



Végétalisation des anciennes décharges et autres fonciers dégradés en Languedoc-Roussillon



CAHIER TECHNIQUE

ADEME



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
Délégation Régionale Languedoc-Roussillon



**Végétalisation des anciennes décharges
et autres fonciers dégradés
en
Languedoc-Roussillon**

Cahier technique

Sommaire

Résumé.....	5
Introduction.....	7
Préparation du projet.....	9
La réflexion préalable.....	9
Les documents de consultation des entreprises.....	10
Le substrat – Constitution du sol support.....	12
Reconstitution d'un sol support.....	12
Une topographie adaptée de l'ouvrage.....	16
Les contextes bioclimatiques du Languedoc-Roussillon.....	17
Le matériel végétal herbacé – Catalogue d'espèces.....	19
Généralités sur la commercialisation des semences.....	20
Espèces herbacées pour bioclimat méditerranéen strict.....	23
Espèces herbacées pour bioclimat méditerranéen sous influence semi-océanique et semi-continentale.....	25
Espèces herbacées pour bioclimat semi-continentale, semi-océanique et montagnard.....	28
Espèces herbacées à large spectre bioclimatique.....	33
Choix des espèces - les mélanges – les semis type.....	36
Le matériel végétal arbustif – Catalogue d'espèces.....	44
Espèces arbustives pour bioclimat méditerranéen strict.....	45
Espèces arbustives pour bioclimat méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale.....	46
Espèces arbustives pour bioclimat semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde.....	47
Espèces arbustives pour bioclimat de type montagnard.....	48
Le matériel végétal arborescent – Catalogue d'espèces.....	49
Généralités sur la commercialisation des plants forestiers.....	50
Espèces arborescentes pour bioclimat méditerranéen strict.....	52
Espèces arborescentes pour bioclimat méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale.....	54
Espèces arborescentes pour bioclimat de type semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde.....	56
Espèces arborescentes pour bioclimat montagnard.....	58
Les autres fournitures.....	59
L'amélioration des propriétés du sol : les amendements.....	59
La nutrition des plantes : les engrais.....	61
La fixation des semences.....	64
Les protections des jeunes plants.....	67
Les autres produits et matériaux.....	68
Mise en œuvre du matériel végétal – Suivi et réception des travaux - Entretien.....	70
Calendrier des travaux.....	70
Les techniques d'intervention.....	70
Le suivi des travaux – Leur réception.....	71
Entretien de la végétation.....	71
Bibliographie.....	73
Glossaire.....	74
Questions – Réponses.....	75
Annexes.....	79
Annexe 1 : Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP).....	79
Annexe 2 : Bordereau des Prix Unitaires (BPU).....	87

Résumé

Encore trop souvent, tant au niveau de la maîtrise d'ouvrage qu'à celui des entreprises de terrassement, on pense que la réussite de travaux de revégétalisation est acquise sans prendre de précautions particulières et que, conformément au vieil adage, « la nature reprendra ses droits ».

Plusieurs opérations de remise en état de décharge récemment achevées montrent qu'il n'en est rien et qu'une amélioration des pratiques en vigueur constitue une nécessité de tout premier ordre.

En effet, la qualité d'un paysage ainsi reconstitué, souvent seul élément aisément visible de la remise en état du site, porte la signature des intentions de l'aménageur, des moyens qu'il a mis en œuvre et atteste de l'ampleur de sa réussite.

L'adaptation des semis herbacés aux particularités de chaque site est un des éléments de cette réussite et cela nous a conduit à proposer dans ce cahier technique des compositions types qui correspondent aux situations bioclimatiques variées rencontrées dans notre région.

Les autres adjuvants mis en œuvre (engrais, fixateur, ...), mais également la préparation préalable des terres de couverture de façon à ce qu'elles puissent constituer un substrat apte à être végétalisé, sont aussi des facteurs techniques à prendre en considération pour mener à bien une opération de végétalisation.

Tous les intervenants de ces travaux, chacun pour ce qui le concerne, veilleront ainsi particulièrement :

- à la qualité des terres supports de la végétation et plus encore à leur mise en œuvre,
- à la maîtrise du ruissellement, notamment en contexte méditerranéen avec des épisodes pluvieux torrentiels fréquents,
- au choix du matériel végétal,
- aux techniques de mise en œuvre (dosage des différents produits, calendrier d'intervention, maintenance et suivi des travaux, ...).

L'expérience montre également qu'au-delà de ces paramètres très factuels, il est nécessaire de mettre en place une procédure adaptée à la spécificité des chantiers de végétalisation. Cela passe par une amélioration de la rédaction des documents de consultation des entreprises, mais aussi par un suivi plus assidu du déroulement des opérations et par une procédure de réception rigoureuse des ouvrages.

En Languedoc-Roussillon, les échecs constatés en végétalisation d'anciens sites de décharges sont autant liés à des facteurs d'ordre organisationnel et financier qu'à des problèmes techniques. Ce cahier technique identifie les conditions d'une réussite de ces travaux et présente des exemples de bonnes pratiques

A travers ce document, le lecteur dispose d'une vue d'ensemble des points essentiels à prendre en compte pour garantir le succès d'une opération de végétalisation. Il dispose également de quelques outils permettant d'orienter le choix des solutions à mettre en œuvre en fonction de la connaissance de quelques descripteurs simples du milieu et des principales caractéristiques de l'ouvrage.

Pour autant, ces outils n'ont pas une portée universelle et leur stricte application ne garantit en rien que la végétalisation soit, dans tous les cas de figure, couronnée de succès. De fortes spécificités locales (bioclimatiques, agronomiques, floristiques, topographiques, ...) peuvent rendre indispensable l'adaptation de ces prescriptions types. Une étude préalable menée par un cabinet spécialisé (écologue, pédologue, agronome...) apportera alors les précisions nécessaires.

Introduction

Au cours des dernières décennies l'augmentation des quantités de déchets produits et la pénurie d'installations adaptées pour leur gestion (déchèteries, plate-forme de valorisation des déchets du bâtiments, plate-forme de compostage, ...) ont conduit à la création de nombreuses décharges, souvent non autorisées¹, de sorte que, pour le seul Languedoc-Roussillon, plus de 1000 lieux de dépôts ont été répertoriés et diagnostiqués [1].

Ces sites, vestiges d'une gestion dépassée des déchets, constituent, selon les contextes, une source potentielle de pollution des eaux ou de l'air, une zone préférentielle de départ de feux et dans tous les cas occasionnent une dégradation de la qualité des paysages. Certains d'entre eux sont déjà remis en état mais un grand nombre doit encore faire l'objet de travaux de réhabilitation.

En Languedoc-Roussillon, depuis la fin des années 1990, près de 300 décharges dont les plus importantes en superficie ou en impact sur leur environnement, ont fait l'objet de travaux de réhabilitation mais environ 680 restent encore à remettre en état [1]. Un bilan de ces premières opérations fait apparaître qu'en général les gros travaux de terrassement et de pose des couvertures sont bien maîtrisés, encadrés par une abondante bibliographie. En revanche, il existe un réel déficit de qualité pour le volet paysager de ces programmes qui pour partie trouve son origine dans des conditions climatiques locales difficiles pour les végétaux. Ce volet n'est cependant pas anecdotique et, constituant l'aspect le plus visible des travaux de remise en état, il conditionne pour une bonne part la réussite du projet qui passe par une modification radicale du comportement des anciens usagers pour lesquels les considérations esthétiques revêtent toute leur importance.

Au rythme actuel des opérations, la reconquête de ces fonciers dégradés devrait s'étaler sur les dix prochaines années et, jugeant l'enjeu considérable, l'ADEME Languedoc-Roussillon a souhaité identifier et diffuser les bonnes pratiques de végétalisation à mettre en œuvre. Ce cahier technique, prioritairement à l'attention des maîtres d'œuvre, cabinets d'étude et entreprises de travaux, reprend en grande partie les préconisations établies par le cabinet de génie végétal Géophyte, mandaté par l'ADEME à cet effet.

Adaptées plus spécifiquement au contexte de la région Languedoc-Roussillon, notamment avec son catalogue d'espèces végétales et ses propositions de semis type, les recommandations de ce guide peuvent néanmoins s'avérer pertinentes pour d'autres territoires.

S'attachant plus particulièrement à la remise en état des décharges non autorisées, les contraintes spécifiques liées au problème des décharges fortement productrices de biogaz² n'ont pas été prises en compte.

