha | 22,9 ha  | 15,62 ha |
| Dose moyenne conseillée d'épandage                                                                             | 45 t MB/ha                               |          | /        |          |
| Quantité maximale de compost épandable (base 4 ha/an)                                                          | 180 t MB/an<br>soit 600 m3 de compost/an |          | /        |          |

| BOUES COMPOSTEES<br>EPANDAGE DOMAINE SKIABLE<br>(surfaces en reconstitution de sol) |                                          |          |          |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                                                                     | Classe 1                                 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 |
| Surface du périmètre d'épandage                                                     | 103,48 ha                                | 27,36 ha | 22,9 ha  | 15,62 ha |
| Dose moyenne conseillée d'épandage                                                  | 90 t MB/ha                               |          | /        |          |
| Quantité moyenne de compost épandable base 3 ha/an                                  | 270 t MB/an<br>soit 900 m3 de compost/an |          | /        |          |

| Production de compost provenant de la STEP du SICM |                                                                          |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Production annuelle à moyen terme                  | 270 t MS/an soit 450 t MB/an<br>(équivalent environ 1 500 m3 de compost) |

Ce tableau met en évidence que la filière d'épandage de compost, avec un potentiel d'épandage de 1 500 m3/an dans les 10 années à venir, permettrait de faire face à la production de compost.

Ce prévisionnel peut être augmenté si les budgets d'épandage du compost sont également augmentés afin de traiter plus de surface annuellement en entretien de végétation avec l'accord des utilisateurs agricoles locaux.

## 9 - CONTRACTUALISATION DU RECYCLAGE SUR LES DOMAINES SKIABLES

Les conventions d'utilisation du compost signées par les utilisateurs sont présentées en annexe.

## 10 - LES SOLUTIONS ALTERNATIVES AU RECYCLAGE

Une solution alternative d'élimination ou de recyclage doit être prévue pour pallier tout empêchement temporaire d'appliquer la solution de recyclage avancée dans l'étude préalable et de se conformer aux dispositions du décret n° 97-1133 du 08/12/97.

Par exemple, l'empêchement temporaire d'épandage peut être la conséquence d'une contamination des boues, les rendant inaptes au recyclage (dépassement des teneurs limites en ETM ou ETO).

La solution alternative au recyclage est la mise en décharge de classe 2 d'un produit stabilisé : type boues chaulées ou compost « pollué ». La destination envisageable étant CET ou incinération. Un rapprochement avec le SIRTOM de la Maurienne sera nécessaire afin de pouvoir, en cas d'incinération, pouvoir profiter de la filière d'élimination des Ordures Ménagères de la vallée ceci tant que les boues (ou compost) restent inaptes au recyclage.

## 11 - MODALITES DE SURVEILLANCE

La réglementation impose au producteur de boues (le maître d'ouvrage ou l'exploitant de la STEP) de mettre en place un dispositif de surveillance de la qualité des boues et des épandages.

Le producteur de boues doit tenir à jour un registre d'épandage indiquant notamment les résultats du suivi analytique des produits ainsi que tous les éléments relatifs aux épandages : dates, conditions d'utilisation (agriculture, revégétalisation...), quantités, parcelles ou sites récepteurs, végétation réceptrice...

### 11.1 - Contrôle et traçabilité des opérations

Ils doivent être garantis par l'application de la procédure suivante :

- appui technique auprès des transformateurs éventuels des boues et prestataires des épandages pour une bonne mise en œuvre des boues ou compost,
- conseils auprès des utilisateurs pour une bonne intégration agronomique des composts, avec un suivi de végétation après épandage dans le cas d'une utilisation spécifique du compost en revégétalisation.
- élaboration d'un rapport de bilan annuel des épandages (registre des épandages), transmis au producteur et aux utilisateurs,
- production d'une synthèse du registre des épandages à destination du préfet.

### 11.2 - Le suivi analytique des boues

*(dans l'attente de l'arrêté concernant l'utilisation des boues en végétalisation, on applique le programme de surveillance établi pour l'utilisation agricole des boues).*

Un suivi analytique des boues doit être réalisé pour garantir leur conformité préalablement à chaque épandage ou traitement complémentaire (maturation, compostage). La fréquence et la nature du suivi analytique dépendent de la quantité de boues produites (cf. tableau ci-contre).

Pour les boues de la STEP du Canton de Modane, il comprend au minimum chaque année :

- 6 analyses de la valeur agronomique (12 analyses la 1<sup>ère</sup> année),
- 4 analyses d'éléments traces métalliques (8 analyses la 1<sup>ère</sup> année),
- 2 analyses d'éléments traces organiques (4 analyses la 1<sup>ère</sup> année),
- dans le cadre d'un traitement des boues par compostage, le compost doit également faire l'objet d'une surveillance particulière (cf. article 16 de l'arrêté du 08/01/98).