¹ Egalement appelées décharges brutes ou communales, elles sont, selon la définition donnée par la circulaire du 20 février 1989 des « décharges de déchets ménagers et assimilés faisant l'objet d'apports réguliers, exploitées directement par une collectivité ou laissées par elle à la disposition de ses administrés alors qu'elles ne bénéficient d'aucune autorisation préfectorale au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ».

² Mélange de dioxyde de carbone, de méthane, d'azote et autres composés traces, le biogaz est issu de la fermentation anaérobie de la fraction organique contenue dans le déchet.

En effet, la majeure partie des déchets stockés dans les décharges communales est composée de déchets de chantiers de bâtiment et travaux publics ou de déchets encombrants de forte taille, non pris en charge par les collectes traditionnelles d'ordures ménagères, présentant pas ou peu de fraction fermentescible. Les déchets verts et parfois les quelques ordures ménagères présentes ont été fréquemment brûlés ou épandus en minces couches non compactées, propices à une dégradation aérobie du carbone organique [2]. L'âge relativement important des déchets stockés dans ces sites milite tout autant en faveur d'une faible émission de biogaz à travers la couverture.

Pour les cas où un dégazage de biogaz à travers la couverture est attendu ou avéré (déchet jeune à forte fraction organique) il conviendra d'en tenir compte de façon spécifique. En effet, présent en grande quantité, le biogaz peut devenir un facteur limitant à l'implantation des végétaux, avec des conséquences négatives sur leur croissance par :

- création de conditions d'anoxie au sein du profil de sol par la remontée de biogaz qui se substitue à l'oxygène dans les interstices pédologiques,
- assèchement du sol substrat de la végétation.

Certaines espèces végétales présentent une plus forte susceptibilité à la présence de biogaz. Elles pourront être utilisées comme indicateurs d'un déficit du dispositif de captage [3], [4].

Préparation du projet

La réflexion préalable

La végétalisation de la couverture d'un massif de déchets réhabilité permet d'assurer trois importantes fonctions :

- la limitation des entrées d'eau dans le massif de déchets par augmentation de l'évapotranspiration. Le couvert végétal retenant et mobilisant une partie des eaux de pluie pour assurer sa propre croissance ;
- la limitation des phénomènes d'érosion des matériaux terreux constituant la couverture. En Languedoc-Roussillon, soumis à des épisodes pluvieux intenses, ces pertes par érosion peuvent s'avérer particulièrement importantes [5] ;
- l'insertion paysagère.

Les usages que l'on peut affecter à une décharge réhabilitée sont divers selon la nature du site concerné. De façon générale, toute construction de bâti est à proscrire mais la vocation ultérieure du site peut être :

- paysagère, en s'insérant dans le contexte naturel environnant,
- écologique, avec reconstitution d'un écosystème naturel,
- récréative ou sportive par reconversion en belvédère, observatoire de la faune et flore locale, arboretum, parcours de santé, aire de jeu,
- pastorale en ouvrant le site au bétail,
- cynégétique en favorisant les conditions de prolifération de la faune cynégétique,
- mellifère en privilégiant l'activité apicole.

En amont de son projet de remise en état, le maître d'ouvrage devra donc s'interroger sur le devenir de ce foncier et faire préparer un programme de travaux adapté à ces contraintes, notamment pour ce qui concerne le choix du matériel végétal, qui peut varier significativement d'un scénario à l'autre.

Les valorisations de décharges en zones agricoles (champs cultivés) ou sylvicoles (bois d'œuvre) ne seront pas traitées dans cette ouvrage. Le lecteur intéressé par ces problématiques pourra utilement consulter sur ce thème le guide sur les réaménagement agricole des carrières de granulats édité par le CEMAGREF en 2002 [9].

Quelque soit l'usage futur du site, les travaux de végétalisation devront permettre l'établissement facile et rapide d'un couvert végétal adapté au milieu (climat, exposition).

En effet, un site de décharge constitue toujours une cicatrice dans le paysage (terre retournée, présence de front de déversement, absence de végétation, déchets apparents, envols, ...). L'un des objectifs de l'opération de végétalisation est donc réinsérer ce foncier dégradé dans son environnement paysager. Pour ce faire, on tentera souvent de recréer des formes paysagères rappelant celles déjà présentes aux abords de la décharge (bosquets, clairières, zones de pâturage, ...). Le massif de déchets sera ainsi remodelé par travaux de déblais remblais dans le massif de déchets jusqu'à obtention de la morphologie souhaitée, avant tout apport de terres de couverture.

A défaut, si l'insertion paysagère de la décharge n'est pas possible, une alternative pourra être de constituer des écrans végétaux masquant la décharge depuis les points de vue les plus sensibles. Il faudra alors choisir un matériel végétal qui puisse assurer ce type de fonction.

La végétalisation d'une décharge va donc bien au-delà d'un simple jeté de graines sur un sol plus ou moins apprêté. Les contraintes à prendre en compte sont multiples. La sensibilité à l'érosion, la sécheresse intrinsèque des sols rapportés, le déficit de matière organique et de nutriments sont autant de facteurs limitants dont il convient de ne pas négliger l'importance. Pour mettre toutes les chances de réussite de son côté, il est nécessaire de mener son projet avec rigueur et méthode dès la phase de rédaction des documents de consultation des entreprises, mais aussi durant la réalisation des travaux et pendant les premiers entretiens périodiques.

Les éléments clés d'une telle démarche sont regroupés dans le tableau suivant :

Méthodologie : étapes clés de la végétalisation
Procédure d'attribution du marché de maîtrise d'œuvre
Etude préalable :
- historique du site
- cortège floristique
- environnement paysager
- objectif d'aménagement (usage ultérieur du site)
- substrat (matériau terreux)
- programme de fertilisation
- maîtrise du ruissellement superficiel (modèle de l'ouvrage)
- matériel végétal
- calendrier des travaux
- objectifs de résultat et garanties
Analyse des offres et mise au point du marché
Rédaction du marché de travaux
Procédure d'attribution du marché de travaux
Suivi et contrôle des travaux (constats d'exécution)
Réception des travaux et constat de parfait achèvement

Ils seront plus ou moins formalisés selon l'ampleur des travaux en jeu et l'importance accordée à chacune de ces étapes devra être adaptée à la nature du site. Par exemple, pour les petits sites, l'adaptation des prescriptions types doit suffire. En dehors d'un contexte particulier (parc naturel, ...) où le maître d'œuvre doit concevoir le projet de végétalisation en fonction des espèces déjà présentes sur le site ou aux environs, dans les zones de transition avec le milieu naturel, l'étude du cortège floristique de proximité ne s'impose pas.

Les documents de consultation des entreprises

La rédaction des documents de consultation des entreprises constitue une étape importante de l'opération de réhabilitation d'une décharge. Cependant certains points restent trop souvent négligés et les articles relatifs à la végétalisation ne contiennent que rarement des clauses aussi essentielles que celles relatives aux critères de réception des travaux (taux de couverture, taille maximale des zones pelées, ...), aux modalités d'entretien ou aux opérations exigibles au titre des garanties.

Souvent est même laissée à l'appréciation des entreprises soumissionnaires, la composition des semis herbacés ou la nature des espèces arborées ou arbustives souhaitées.

Les délais de garantie que l'on trouve couramment fixés à un an, ne sont pas non plus suffisamment étendus pour valider la bonne implantation d'un couvert semé ou de la reprise correcte d'un végétal planté.

La qualité des prescriptions techniques contenues dans les documents de consultation des entreprises, l'analyse des offres et la mise au point du marché conditionnent ainsi en partie la réussite ou l'échec de la végétalisation.

Les maîtres d'œuvre de travaux de remise en état des décharges n'ont cependant pas toujours des compétences particulières en génie végétal. Une des ambitions de ce document est d'apporter le minimum d'informations nécessaires pour conduire au mieux ces opérations. Pour des contextes très spécifiques : ouvrage de taille importante ou proximité d'espaces naturels remarquables, il pourra être utile de mandater un bureau d'étude spécialiste des ces questions.

Le cahier des charges techniques particulières (CCTP) doit définir avec précision les objectifs à atteindre en fonction du contexte (taux minimum de recouvrement, présence/absence des espèces semées, seuil maximum de mortalité des plantations...) et déterminer les modalités des constats correspondants en terme de date et de méthode d'évaluation (par exemple, l'évaluation du recouvrement par les espèces semées est estimée visuellement sur 1m² représentatif). Il doit également définir une période de garantie en adéquation avec la nature des travaux et, si les objectifs ne sont pas atteints au terme du délai de garantie, les prestations qui seront exigées de la part de l'entreprise à ses frais. On y précisera bien sûr la nature des fournitures exigées (semences, engrais, produits fixateurs, amendement organique, géotextiles, plants ligneux...), leur quantité, leur dose d'apport, une description du site à réhabiliter et les mètres des surfaces à végétaliser. On trouvera en annexe une proposition de rédaction type de CCTP concernant la végétalisation.

Une rédaction précise des pièces du marché travaux doit permettre aux entreprises soumissionnaires de formuler des offres détaillées et pertinentes rendant ainsi possible une comparaison équitable de ces propositions.

La qualité de l'opération est étroitement liée au choix de l'entreprise de travaux. On ne saurait trop recommander, dans la mesure du possible, d'effectuer une visite des décharges citées en référence comme réhabilitée par l'entreprise. On peut aussi, en matière de marchés publics de travaux, exiger des candidats un certificat de qualification professionnelle prouvant qu'ils ont la capacité, la technologie et les ressources humaines voulues pour réaliser les travaux. Concernant, les aménagements paysagers, les titres de qualification sont délivrés aux entreprises du paysage par QUALIPAYSAGE (www.qualipaysage.org). Pour l'activité « végétalisation par projection », il existe une qualification spécifique à trois niveaux d'intervention : un niveau de base (V610) pour des entreprises qui réalisent accessoirement des travaux de végétalisation, un second niveau (V610) qui correspond à la reconnaissance d'un savoir-faire spécifique de l'entreprise capable de réaliser des chantiers importants et un troisième niveau (V620) qui reflète des véritables spécialisations de l'entreprise capable de réaliser simultanément plusieurs chantiers importants.

Quelque soit le degré de qualité de rédaction de ces différents documents et le niveau théorique de qualification de l'entreprise, un suivi minimum des travaux par le maître d'oeuvre reste indispensable.

Le substrat – Constitution du sol support

Les matériaux terreux disposés en couverture d'une décharge doivent permettre de reconstituer un sol ayant des qualités agronomiques adaptées à la réussite du projet de végétalisation envisagé.

La couche superficielle de la couverture constitue le substrat de la végétation, support d'ancrage et de prospection des racines des plantes, dans lequel elles doivent trouver en quantités suffisantes, les ressources nutritionnelles (eau, nutriments, éléments minéraux) nécessaires à leur croissance et à leur développement.

La mise en place des matériaux terreux est un des points clés de la réussite des travaux. Elle doit se faire de façon à obtenir un substrat :

- doté d'une bonne structure fragmentaire de la terre permettant la pénétration des racines, de l'air et de l'eau,
- doté d'une bonne richesse organique et minérale permettant de satisfaire les besoins nutritifs des plantes,
- favorisant le développement d'une vie biologique indispensable à la fertilité du sol.

Reconstitution d'un sol support

La terre végétale est la couche superficielle d'un sol prospectée par le système racinaire des plantes au sein de laquelle se produit une forte activité biologique microbienne, en lien avec une teneur en matière organique comprise usuellement entre 1 et 2 %. Cette qualité de sol n'est pas toujours disponible dans les conditions économiques des chantiers de remise en état de décharge. On dispose souvent de sols bruts, remaniés à la suite de chantiers de terrassement excédentaires en déblais terreux. Il est alors nécessaire d'enrichir ces matériaux de façon à favoriser les conditions de reprise du couvert végétal souhaité.

Une qualité adaptée

A la différence des terres agricoles, un substrat en végétalisation n'a pas de vocation productive et les sites végétalisés ne font pas, à l'exception de ceux remis en pâture, l'objet d'exportation de matière (récolte, fauche, pâture...).

L'objectif principal de la végétalisation est de créer un écosystème autonome où le stock de matière organique du sol se régénère par la décomposition progressive des parties mortes des végétaux (tiges, feuilles...).

La qualité d'un substrat destiné à être végétalisé s'apprécie en fonction de sa capacité à pouvoir amorcer et maintenir une dynamique de végétation suffisamment forte pour assurer la pérennité du couvert végétal.

Il convient donc, sitôt identifiées les terres pressenties pour être mises en œuvre dans la couverture, de s'assurer de leur niveau de qualité. Une analyse agronomique devra alors être le plus souvent réalisée sur un échantillon représentatif (NF X31-100) des terres disponibles. Les critères permettant d'apprécier cette qualité sont simples et peu coûteux en terme d'analyses. Ils sont indispensables pour arrêter une stratégie cohérente de fertilisation des sols. Ils concernent :

- **la texture**, qui détermine la part d'argiles (taille < 0,002 mm), de limons (taille entre 0,002 et 0,05 mm) et de sables (taille entre 0,05 et 2 mm) d'un substrat. Par exemple, les sols sableux sont filtrants alors qu'à l'inverse les sols argileux sont à l'origine de phénomènes d'hydromorphie pouvant avoir un impact sur le développement racinaire.

Dans le même ordre d'idée, un sol très limoneux pourra engendrer un phénomène de battance à l'origine de la formation d'une croûte indurée à la surface du sol. En végétalisation, une texture **équilibrée de type limon moyen sableux, limon sablo argileux ou argilo sableux** constitue un bon compromis. Une teneur en sables inférieure à 50% et une teneur en argiles restant comprise entre 10 et 25% constituent les facteurs limitants à retenir en végétalisation. La texture influera sur la capacité du sol à maintenir de bonnes conditions d'aération des racines et de rétention capillaire de l'eau ;

- **le pH**, qui permet de déterminer si le substrat est acide, neutre ou basique. Le pH agit d'une part directement sur le niveau de disponibilité des éléments nutritifs présents dans le substrat, mais aussi sur l'activité microbienne du sol à l'origine de la décomposition de la matière organique et de sa minéralisation. Un pH compris **entre 6,5 et 8** est favorable à l'installation d'une couverture végétale de type herbacée³ ;
- **le taux de matière organique** qui intègre la matière organique fraîche (racines, pailles, engrais verts enfouis) rapidement minéralisable, et donc facilement assimilable par le système racinaire des plantes, et la matière organique stable ou "humus" qui est synthétisée à la suite de phénomènes de dégradation microbienne et se décompose lentement.

La matière organique constitue un stock de nutriments dans lequel peuvent venir puiser les racines des plantes. Elle influe aussi directement sur la capacité de rétention en eau du sol. En végétalisation, un substrat ayant un taux de matière organique **supérieur à 1%** est considéré comme apte à être végétalisé ;

- **les taux d'azote total, d'anhydride phosphorique et de potasse** qui permettront d'adopter une stratégie de fertilisation adaptée au site. Les valeurs guides⁴ proposées par le SETRA [10] respectivement **entre 0,80 et 1,20 ‰ pour l'azote, entre 0,18 et 0,28 ‰ pour le phosphore et entre 0,18 et 0,26 ‰ pour le potassium** pourront usuellement être retenues comme critère de choix si la terre doit être fournie par l'entreprise ou comme référentiel de fertilisation si le gisement de terre est déjà identifié ;
- **le rapport carbone organique/azote total⁵** (rapport C/N). C'est un indicateur de la richesse de l'humus en azote et de sa rapidité de minéralisation. Un rapport C/N élevé est signe d'une activité microbienne du substrat faible et donc d'une décomposition lente de la matière organique. Le substrat aura alors une capacité limitée à répondre aux besoins nutritionnels des plantes. Un rapport C/N trop faible n'est pas favorable non plus car il révèle une quantité limitée d'humus due à une très rapide décomposition. Un rapport **C/N compris entre 8 et 12** est considéré suffisant pour envisager l'installation d'une couverture végétale pérenne.
- **la pierrosité** sera appréciée visuellement en estimant la teneur en éléments grossiers dont les diamètres sont compris entre 2 cm et 20 cm environ et qui réduisent d'autant la capacité nutritive du sol, mais peuvent favoriser le drainage. Elle devra rester inférieure à **30 ‰**.

Les maîtres d'ouvrage n'ont pas toujours pleine latitude pour trouver des terres de qualité requise. Deux cas de figure se rencontrent usuellement :

- le maître d'ouvrage peut profiter de l'opportunité économique que constitue souvent la fourniture d'excédents terreux issus d'autres chantiers de terrassement (création de

³ Pour le cas particulier des espèces à gazon, les pH les plus favorables sont compris entre 6 et 7.