### 11.3 - Le suivi analytique des sols

---

En plus, des sites qui ont fait l'objet d'une analyse de sol complète dans le cadre de la réalisation de la présente étude préalable, des nouveaux sites de référence seront définis au fur et à mesure de la réalisation des épandages sur les domaines skiables.

Sur les sites de référence, il est nécessaire d'effectuer des analyses de contrôle des teneurs des 7 éléments traces métalliques au maximum avant 10 ans. Des analyses des paramètres agronomiques et bases échangeables peuvent être également opérées dans le cadre du conseil agronomique.

### 11.4 - Epandage des boues et Loi sur l'Eau

---

L'article 18 du décret n° 97-1133 du 08/12/97 précise que l'épandage de boues issues du traitement des eaux usées est soumis à :

- **Autorisation** si la quantité de boues épandue dans l'année, produite dans l'unité de traitement considérée est supérieure à 800 t MS/an (ou 40 t/an d'azote total),
- **Déclaration** entre 3 et 800 t MS/an ou entre 0,15 et 40 t d'azote/an  
⇒ cas de la STEP du canton de MODANE

Se référer au décret n° 97-1133 du 08/12/97 et l'arrêté n° 93-742 du 29 mars 1993 pour les détails concernant ces procédures (cf en annexe).

## 12 - SURFACES EPANDABLES EN REVEGETALISATION DES TALUS DE LA PLATE FORME DE COMPOSTAGE ET DE LA STEP

Dans le cadre de cette étude préalable, le SICM a souhaité intégrer à titre de zone d'épandage du compost, les talus et abord du site de la STEP du SICM et des bâtiments de compostage dans l'objectif d'une revégétalisation des sols.

Ces surfaces d'épandages n'ont pas été intégrées aux surfaces des domaines skiables car elles présentent un caractère ponctuel et une fois la végétation en place, elles ne recevront plus de compost.

Une étude préalable spécifique à ce site a donc été effectuée sur la base des plans d'épandage effectués pour des opérations ponctuelles de revégétalisation de site.

Une surface totale de 7 565 m<sup>2</sup> de talus répartis sur le site pourrait être traitée en revégétalisation avec apport préalable de compost. Le détail des surfaces est repris dans le tableau ci-dessous :

|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| Talus 1      | 576 m <sup>2</sup>         |
| Talus 2      | 119 m <sup>2</sup>         |
| Talus 3      | 858 m <sup>2</sup>         |
| Talus 4      | 300 m <sup>2</sup>         |
| Talus 5      | 285 m <sup>2</sup>         |
| Talus 6      | 807 m <sup>2</sup>         |
| Talus 7      | 546 m <sup>2</sup>         |
| Talus 8      | 569 m <sup>2</sup>         |
| Talus 9      | 288 m <sup>2</sup>         |
| Talus 10     | 3 277 m <sup>2</sup>       |
| <b>TOTAL</b> | <b>7 565 m<sup>2</sup></b> |

Le dosage préconisé est celui retenu pour les domaines skiables en reconstitution de sol soit 90 t MB (300 m<sup>3</sup>/ha). L'apport de compost est effectué manuellement ou au chargeur puis régulé manuellement afin de respecter le dosage de 3 cm d'épaisseur maximum.

L'ensemble des talus permet d'épandre un volume global de 227 m<sup>3</sup> de compost.

## ENGazonnement sur talus et abord de la STEP DU SICM AVEC RECYCLAGE DU COMPOST DE BOUES DU SICM

### ETUDE TERRAIN ET DEFINITION DU PROTOCOLE D'INTERVENTION

#### OBJET :

Chantier de reconstitution de sol et d'engazonnement sur talus et abord de la STEP et des bâtiments de compostage sur Saint André, sur une surface globale de 7 565 m<sup>2</sup>.

#### CARACTERISTIQUES DU SITE A TRAITER

⇒ Talus n°1 à 10 : talus en déblai et remblai 7 565 m<sup>2</sup>

**Superficie de la zone et localisation exacte :** Ces différents talus représentent une surface de 7 565 m<sup>2</sup>. Leur localisation est précisée sur le plan ci-joint.

**Nature des sols revêtus ou non de terre végétale :** les sols sont bruts de terrassement. La pierrosité de surface est importante : 15 à 30 % de la surface constituée de débris et cailloux décimétriques.

**Ancienneté des travaux de terrassement :** la fin du chantier de terrassement date du printemps – été 2008.

**Présence de végétation indésirable :** sans objet. Le sol est nu à 90 % avec implantation de quelques espèces locales (armoise, plantain, etc.....).