⁴ Taux exprimé sur matière sèche de la fraction fine des terres concernées

⁵ L'azote total comprend les composés azotés solubles (nitrates et ammonium) et la fraction azotée immobilisée (azote organique).

bassin, ZAC, ...). Les bonnes pratiques recommandent alors de réaliser, en préalable, des analyses agronomiques sur un échantillon représentatif de façon à imposer les éventuels amendements nécessaires. Idéalement l'entreprise excave ces terres en séparant les horizons superficiels, (50 premiers centimètres) appelés horizon végétal, des horizons plus profonds. Ces différents horizons seront remis en place sur la décharge en respectant une stratification analogue à celle du site d'extraction ;

- dans l'autre cas, la fourniture des terres est assurée par l'entreprise et l'appel d'offre doit définir une qualité minimale des terres acceptées. Afin de lutter contre les pratiques d'emprunt dans le milieu naturel, le maître d'ouvrage demandera des assurances sur la provenance des terres. Il est souhaitable d'exiger la fourniture d'un matériau terreux de bonne qualité, de type « terre arable », c'est-à-dire, à minima, provenant d'un décapage superficiel. Les matériaux provenant d'un horizon inférieur à 30/40 cm de profondeur sont à proscrire. Le cahier des charges peut imposer des taux minimum de matière organique, d'azote, phosphore et autre potassium.

L'examen approfondi de plusieurs cas récents de travaux de remise en état de décharge montre que les pratiques d'analyse agronomique préalable des sols ne sont pas courantes et que, lorsqu'elles ont lieu, elles ne sont pas prises en compte pour déterminer la nature et la quantité de fertilisants et/ou d'amendements épandus.

Un cas a même été relevé pour lequel des échantillons de terre ont été prélevés en vue d'analyse le jour de l'ensemencement où 200 kg/ha d'engrais NPK 4-20-20 et 800 kg/ha d'engrais organo-minéral 5-5-5 ont été épandus !

A posteriori et dans le cadre de l'étude précitée [2] des échantillons représentatifs de terres de couverture ont été prélevés à des fins d'analyses détaillées. Ces matériaux issus de chantiers de terrassement locaux ont en commun un caractère relativement basique dû à la localisation géographique des chantiers, une texture relativement équilibrée (limon argilo sableux) et une sensibilité au tassement très importante, qui n'est pas suffisamment prise en compte par les entreprises de terrassement tout au long des opérations de manipulation des terres. Cette relative homogénéité des caractéristiques physiques des sols ne se retrouve plus lorsque l'on regarde les besoins en potassium, phosphore, azote ou matière organique, qui pourront varier de 0 à plus de 900 unités fertilisantes au regard des valeurs guides du SETRA. Si besoin en était encore, la nécessité d'une approche adaptée à chacun des sites se voit une fois de plus confirmée.

Les pratiques actuelles doivent donc absolument être modifiées, en conformité avec les règles de l'art, car la qualité des matériaux terreux constitue un facteur primordial de la réussite de la végétalisation.

En matière de réaménagement de décharge, il est fréquent de constater que le matériau terreux destiné aux aménagements paysagers est généralement de même nature et de même origine que le matériau destiné à la couche sous-jacente de faible perméabilité. Cette situation, paradoxale au regard des règles de l'art, s'explique par des contraintes économiques. On cherchera alors à en atténuer les conséquences négatives en adoptant des pratiques de mise en œuvre différentes, avec un compactage jusqu'à l'optimum Proctor pour la couche inférieure et une mise en place sans compactage avec un amendement adapté pour la couche supérieure destiné à assurer un substrat au matériel végétal choisi.

Une quantité suffisante

Les exigences sur la qualité des terres doivent s'accompagner de prescriptions sur les épaisseurs mises en place après tassement des premières pluies. On retient généralement la

nécessité de 10 à 20 cm de terre végétale pour un couvert herbacée, de plus de 40 cm pour des arbustes et de plus de 60 cm à 1,50 pour des arbres selon qu'ils soient à enracinement superficiel ou plus profond.

Ces épaisseurs sont recommandées en fonction de la profondeur moyenne de prospection du chevelu racinaire d'une couverture végétale. Elles visent notamment à éviter tout contact entre les racines des plantes et les déchets sous-jacent.

Dans le cas où la faible épaisseur de la couche de finition en place ne permet pas de réaliser des plantations de façon uniforme, on peut privilégier l'implantation de bosquets d'arbres sur des monticules de dimension suffisante pour permettre l'ancrage et le développement des racines.

Indépendamment de la qualité des matériaux terreux, une épaisseur minimale de 1 m est usuellement retenue de façon à tenir compte, entre autres, des contraintes d'isolement des déchets de l'extérieur, de la constitution d'une bonne réserve en eau utilisable par le couvert végétal et de la perte des matériaux par érosion.

Une mise en œuvre appliquée

Le matériau terreux est un matériau vivant à manipuler avec précaution si l'on veut qu'il conserve ses qualités agronomiques. Plusieurs précautions élémentaires doivent être prises par l'entreprise de terrassement tout au long des travaux :

- la période entre le décaissement d'une terre végétale et sa mise en œuvre doit être la plus courte possible afin de limiter les risques de détérioration des qualités agronomiques, physiques et biologiques du substrat ;
- la zone de stockage temporaire des terres sera clairement identifiée, matérialisée de façon à être préservée du passage des engins,
- le régalage des terres végétales sera réalisé selon un schéma d'organisation basé autour du repli progressif du chantier, de manière à ne pas compacter la terre fraîchement mise en place. Si l'organisation du chantier en repli n'est pas possible, il faudra opter pour des engins de terrassement à faible portance (pneus basse pression, chenilles élargies) de manière à limiter le plus possible les phénomènes de compaction ;
- les opérations de manipulation de terre végétale (décapage, reprise, épandage) sont réalisées par temps sec ou après ressuyage (24 heures au moins après les dernières pluies),
- le matériau terreux ne doit pas être tassé, lissé, cylindré, ...

Lorsqu'un stockage prolongé de plusieurs semaines de la terre végétale s'avère incontournable sur le site, il est souhaitable de mettre en place certaines mesures préventives afin de préserver la qualité du matériau :

- entreposer les volumes de terre sous forme d'andains de petites tailles (hauteur maximale comprise entre 1 et 1,50 m) pour éviter l'asphyxie de la vie microbienne par phénomène de compaction ;
- éviter le lessivage des éléments fertilisants par la pluie, en recouvrant les andains d'une bâche imperméable, soit, dans le cas où la période de stockage s'étale sur plusieurs mois, installer une couverture végétale sur le tas de terre à l'aide d'un semis adapté privilégiant les légumineuses.

En cas d'apport d'une terre végétale de mauvaise qualité sur le plan de la vie microbienne, il est conseillé de laisser reposer la terre sur une période pouvant varier de 2 à 6 mois avant d'envisager le semis ou les plantations. Ce repos est nécessaire pour réactiver l'activité de la

pédofaune et ainsi réamorcer les fonctions biologiques d'un sol. En solution alternative plus rapide, on peut incorporer au substrat en place, en petite dose, un amendement organique faiblement mûré. Cet amendement contient une vie microbienne intense qui favorisera le réensemencement microbien du volume de terre végétale.

Une topographie adaptée de l'ouvrage

L'inclinaison de la pente et la longueur du talus sont deux paramètres majeurs qui conditionnent en partie le niveau d'érosion superficielle d'un terrain. Une inclinaison de pente de 2V / 3H (34 °) est la valeur limite usuellement retenue pour distinguer les pentes faibles des pentes fortes. En contexte de réhabilitation de décharge où la couverture est constituée de matériaux terreux rapportés, un objectif de 1/3 (18 °) sera systématiquement recherché, 2/3 demeurant une valeur extrême à ne pas dépasser⁶.

Le problème du ruissellement superficiel doit en priorité être traité en amont du semis ou des plantations, dès les premiers terrassements de la couche de finition.

Par exemple le ruissellement superficiel pourra être maîtrisé par la mise en place d'un réseau de cunettes primaires, secondaires et de descentes d'eaux canalisant des eaux de pluie que reçoit l'ouvrage. Le ruissellement issu de l'impluvium amont sera, dans tous les cas, détourné et des précautions particulières seront prises au niveau de la connexion de ces ouvrages avec le terrain naturel ou les fossés déjà existants.

La scarification de la couche de finition une fois posée, en travers de la plus grande pente, est une solution intéressante et peu coûteuse à mettre en œuvre. Elle perd néanmoins de l'efficacité sur des terrains à forte déclivité et/ou lorsque les précipitations sont trop importantes.

Selon les contextes on se retrouvera parfois dans l'impossibilité technique de pouvoir suffisamment coucher les talus. Les géotextiles limitant les phénomènes d'érosion trouveront alors leur pleine utilité.

En contexte méditerranéen sujet à des précipitations violentes, une attention particulière sera portée à ces aménagements de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement (nature et dimensionnement).

⁶ La longueur du talus joue également un grand rôle et le SETRA [10] retient, avec un inclinaison supérieure à 3/2, une valeur seuil de 5 mètres au-delà de laquelle seuls quelques centimètres de matériau terreux peuvent être mis en place.

Les contextes bioclimatiques du Languedoc-Roussillon

La région Languedoc-Roussillon est soumise à l'influence de quatre systèmes climatiques distincts : méditerranéen, semi-continentale, semi-océanique, et montagnard.

Le bioclimat méditerranéen se caractérise notamment par une sécheresse estivale marquée, période difficile pour les plantes qui doivent être capables de résister à un déficit hydrique pouvant s'étaler sur plusieurs mois consécutifs. Les pluies s'expriment le plus souvent de manière irrégulière et très ponctuelle, à l'automne ou au printemps. La violence de certaines d'entre elles peut être à l'origine de dégâts importants tels des inondations ou des glissements de terrain. L'hiver méditerranéen est en général doux avec de rares épisodes de gelées.

Le bioclimat semi-continentale provoque sur une année de forts écarts de température entre des hivers rudes accompagnés d'épisodes de gelées marquées et une saison estivale pouvant être très chaude. Les pluies les plus abondantes se produisent en été sous forme d'orages. L'hiver est relativement sec et les basses températures transforment les précipitations en chutes de neige. Sous ce type de climat, la végétation reste exposée à des périodes ponctuelles de déficit hydrique au cours de l'été, alors qu'en hiver les plus sévères gelées peuvent être fatales à certaines plantes.

Assez peu présent sur le Languedoc-Roussillon, le bioclimat semi-océanique occasionne des étés relativement frais et des hivers assez doux. Les précipitations sont suffisamment bien réparties tout au long de l'année, avec toutefois un cumul plus important en hiver, de sorte que les plantes ne sont, en général, pas confrontées à un déficit hydrique estival.

Corrélée à l'altitude, l'influence montagnarde se caractérise par des précipitations abondantes tout au long de l'année, sous forme d'importantes chutes de neige en hiver. Les hivers sont en général très froids à rigoureux, alors que les étés peuvent être frais à chauds, avec des orages violents et fréquents qui assurent l'essentiel des précipitations. Plus l'altitude est élevée moins les plantes ont de temps pour assurer leur cycle de végétation annuel (développement végétatif et reproduction).

La zone climatique méditerranéenne s'étend jusqu'aux versants sud des massifs montagneux des Cévennes à l'Espinouse et aux pieds des Pyrénées. L'influence océanique se fait sentir sur le Lauragais et se retrouve aussi sur les versants occidentaux des montagnes de l'Aubrac, de la Montagne Noire et de la Vallée de l'Agout. Le nord et nord-est de la Lozère affrontent des conditions climatiques nettement plus continentales.

Il faut toutefois noter que cette répartition géographique des zones d'influence climatique varie notablement selon les auteurs consultés.

La région Languedoc-Roussillon étant soumise à plusieurs influences climatiques il est apparu nécessaire d'avoir une approche plus fine, à l'échelle des territoires homogènes, tels que définis dans la carte n°1. Cette échelle est également plus adaptée à la problématique qui nous occupe de végétalisation des décharges. L'objectif étant de proposer des espèces végétales adaptées, une répartition différente de l'approche usuelle décrite ci-dessus a été retenue en distinguant deux types de climats méditerranéens et en rapprochant l'influence semi-océanique de l'influence semi-continentale. Cette nouvelle répartition distingue plus nettement le périmètre soumis à un climat méditerranéen à caractère renforcé présentant un déficit hydrique de plus de deux mois consécutifs en été.

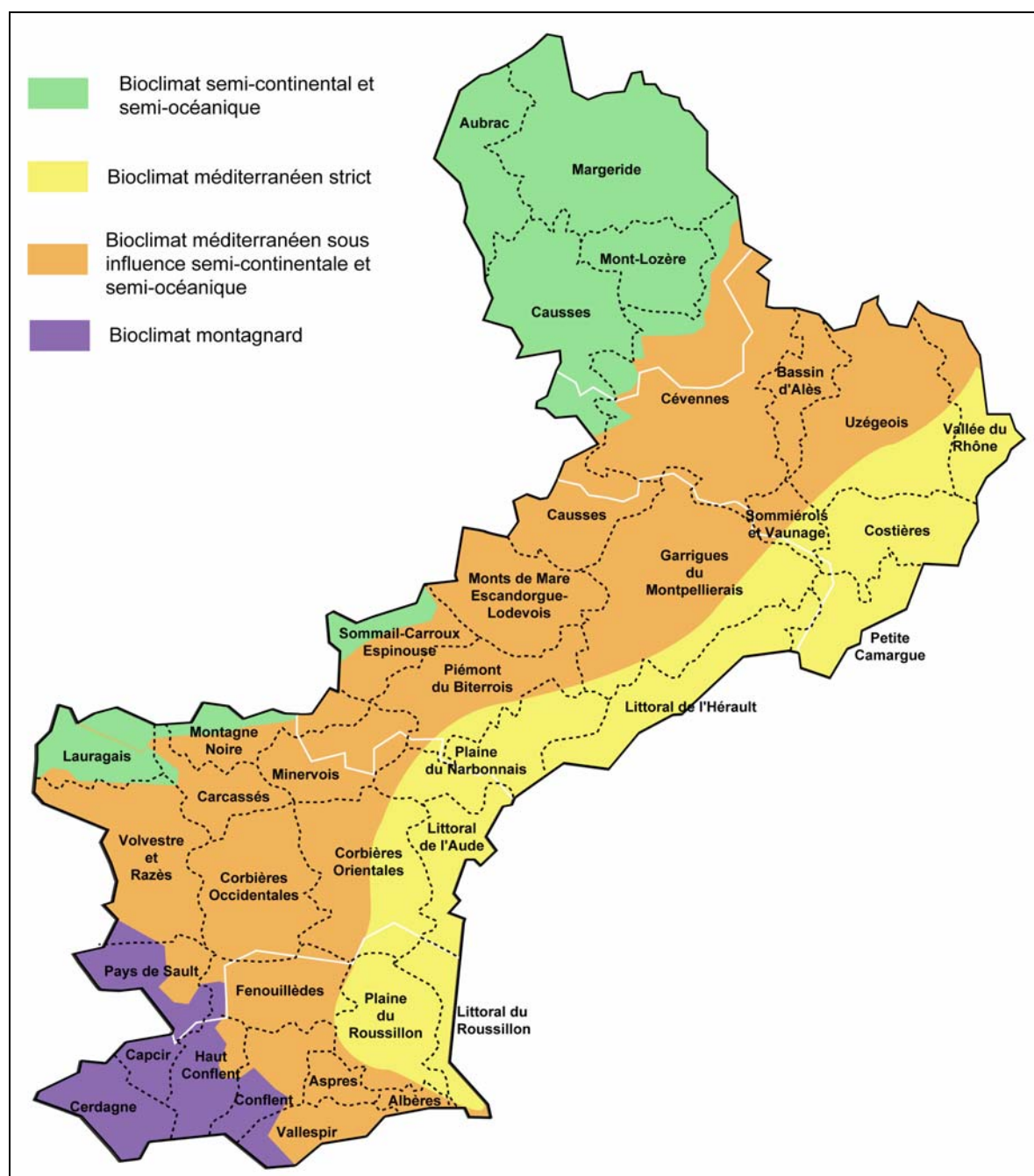


Figure 1 : Carte climatique des territoires régionaux

La connaissance bibliographique du bioclimat local constitue une information nécessaire mais pas suffisante pour arrêter le choix du matériel végétal dans le cadre d'une opération de végétalisation de décharge. Elle doit être confrontée aux observations de terrain réalisées lors de l'étude exploratoire du site à végétaliser.