**Pentes :** variable de 20 à 50 °.

**Altitude :** 980 à 1 000 m.

**Exposition :** en majorité Sud-Ouest à Sud.

**Hauteur des talus de remblai et de déblai :** la hauteur varie entre 2 m et 15 m.

**Angles ou modes de raccordement avec le terrain naturel :** sans objet.

**Accessibilité :** depuis les différents chemins d'accès sur le site.

**Obstacles :** aucun.

**Les points d'eau :** aucun ruisseau à proximité immédiate. L'Arc est à 100 m en aval des talus les plus proches.

**Exécution du chantier sous ou hors circulation :** sans objet.

**Le mode de contrôle ou d'écoulement des eaux (cunettes de haut de talus et de descente des eaux, drainage, captage de sources et de venues d'eau) :** sans objet. .

**Proposition de mélange de semences adaptées aux conditions locales :**

Il est nécessaire d'utiliser un mélange de semences spécifiques pour des sols stériles et secs à base de graminées (fétuque, ray grass anglais, ...) et légumineuses (sainfoin, trèfle, lotier, ...).

#### **Utilisation de déchets organiques :**

**Inventaire des cours d'eau, plan d'eau, puits, forages, sources, réservoirs et habitations à proximité du chantier :** aucun hormis l'Arc à plus de 100 m.

**Détermination du déchet organique le mieux adapté aux travaux envisagés :**

Le compost de boues du SICM produit sur place est le produit le mieux adapté.

**Caractéristiques du déchet :**

*Etat :* compost de boues    *Lieu de stockage :* Plate forme de compostage du SICM..

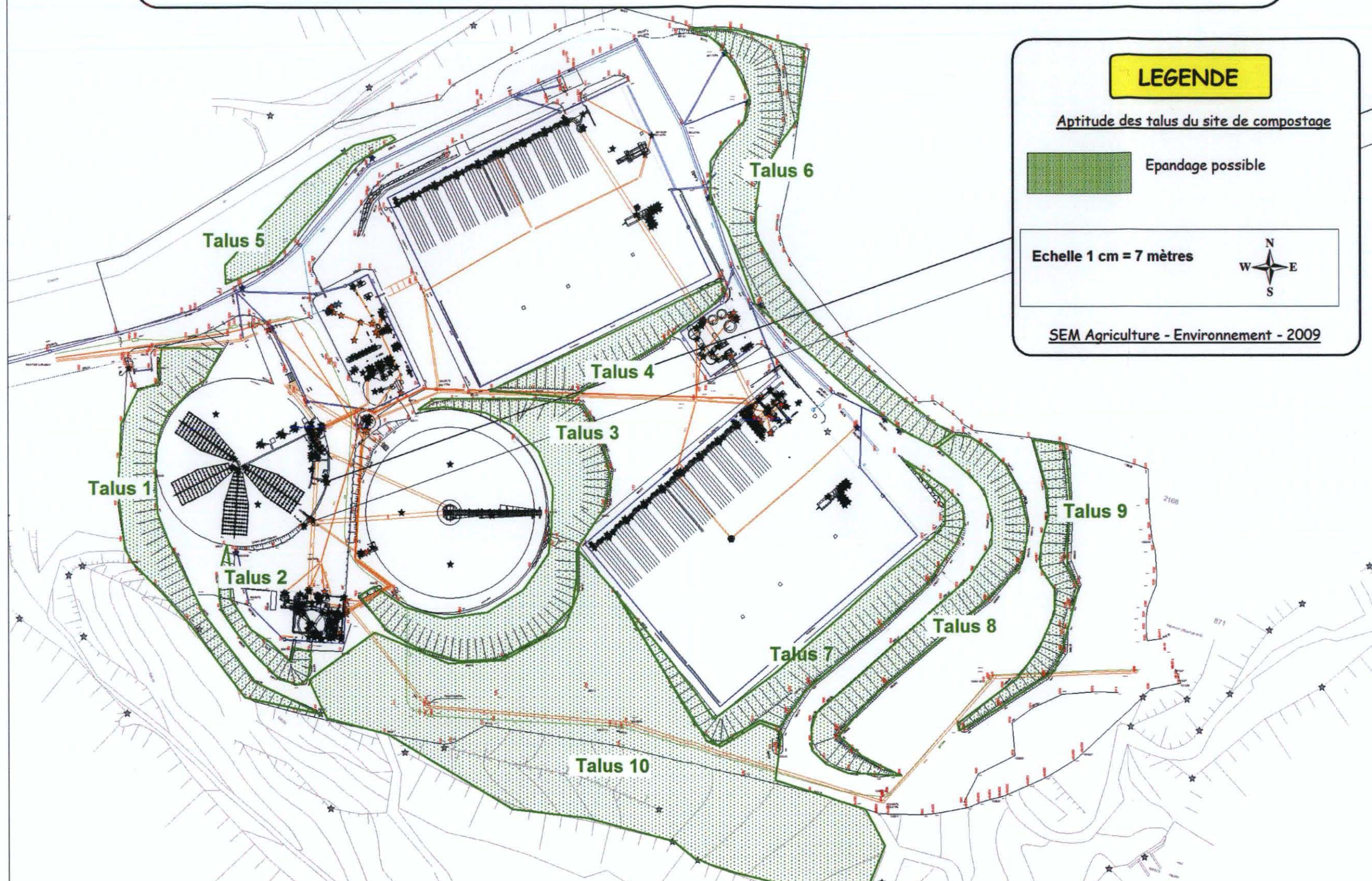
*Producteur :* SICM.

**Analyse du déchet :** oui, dans le cadre du suivi analytique de chaque lot de compost.

**Réglementation régissant l'épandage du déchet organique retenu :** Code de l'environnement Art R211.25 à 47 - Réglementation boues Décret du 8 décembre 1997.

**Détermination des dosages du produit utilisé :** Dosage en reconstitution de sol du plan d'épandage soit 90 t MB/ha (300 m<sup>3</sup>/ha).

# APTITUDE A L'EPANDAGE DES TALUS ET ABORDS DU SITE DE COMPOSTAGE ET DE LA STEP DU SICM



## CONCLUSIONS

\*\*\*\*\*

### **Aptitude à l'épandage des boues et du compost de la STEP du canton de MODANE :**

Les boues ont la qualité requise pour pouvoir être épandues. Celles-ci sont analysées en routine tout au long de l'année.

La totalité de la production de boues de la station d'épuration du SICM est traitée par compostage sur le site de la plate forme Saint André Modane (depuis début 2009).

Le compost produit devrait pouvoir atteindre la qualité d'un compost normalisé. Certains lots pourraient donc être normés. Néanmoins, pour ce qui concerne l'épandage sur domaine skiable, la logique de « plan d'épandage et de dispositif de surveillance des épandages avec conseils agronomiques personnalisés » et traçabilité est maintenue. Ceci dans le but de rassurer aussi bien les administrations de contrôle que les utilisateurs courants (services des pistes, agriculteurs) et de sécuriser les débouchés dans le cas de lots non normés. L'obtention d'un compost normalisé permettra d'ouvrir le panel des utilisateurs possibles (statut de produit) sans nécessité de plan d'épandage préalable.

### **Les filières possibles de recyclage**

Les filières de recyclage du compost du SICM sont principalement orientées vers une valorisation agronomique en revégétalisation et entretien de prairies d'alpage sur les domaines skiables de Val Fréjus, Aussois et La Norma. En effet, deux utilisations principales sont envisagées :

- épandage sur les pistes de ski en entretien de végétation ou en reconstitution de sol.

Les lots de compost ne respectant ni la norme, ni le décret « boues » seront acheminés vers la filière locale d'élimination des ordures ménagères : incinération ou en décharge autorisée.

## Les possibilités et conditions d'épandage sur les domaines skiables :

L'étude préalable de terrain sur les domaines skiables de Val Fréjus, Aussois et La Norma a permis de relever toutes les contraintes de mise en œuvre du compost et ainsi de définir les secteurs présentant une bonne aptitude à l'épandage de celui-ci.

Concernant l'usage du compost par les services des pistes, l'apport de matière organique sous forme compost est souhaitable dans deux cas de figures : en **entretien de végétation de semis récent ou en voie de régression** (en substitution aux apports d'engrais chimiques de synthèse) ou **en reconstitution de sol** (dose et technique de mise en œuvre différente suivant les contraintes environnementales et réglementaires).

L'aptitude à l'épandage des pistes de ski a été définie sur la base de critères très stricts (couverture végétale, type sol, sensibilité par rapport aux captages d'eau potable, réseau hydrographique, etc...) et d'une méthodologie mise en œuvre dans le département de la Savoie.

Une partie des zones concernées sont situées au sein de périmètres de protection éloignée de captage ou de périmètres encore non définis (captages privés). L'épandage de matière organique peut entraîner suivant les techniques de mise en œuvre et sans la prise en compte de certaines précautions des risques vis-à-vis de ces ressources.

Le tableau comparatif ci-après permet de recenser les points positifs et les risques environnementaux d'une telle pratique. L'objectif et le but du maintien de cette filière de recyclage étant d'obtenir **un gain local pour l'environnement en général**.