En effet, plusieurs facteurs tels que l'orientation du site, sa pente, son altitude ou encore la nature du substrat en place, peuvent influencer considérablement sur les effets des conditions climatiques locales.

Par exemple, il n'est pas impossible qu'une décharge située en contexte bioclimatique de type semi-continental mais exposée au sud, en terrain incliné et avec un substrat majoritairement minéral, soit colonisée spontanément par des espèces végétales méridionales, voire méditerranéennes.

Le matériel végétal herbacé – Catalogue d'espèces

Dans le matériel végétal herbacé on distinguera trois grandes familles : les graminées, les légumineuses et les plantes à fleur.

Les graminées constituent la famille végétale majoritaire au sein des couverts herbacés. Leur rusticité ainsi que leur rapidité d'installation font qu'elles sont systématiquement incorporées dans les mélanges de semences utilisés en végétalisation. Certaines graminées sont en outre connues pour leur qualité fourragère, ce qui peut s'avérer utile dans le cadre d'opérations de végétalisation avec vocation pastorale ultérieure du site remis en état.

Les « légumineuses » regroupent les espèces herbacées qui ont la propriété de fixer au sein de leur système racinaire l'azote atmosphérique contenu dans l'air du sol. Cette caractéristique physiologique permet ainsi à ces espèces d'être pour partie autonomes du point de vue de leur nutrition azotée. D'autre part, elles permettent d'améliorer progressivement la teneur en azote du sol en place.

La dernière famille de plantes, dite "plantes à fleurs", regroupe l'ensemble des espèces végétales de la strate herbacée qui n'appartiennent ni à la famille des graminées, ni à celle des légumineuses. La floraison de ces espèces apporte des touches de couleur au couvert herbacé. Cette famille est fréquemment utilisée en végétalisation dans l'objectif de recréer une "ambiance végétale naturelle».

Dans l'élaboration d'une composition d'un mélange, la part des graminées, légumineuses et plantes à fleurs doit être raisonnée en fonction de l'ensemble des paramètres du projet et notamment de l'adéquation avec les caractéristiques physiologiques de chacune de ces grandes familles et de leur complémentarité au sein du couvert végétal souhaité. Une attention particulière doit être portée sur la mise en concurrence des espèces entre elles.

Dans le monde végétal, plusieurs stratégies coexistent pour qu'une espèce herbacée puisse survivre. Pour les plantes dites « annuelles », « biennuelles » ou « pluriannuelles », le cycle de vie de chaque individu est limité de une à quelques années. La survie de l'espèce est assurée par une production grainière abondante qui permet de maintenir une présence tant que les conditions du milieu restent favorables.

Pour les espèces dites "pérennes", le mode de reproduction végétatif est privilégié au détriment de la production grainière. La reproduction végétative permet chaque année l'émergence de jeunes pousses à partir d'organes d'une plante adulte, par exemple avec des rhizomes, des stolons, ou des bourgeons racinaires.

En végétalisation, les espèces pérennes présentent un avantage indéniable sur les autres espèces car une fois leur implantation réussie, elles restent présentes tout au long de l'année. Pour celles dont les organes aériens ne disparaissent pas, leur rôle est évidemment primordial dans la protection des sols et l'insertion paysagère des ouvrages. En revanche, les espèces annuelles, uniquement sous forme de semences une partie de l'année, remettent ainsi chaque année en jeu leur présence sur le site. Leur étroite dépendance vis à vis des conditions bioclimatiques pour leur germination est évidente. Durant toute cette période, ces espèces n'ont plus aucun rôle dans la protection des sols et dans l'insertion paysagère des ouvrages.

Généralités sur la commercialisation des semences

En France le négoce des semences est encadré par un dispositif réglementaire différent selon les espèces considérées. Ainsi le service officiel de contrôle et de certification (SOC), émanant du ministère de l'agriculture, assure un suivi qui garantit des caractéristiques minimales de pureté spécifique, d'identité variétale, de faculté germinative, ... [6]. Ce contrôle s'exerce de la production à la commercialisation, en passant par le conditionnement. Il concerne les semences dites de catégories « certifiées » et « commerciales », par exemple la luzerne cultivée (*medicago sativa*) ou le sainfoin cultivé (*onobrychis viciifolia*).

D'autres espèces relevant de la catégorie « semence », l'achillée millefeuille (*achillea millefolium*) par exemple, sont redevables d'un contrôle uniquement interne qui engage la responsabilité du producteur sur la qualité et la conformité de sa fourniture.

Enfin, pour un grand nombre d'espèces, les semences sont en vente libre et ne font l'objet d'aucune réglementation particulière.

Il existe une corrélation entre le niveau de disponibilité commerciale d'une espèce et la qualité des lots de semences. Les semences d'une espèce produites par de nombreux producteurs, le cas échéant dans différents pays, ont une disponibilité élevée et sont soumises à une réglementation qui permet de garantir un niveau de qualité minimum établi. Le respect des paramètres de qualité des semences est quasi systématiquement assuré pour les semences dites « certifiées » ou « commerciales ». On ne retrouve pas ce même niveau d'assurance pour les espèces réglementées « semences » et moins encore pour les espèces non soumises à réglementation, pour lesquelles on peut trouver des lots avec des taux de germination et de pureté très variable.

Les mélanges sont exprimés en pourcentage de masse des différents constituants. Nous verrons que d'autres variables, telles la répartition entre graminées et légumineuses, l'agressivité des espèces en présence, la taille des graines et donc la densité des individus, doivent être pris en compte dans la mise au point d'un mélange. Les mélanges sont obligatoirement certifiés dès lors qu'ils contiennent au moins une espèce à certification obligatoire.

Le prix des semences est en règle générale inversement proportionnel à leur disponibilité commerciale. Ainsi, les semences les moins coûteuses correspondent aux espèces produites en très grande quantité, alors que celles qui sont disponibles en faible quantité sont globalement les plus chères.

Les espèces les plus économiques se négocient à des prix compris entre 1 et 3 euro HT/kg. Il s'agit d'espèces fourragères et à gazon. Dans une gamme moyenne de prix, on trouve des semences vendues de 3 à 8 euros HT/kg. Les espèces à prix élevés peuvent atteindre plusieurs centaines à plusieurs milliers d'euros le kg. Il convient alors d'être particulièrement prudent sur la qualité des lots et notamment le taux de pureté spécifique et le taux de germination. Pour ces espèces, même si les quantités incorporées dans les mélanges sont faibles, les niveaux de prix peuvent être excessifs, d'autant plus qu'il n'est pas sûr que la compétition avec les autres composants du mélange leur permette de s'exprimer réellement et de jouer un rôle significatif dans le projet paysager attendu. Il convient dans ce cas de valider en amont l'intérêt et la nécessité de leur présence dans le mélange.

L'origine des lots de semences (lieux de production, de collecte et origine biogéographique des semences mères mises en terre pour lancer les productions) est un critère important, car plus les similitudes entre l'origine de lots de semences et le site à végétaliser sont grandes, plus le matériel végétal sera adapté au site.

L'expérience montre cependant qu'il est difficile de retrouver systématiquement ce type d'information. Les lots de semences peuvent :

- venir de très loin (la Nouvelle-Zélande pour l'achillée millefeuille ou la houlque laineuse, le Canada pour le brome érigé ou le mélilot officinal, l'Ukraine pour le sainfoin cultivé, les Etats-Unis pour le lin pérenne, la canche cespiteuse ou la grande marguerite),
- venir d'un pays européen (l'Allemagne pour l'anthyllis vulnérable, la petite pimprenelle, la Hongrie pour la coronille variée, le Portugal pour le plantain lancéolé),
- ou être produits et collectés plus localement, dans les départements français où sont implantés quelques semenciers/producteurs, principalement dans le Sud-est (Alpes de Haute Provence, Ardèche, Drôme, Vaucluse...).

A cet égard, il convient de signaler l'initiative lancée par le Conservatoire Botanique Pyrénéen ayant pour but de mettre en place des productions de quelques espèces locales pour la végétalisation d'espaces montagnards dégradés (pistes de ski, talus, ...).

Pour autant, hormis le problème des impuretés (espèces adventices), les lots produits à l'étranger ne sont pas forcément à proscrire et parfois, pour certaines espèces, il n'y a pas d'autres alternatives. Par exemple, la variété Mauguio de la luzerne polymorphe ou encore la variété Provence du trèfle souterrain sont quasi-exclusivement produites en Australie bien que sélectionnées par des équipes françaises à partir d'écotypes méditerranéens français.

Les espèces végétales herbacées disponibles sur le marché des semences sont donc particulièrement nombreuses. Tenant compte de critères de disponibilité sur le marché de quantités suffisantes, de pérennité de la production sur le moyen terme (au moins dix ans) et d'un intérêt technique reconnu (cynégétique, ornemental, ...) en matière de végétalisation de décharges, un catalogue d'espèces adaptées au contexte régional a pu être constitué [2].

Elles ont été réparties, en fonction de leurs aptitudes et préférences entre 3 bioclimats. En effet, les caractéristiques de ces espèces et la localisation des sites à végétaliser, rarement en haute altitude même dans le cas des communes de montagne, n'ont pas justifié de distinguer plus particulièrement le contexte bioclimatique montagnard du contexte semi-océanique et semi-continental. En revanche, a été constituée une quatrième liste regroupant les espèces herbacées à large spectre bioclimatique plus ou moins indépendantes des conditions bioclimatiques.

Chacune des espèces recensées a fait l'objet de recherches bibliographiques dans le but de caractériser leur profil écologique au sens large (préférences climatiques, pédologiques, agronomiques...). Ainsi ont été renseignés sept champs d'information principaux, retenus en fonction de l'intérêt qu'ils peuvent présenter pour arbitrer les choix d'un matériel végétal destiné à être mis en œuvre en végétalisation de décharge :

- noms vernaculaire et scientifique de l'espèce. La double connaissance du nom vernaculaire (nom commun en français) et du nom scientifique (nom en latin) d'une espèce évite toute confusion sur son identité,
- famille végétale. Elle précise si l'espèce est une graminée, une légumineuse ou bien une plante dite "à fleur" (autre que graminée ou légumineuse),

- durée de vie,
- statut réglementaire,
- pH, indique le pH optimum du sol. De nombreuses espèces végétales ont des exigences écologiques relatives au pH du sol. On veillera donc à adapter les espèces herbacées choisies en végétalisation avec la valeur de pH de la couche terreuse de couverture mise en œuvre à la surface de la décharge,
- disponibilité commerciale. Ce paramètre a été apprécié à l'issue d'une enquête effectuée auprès des principaux fournisseurs nationaux de semences⁷. Les symboles utilisés s'interprètent de la façon suivante :
 - + + + : disponibilité assurée (quantité importante et plusieurs fournisseurs),
 - + + : disponibilité moyenne en quantité et nombre de fournisseurs,
 - + : disponibilité faible et/ou peu de fournisseurs.
- divers. D'autres informations plus descriptives, utiles pour un projet de végétalisation de décharge, sont, le cas échéant, indiquées. Elles portent sur la sensibilité aux incendies, l'utilité fourragère ou mellifère, la valeur ornementale et enfin sa pertinence en contexte littoral (caractère halophile).

⁷ Cette appréciation tient compte du nombre de semenciers susceptibles de fournir une espèce donnée mais aussi de la quantité annoncée. Par exemple, une espèce disponible chez 4 semenciers pour un total de 200 kg est considérée comme moins disponible qu'une autre espèce dont 1000 kg peuvent être fournis par un seul semencier. La note tient également compte du "niveau de disponibilité", régulier ou aléatoire, sur lequel les semenciers ont été interrogés.

Espèces herbacées pour bioclimat méditerranéen strict

Les plantes présentées ci-après sont connues pour leurs aptitudes à coloniser les milieux où règnent des conditions climatiques rigoureuses de type méditerranéen. On peut retrouver ces espèces à l'état naturel en bordure du littoral ou encore dans les territoires de l'arrière-pays. Certaines d'entre elles sont adaptées à la végétalisation de décharges soumises à l'influence d'entrées maritimes.

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Méditerranéen strict						
Nom de l'espèce	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Brachypode de Phénicie (<i>Brachypodium phoenicoïdes</i> (L.) Roem. & Schult.)	Graminée	Vivace	Semence	neutre	++	Inflammable, Littorale
Céphalaire blanche (<i>Cephalaria leucantha</i> L.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	-
Compagnon blanc (<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	-
Coronille à branches de jonc (<i>Coronilla juncea</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	-
Coronille glauque (<i>Coronilla glauca</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	Littorale
Cynodon dactylon (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.)	Graminée	Vivace	Commerciale	indifférent	+++	-
Dorycinie hirsute (<i>Dorycnium hirsutum</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	indifférent	+	-
Immortelle des sables (<i>Helichrysum stoechas</i> L.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	Littorale
Julienne de Mahon (<i>Malcolmia maritima</i> (L.) R.Br)	Fleur	Vivace	-	basique	+	Littorale
Marguerite des sables (<i>Anthemis maritima</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	Littorale
Matthioler sinuée (<i>Matthiola sinuata</i> R. BR.)	Fleur	Annuelle Pluri annuelle	-	-	+	Littorale
Plantain corne de cerf (<i>Plantago coronopus</i> L.)	Fleur	Annuelle Pluri annuelle	-	-	++	Littorale
Plantain sempervirent (<i>Plantago cynops</i> L.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	Littorale
Psoralée bitumineuse (<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H.Stirt.)	Légumineuse	Vivace	-	indifférent	++	-

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Méditerranéen strict						
Nom de l'espèce	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Silène d'Italie (<i>Silene italica</i> (L.) Pers.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	-
Trèfle souterrain (<i>Trifolium subterraneum</i> L.)	Légumineuse	Annuelle	-	acide neutre	+	Fourragère

Espèces herbacées pour bioclimat méditerranéen sous influence semi-océanique et semi-continentale

Les espèces constituant cette liste ont une large distribution géographique qui s'étend depuis l'arrière pays méditerranéen jusqu'aux territoires de basses altitudes sous influence bioclimatique océanique ou continentale. Certaines des espèces recensées forment le cortège floristique des zones de maquis ou de garrigues mais également des prés pâturés ou de fauche des secteurs de l'intérieur des terres plus arrosés que le littoral.

Type de matériel végétal : Herbacé						
Méditerranéen sous influence semi-océanique et semi-continentale						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Adonide (<i>Adonis aestivalis</i> L.)	Fleur	Annuelle	-	neutre	+	
Alysse corbeille d'or (<i>Alyssum saxatilis</i> L. (Desv.))	Fleur	Vivace	-	basique	+	
Alysse maritime (<i>Lobularia maritima</i> L. (Desv.))	Fleur	Annuelle Biannuelle	-	basique	+	
Aneth odorant (<i>Anethum graveolens</i> L.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Bardasse à 5 feuilles (<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	
Brachypode rameux (<i>Brachypodium ramosum</i> P. Beauv.)	Graminée	Vivace	-	neutre	+	Inflammable
Bugrane fétide (<i>Ononis natrix</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	
Centranthe rouge (<i>Centranthus ruber</i> L.)	Fleur	Vivace	-	neutre	+	
Ciste à feuilles de Sauge (<i>Cistus salviifolius</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide	+	Inflammable
Ciste blanc (<i>Cistus albidus</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	Inflammable
Ciste de Montpellier (<i>Cistus monspeliensis</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	Inflammable
Coquelicot (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Coronille arbrisseau (<i>Coronilla emerus</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	
Gesse à larges feuilles (<i>Lathyrus latifolius</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre	+	Ornementale