Le potentiel d'épandage en reconstitution de sol et en entretien de végétation en voie de dépérissement est de plus de 131 ha avec un débouché annuel de compost d'environ 1 500 m<sup>3</sup> pour les 3 domaines skiables concernés.

|                                     | Effets bénéfiques                                                                                                                                                                                                                                     | Risques à maîtriser                                                                     | Moyens à mettre en oeuvre                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Création d'une couverture végétale  | Intégration paysagère de la cicatrice du terrassement de la piste                                                                                                                                                                                     |                                                                                         | Engazonnement avec un mélange de semences adaptées au milieu et immédiatement après l'apport de compost (semis ou sursemis)                                                                                                                                                                          |
|                                     | Protection des captages aval par création d'un milieu tampon : pollution accidentelle (huiles, combustibles) été - hiver, déjections animales (pâturage estivale des ovins)                                                                           |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                     | Lutte contre l'érosion : réseau racinaire qui retient les fines, une végétation qui ralentit l'écoulement des eaux de surface sur les secteurs de fortes pentes.                                                                                      |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                     | Meilleure tenue de la neige et exploitation de la piste avec une épaisseur de neige réduite (économie énergétique avec la neige de culture)                                                                                                           |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Epandage du compost                 | Apport de matière organique stable précurseurs d'humus sur des sols pauvres                                                                                                                                                                           |                                                                                         | Bonne qualité du compost et produit mature                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                     | Revégétalisation de secteurs pauvres ou sans terre végétale qui n'auraient été traités (coût trop important) sans apport de compost.                                                                                                                  |                                                                                         | Conseils agronomiques (analyses de sols, dosage d'apport) et de techniques de mise en œuvre adaptées à chaque chantier.                                                                                                                                                                              |
|                                     | Diminution partielle ou totale des apports d'engrais chimique de synthèse (non neutre environnementalement) à l'engazonnement grâce à l'apport de compost.                                                                                            |                                                                                         | Au semis, il est utile d'apporter uniquement un dosage adapté en azote pour la germination des semences. Tous les apports en autres éléments fertilisants ne sont pas nécessaires.                                                                                                                   |
|                                     | Impasse possible sur les fertilisations d'entretien, pas de nécessité d'apport d'engrais chimique. Economie pour la collectivité sur le poste « Engazonnement » des pistes gérées en Régie communale et plus value pour les agriculteurs exploitants. |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                       | Erosion et lessivage du compost lors de fortes pluies                                   | <p><b>MAITRISE DES RUISSELLEMENTS</b></p> <p>Epandage sur sol nu : Création de cunettes sur les pistes de ski avec renvoi des eaux de ruissellement vers un milieu tampon : filtration naturelle.</p> <p>Incorporation au sol du compost épandu sur sol nu quand un passage de broyeur est prévu</p> |
|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                       | Transfert vers les captages d'eau potable de pollution sanitaire (bactérie ou parasite) | <p>Analyses complètes du compost avant le transport sur les pistes.</p> <p>Incorporation au sol du compost épandu sur sol nu quand un passage de broyeur est prévu</p>                                                                                                                               |
| Recyclage du compost boues- du SICM |                                                                                                                                                                                                                                                       | Apport d'un produit à « risque non nul » à l'amont de ressources en eau                 | Etre vigilant sur la qualité et l'homogénéité du compost                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                     | Mise en place d'une filière locale de gestion et de recyclage des boues                                                                                                                                                                               |                                                                                         | Principe de gestion des déchets à l'échelle d'un territoire                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                     | Pas de transfert de ces déchets par camion sur d'autres sites de traitement éloignés (notion de proximité avec plate forme de Saint André)                                                                                                            |                                                                                         | Pollution atmosphérique (due aux transports) limitée                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                     | Maîtrise de la filière de recyclage grâce à une gestion de la STEP, de la plate forme de compostage, de l'orientation des débouchés, des transports et de l'épandage par le SICM                                                                      |                                                                                         | Le SICM doit garder la maîtrise de chaque maillon de la filière de manière à pouvoir contrôler et diriger l'ensemble des partenaires et intervenants                                                                                                                                                 |

Epandage de compost boues en reconstitution de sol et revégétalisation sur les domaines skiables

### **Adéquation produit/surface**

La production 2009 de la STEP du SICM sera de l'ordre de 55,5 t MS/an (277 tonnes de MB à 20 % MS) de boues. La production en 2010 devrait atteindre les 350 t MB et plus ou moins long terme, elle devrait être de l'ordre de 200 t MS/an (1 000 tonnes de MB à 20 % MS). Ceci correspond avec un traitement par compostage de 100 % des boues à une production de compost d'environ 1 300 m<sup>3</sup> par an.

La filière d'épandage de compost, avec un potentiel d'épandage de 1 500 m<sup>3</sup>/an réparti entre le recyclage en revégétalisation et reconstitution de sol sur les 3 domaines skiables permet de faire face à la production de compost actuelle et à plus ou moins long terme. Les surfaces annuelles d'épandage sont des moyennes et dépendent notamment du prévisionnel de travaux en reconstitution de sol et en entretien de végétation suivant les années.

### **Mise en place d'un dispositif de surveillance obligatoire**

Toute opération d'épandage de compost de boues de la STEP du SICM (non normalisé) devra faire l'objet d'un dispositif de surveillance des épandages qui comprend :

- un prévisionnel d'épandage en agriculture (suivant l'arrêté du 08/01/1998) et un prévisionnel détaillé sur pistes de ski à valider par les administrations
- un suivi analytique de la production de boues et des sols
- une planification des opérations d'épandage ;
- un conseil agronomique ;
- un rapport détaillé sur les pratiques d'épandage (doses, périodes, zones réceptrices,...) qui permet une transparence et une traçabilité des opérations d'épandage.

## LISTE DES ANNEXES

\*\*\*\*\*

**Annexe 1 :** Résultats des analyses de boues :

- *analyses agronomiques*
- *analyses des éléments traces métalliques*
- *analyses des éléments traces organiques*

**Annexe 2 :** Résultats des analyses de compost :

- *analyses agronomiques*
- *analyses des éléments traces métalliques*
- *analyses des éléments traces organiques*

**Annexe 3 :** Résultats des analyses de sols des parcelles de référence actuelles

**Annexe 4 :** Réglementation régissant l'épandage de boues

**Annexe 5 :** Conventions des utilisateurs

**Annexe 6 :** Fiche laboratoires

**Résultats des analyses de boues**

# CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Rapport d'analyse Page 1/4

Edité le : 10/03/2009

M. BASSO  
SEM AGRICULTURE-ENVIRONNEMENT  
40 rue du Terraillet

73190 SAINT BALDOPH

Identification dossier : LSE09-8799

Référence contrat : LSEC04-2283

Identification échantillon : LSE0902-21082-1

Doc Adm Client : contrat 2008

NATURE : Boues de step urbaine

ORIGINE : STEP MODANE

Point RNB :

Prélevé le : 20/02/2009

Réceptionné le : 25/02/2009

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 4 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole '#".

Date de début d'analyse : 25/02/2009

| SICCITE          |           |       |              |        |
|------------------|-----------|-------|--------------|--------|
| Essais           | Résultats | Unité | Norme        | Cofrac |
| Matières sèches  | 16.4      | %     | NF ISO 12880 |        |
| Humidité         | 83.6      | %     | NF ISO 12880 |        |
| pH (MS/H2O 1:20) | 6.48      | -     | NF EN 12176  |        |

Identification dossier : LSE09-8799

Référence contrat : LSEC04-2283

Identification échantillon : LSE0902-21082-1

**VALEUR AGRONOMIQUE**

| <i>Essais</i>          |                 | <i>Résultats</i> |               |                  |
|------------------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
|                        |                 | sur sec en %     | sur brut en % | sur brut en kg/T |
| Matières volatiles     | NF EN 12879     | 84.40            | 13.88         |                  |
| Matières minérales     | NF EN 12879     | 15.60            | 2.57          |                  |
| Carbone organique (C)  | NF EN 12879     | 42.20            | 6.92          | 69.2             |
| Azote total (N)        | NF ISO 11261    | 8.14             | 1.33          | 13.3             |
| Azote ammoniacal (NH4) | NF T90-015-1    | 0.43             | 0.0705        | 0.705            |
| Phosphore total (P2O5) | NF EN ISO 11885 | 3.74             | 0.61          | 6.1              |
| Potassium total (K2O)  | NF EN ISO 11885 | 0.75             | 0.12          | 1.2              |
| Magnésium total (MgO)  | NF EN ISO 11885 | 0.56             | 0.09          | 0.9              |
| Calcium total (CaO)    | NF EN ISO 11885 | < 2.5            | <0.41         | <4.1             |
| Rapport C/N            |                 | 5.18             |               |                  |

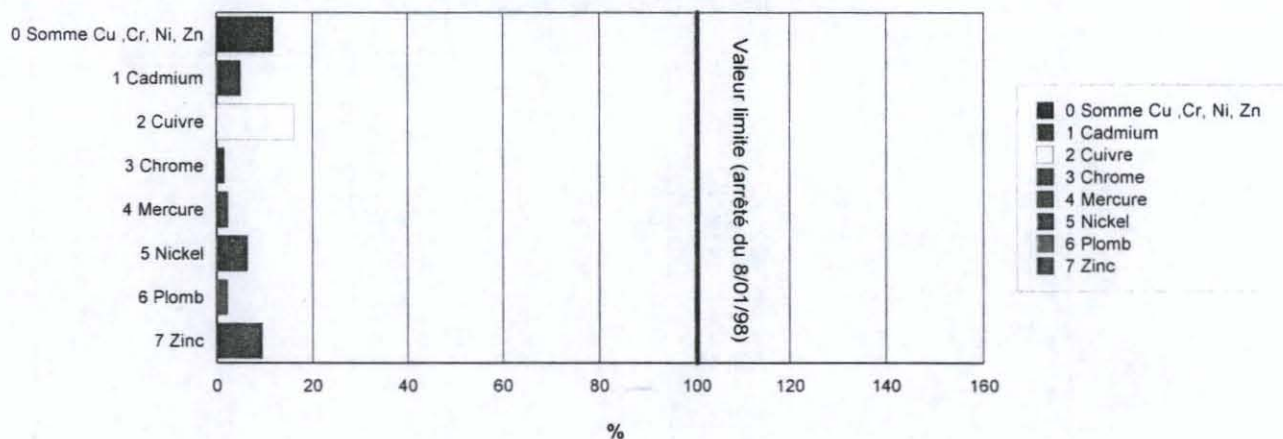
**ELEMENTS TRACES METALLIQUES**

| Essais               | Cofrac | Méthodes                 | Normes          | Valeurs limites d'épandage en mg/kg MS | Résultats en mg/kg MS |
|----------------------|--------|--------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Minéralisation       |        | Eau régale et micro-onde | NF EN 13346     |                                        |                       |
| Cadmium              | #      | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | 10                                     | 0.5                   |
| Chrome               | #      | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | 1000                                   | 16.3                  |
| Cuivre               | #      | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | 1000                                   | 160.8                 |
| Nickel               | #      | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | 200                                    | 12.8                  |
| Plomb                | #      | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | 800                                    | 18                    |
| Sélénium             | #      | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | -                                      | <4.9                  |
| Zinc                 | #      | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | 3000                                   | 282.2                 |
| Mercure              | #      | SAA                      | ISO 17294       | 10                                     | 0.237                 |
| Somme du Cr Cu Ni Zn |        | ICP/AES                  | NF EN ISO 11885 | 4000                                   | 472                   |

Identification dossier : LSE09-8799

Référence contrat : LSEC04-2283

Identification échantillon : LSE0902-21082-1

**GRAPHE ELEMENTS TRACES METALLIQUES****Résultats en pourcentage de la valeur limite d'épandage**

| HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)<br>HPLC/FLD XP X33-012 |                                   |                        |                                |                                   |                        |  |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--|
| Cas général                                                          |                                   |                        | Cas d'un épandage sur pâturage |                                   |                        |  |
| Fluoran-<br>thène                                                    | Benzo<br>(b)<br>fluoran-<br>thène | Benzo<br>(a)<br>pyrène | Fluoran-<br>thène              | Benzo<br>(b)<br>fluoran-<br>thène | Benzo<br>(a)<br>pyrène |  |
| #                                                                    | #                                 | #                      | #                              | #                                 | #                      |  |
| Résultats en mg/kg MS                                                | < 0.131                           | < 0.131                | < 0.131                        | < 0.131                           | < 0.131                |  |
| Valeur Limite en mg/kg MS                                            | 5,0                               | 2,5                    | 4,0                            | 2,5                               | 1,5                    |  |

**GRAPHE DES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES****Résultats en pourcentage de la valeur limite d'épandage**

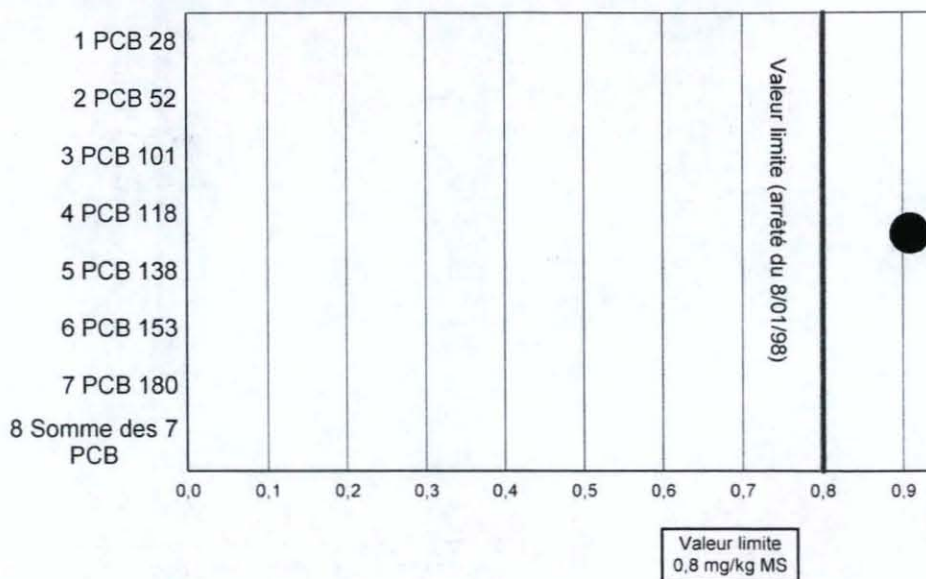
Identification dossier : LSE09-8799

Référence contrat : LSEC04-2283

Identification échantillon : LSE0902-21082-1

**Résultats en fonction de la valeur  
limite d'épandage**

| PCB<br>GC/MS XP X33-012 | Cofrac | mg/kg MS |
|-------------------------|--------|----------|
| PCB 28                  | #      | < 0.015  |
| PCB 52                  | #      | < 0.015  |
| PCB 101                 | #      | < 0.015  |
| PCB 118                 | #      | < 0.015  |
| PCB 138                 | #      | < 0.015  |
| PCB 153                 | #      | < 0.015  |
| PCB 180                 | #      | < 0.015  |
| Somme des 7 PCB         |        | < 0.105  |



Cédric SERRANO  
Technicien de Laboratoire

# CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Rapport d'analyse Page 1/3  
Edité le : 20/08/2009

M. FAVRE  
SEM AGRICULTURE-ENVIRONNEMENT  
40 rue du Terraillet

73190 SAINT BALDOPH

Identification dossier : LSE09-38080  
Identification échantillon : LSE0907-28962-1

Référence contrat : LSEC04-2283

NATURE : Boues de step urbaine  
ORIGINE : Boues brutes de la station d'épuration du SICM STEP MODANE  
COMMUNE : ST ANDRE  
Point RNB :

DEPARTEMENT : 73

Prélevé le : 23/07/2009

Réceptionné le : 29/07/2009

Prélevé par : SEMA AGRICULTURE / Pascal BASSO

Remarques : Flaconnage CARSO-LSEHL

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 3 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole "#".

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Date de début d'analyse : 30/07/2009

## SICCITE

| Essais               | Résultats | Unités | Normes       | Cofrac |
|----------------------|-----------|--------|--------------|--------|
| Matières sèches (*)  | 21.4      | %      | NF ISO 12880 |        |
| Humidité (*)         | 78.6      | %      | NF ISO 12880 |        |
| pH (MS/H2O 1:20) (*) | 7.98      | -      | NF EN 12176  |        |

Identification dossier : LSE09-38080

Référence contrat : LSEC04-2283

Identification échantillon : LSE0907-28962-1

| VALEUR AGRONOMIQUE         |                 |              |               |                  |
|----------------------------|-----------------|--------------|---------------|------------------|
| Essais                     |                 | Résultats    |               |                  |
|                            |                 | sur sec en % | sur brut en % | sur brut en kg/t |
| Matières volatiles (*)     | NF EN 12879     | 73.68        | 15.76         |                  |
| Matières minérales (*)     | NF EN 12879     | 26.32        | 5.63          |                  |
| Carbone organique (C) (*)  | NF EN 12879     | 36.84        | 7.88          | 78.8             |
| Azote total (N) (*)        | NF ISO 11261    | 6.87         | 1.47          | 14.7             |
| Azote ammoniacal (NH4) (*) | NF T90-015-1    | 0.32         | 0.0685        | 0.685            |
| Phosphore total (P2O5)     | NF EN ISO 11885 | 3.60         | 0.77          | 7.7              |
| Potassium total (K2O)      | NF EN ISO 11885 | 0.42         | 0.09          | 0.9              |
| Magnésium total (MgO)      | NF EN ISO 11885 | 0.74         | 0.16          | 1.6              |
| Calcium total (CaO)        | NF EN ISO 11885 | 3.09         | 0.66          | 6.6              |
| Rapport C/N (*)            |                 | 5.36         |               |                  |

| ELEMENTS TRACES METALLIQUES |        |                           |                 |                                        |                       |
|-----------------------------|--------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Essais                      | Cofrac | Méthodes                  | Normes          | Valeurs limites d'épandage en mg/kg MS | Résultats en mg/kg MS |
| Minéralisation              | #      | Eau régale et micro-ondes | NF EN 13346     |                                        |                       |
| Cadmium                     | #      | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | 10                                     | 1.0                   |
| Chrome                      | #      | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | 1000                                   | 29.7                  |
| Cuivre                      | #      | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | 1000                                   | 266.1                 |
| Nickel                      | #      | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | 200                                    | 24.2                  |
| Plomb                       | #      | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | 800                                    | 48                    |
| Sélénium                    |        | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | -                                      | 13                    |
| Zinc                        | #      | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | 3000                                   | 636.7                 |
| Mercure                     | #      | SAA                       | ISO 17294       | 10                                     | 0.791                 |
| Somme du Cr Cu Ni Zn        |        | ICP/AES                   | NF EN ISO 11885 | 4000                                   | 957                   |