Type de matériel végétal : Herbacé						
Méditerranéen sous influence semi-océanique et semi-continentale						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Giroflée (Cheiranthus cheiri L.)	Fleur	Biennale Vivace	-	basique	+	
Iberis en ombelle (Iberis umbellata L.)	Fleur	Annuelle	-	neutre	+	Ornementale
Iberis penné (Iberis pinnata L.)	Fleur	Annuelle	-	basique	+	
Lavande à feuilles étroites (Lavandula angustifolia Mill.)	Fleur	Vivace	-	neutre	+	
Lupin blanc (Lupinus albus L.)	Légumineuse	Annuelle	Certifié	basique	+	Fourragère
Luzerne polymorphe L. (Medicago polymorpha L.)	Légumineuse	Annuelle	-	neutre	++	Fourragère
Mauve des bois (Malva sylvestris L.)	Fleur	Biennale Vivace	-	basique	+	
Mauve musquée (Malva moschata L.)	Fleur	Vivace	-	neutre	+	
Mélisse officinale (Melissa officinalis L.)	Fleur	Vivace	-	basique	+	Mellifère
Moha de Hongrie (Setaria viridis (L.) P.Beauv.)	Graminée	Annuelle	Semence	neutre	+	
Muflier (Antirrhinum majus L.)	Fleur	Annuelle	-	basique	+	
Nigelle de Damas (Nigella damascena L.)	Fleur	Annuelle	-	neutre	++	
Pavot cornu (Glaucium flavum Crantz)	Fleur	Vivace	-	basique	+	
Pavot d'Orient (Papaver orientale L.)	Fleur	Vivace	-	neutre	+	
Petite coronille (Coronilla minima L.)	Légumineuse	Vivace	-	basique	+	
Piptathère faux millet (Piptatherum miliaceum (L.) Coss.)	Graminée	Vivace	-	neutre	+	
Plantain herbe à puces (Plantago sempervirens Crantz)	Fleur	Vivace	-	basique	+	
Ray-grass hybride (Lolium x boucheanum Kunth.)	Graminée	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère

Type de matériel végétal : Herbacé						
Méditerranéen sous influence semi-océanique et semi-continentale						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Romarin (Rosmarinus officinale L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	Mellifère
Roquette cultivée (Eruca sativa Mill.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Sainfoin des rochers (Onobrychis saxatilis (L.) Lam.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	
Saponaire officinale (Saponaria officinalis L.)	Fleur	Vivace	-	acide neutre	+	
Sariette commune (Satureja hortensis L.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Sauge des prés (Salvia pratensis L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	Fourragère
Sauge officinale (Salvia officinalis L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	++	
Scabieuse maritime (Scabiosa maritima L.)	Fleur	Annuelle, Biannuelle Pluriannuelle	-	indifférent	+	
Souci (Calendula officinalis L.)	Fleur	Annuelle	-	neutre	+	
Thym vulgaire (Thymus vulgaris L.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	++	
Trèfle de Perse (Trifolium resupinatum L.)	Légumineuse	Annuelle	Certifié	indifférent	+	Fourragère
Vesce commune (Vicia sativa L.)	Légumineuse	Annuelle	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Vesce velue (Vicia villosa Roth.)	Légumineuse	Annuelle, Biannuelle	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Vipérine commune (Echium vulgare L.)	Fleur	Biannuelle	-	indifférent	+	

Espèces herbacées pour bioclimat semi-continentale, semi-océanique et montagnard

Cette liste regroupe les espèces herbacées adaptées aux conditions bioclimatiques semi-continentales, semi-océaniques ainsi que montagnardes. Dans la mesure où l'offre semencière en matière d'espèces herbacées de nature strictement montagnardes est très limitée (7 espèces identifiées seulement), une distinction entre ces espèces et celles à préférence climatique semi-continentale ou semi-océanique ne s'est pas justifiée.

Les espèces présentées s'accommodent d'un climat pluvieux et froid en hiver qui peut présenter des épisodes de gelées ponctuels. On retrouve ces espèces à l'état naturel dans des formations végétales de type : prairies pâturées, clairières, sous-bois forestier, pelouses d'altitude, ...

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continentale et montagnard						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Achillée millefeuille (<i>Achillea millefolium</i> L.)	Fleur	Vivace	Semence	indifférent	+++	
Agrostide canine (<i>Agrostis canina</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide	+++	
Agrostide commune (<i>Agrostis tenuis</i> Sibth. (<i>A. capillaris</i> L.))	Graminée	Vivace	Certifié	acide	+++	
Agrostide stolonifère (<i>Agrostis stolonifera</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	indifférent	+++	
Ajonc d'Europe (<i>Ulex europeus</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	acide neutre	+	
Amarante queue de renard (<i>Amaranthus caudatus</i> L.)	Fleur	Annuelle	-	acide neutre	+	
Arabette des dames (<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.)	Fleur	Vivace/Annuelle, Biannuelle	-	acide	+	
Bourache (<i>Borrago officinalis</i> L.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Brachypode penné (<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.)	Graminée	Vivace	-	neutre	++	
Brize intermédiaire (<i>Briza media</i> L.)	Graminée	Vivace	-	indifférent	+	
Brome inerme (<i>Bromus inermis</i> Leyss.)	Graminée	Vivace	-	indifférent	+	
Brôme purgatif (<i>Bromus catharticus</i> Vahl. & <i>Bromus sitchensis</i> Trin.)	Graminée	Annuelle Vivace	-	neutre	+	Fourragère

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continentale et montagnard						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Caille lait blanc (<i>Gallium mollugo</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide	+	
Canche cespiteuse (<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.)	Graminée	Vivace	-	neutre	+++	
Centaurée barbeau (<i>Centaurea jacea</i>)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	
Ceraiste tomenteux (<i>Cerastium tomentosum</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	
Chiendent rampant (<i>Agropyron repens</i> L.)	Graminée	Vivace	-	neutre basique	+	
Chicorée sauvage (<i>Cichorium intybus</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	
Ciboulette (<i>Allium schoenoprasum</i> L.)	Liliacées	Vivace	-	indifférent	+	
Coriandre cultivée (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Coronille bigarrée (<i>Coronilla varia</i> L.)	Légumineuse	Vivace	Semence	neutre basique	++	Fourragère
Cumin des prés (<i>Carum carvi</i> L.)	Fleur	Vivace/Annuelle, Biannuelle	-	neutre basique	+	
Digitale pourpre (<i>Digitalis purpurea</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide	+	
Festulolium (<i>Festuca pratensis</i> Huds. x <i>Lolium Multiflorum</i> Lam.)	Graminée	Vivace	Certifié	indifférent	++	Fourragère
Fétuque des prés (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)	Graminée	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Fétuque glauque (<i>Festuca glauca</i> Vill.)	Graminée	Vivace	-	neutre	+	
Fétuque ovine (<i>Festuca ovina</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide	+++	
Fétuque rouge demi-traçante (<i>Festuca rubra trichophylla</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide neutre	+++	Fourragère
Fétuque rouge gazonnante (<i>Festuca rubra commutata</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide neutre	+++	Fourragère
Fétuque rouge traçante (<i>Festuca rubra rubra</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide neutre	+++	Fourragère

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continentale et montagnard						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Févérole (<i>Vicia faba</i> L. partim)	Légumineuse	Annuelle	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Fléole bulbeuse (<i>Phleum bertolonii</i> DC.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide neutre	++	
Fléole des prés (<i>Phleum pratense</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide neutre	+++	Fourragère
Fleur de satin (<i>Clarkia amoena</i> (Lehm.) A.Nelson & J.F.Macbr.)	Fleur	Annuelle	-	-	+	
Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl)	Graminée	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Genêt commun (ou à balais) (<i>Genista scoparius</i> (L.) Link.)	Légumineuse	Vivace	-	acide neutre	+	
Genêt d'Espagne (<i>Genista hispanica</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	
Gypsophile rampante (<i>Gypsophila repens</i> L.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Julienne des jardins (ou des dames) (<i>Hesperis matronalis</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide neutre	+	
Laïche jaunâtre (<i>Carex flava</i> L.)	Fleur	Vivace	-	basique	+	
Lin pérenne (<i>Linum perenne</i> Vill.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	++	
Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	Légumineuse	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Luzerne cultivée (<i>Medicago sativa</i> L.)	Légumineuse	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Métilot officinale (<i>Melilot officinalis</i> L.)	Fleur	Biannuelle	-	indifférent	+++	
Mélique ciliée (<i>Melica ciliata</i> L.)	Graminée	Vivace	-	-	+	
Millepertuis commun (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide neutre	+	
Myosotis des Alpes (<i>Myosotis alpestris</i> F.W.Schmidt)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	
Myosotis des champs (<i>Myosotis arvensis</i> Hill)	Fleur	Biannuelle	-	indifférent	+	

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continentale et montagnard						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Nielle des blés (<i>Agrostemma githago</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	
Œillet de poète (<i>Dianthus plumarius</i> L.)	Fleur	Biennale	-	neutre basique	+	
Œillet prolifère (<i>Tunica prolifera</i> Scop.)	Fleur	Annuelle	-	indifférent	+	
Orpin âcre (<i>Sedum acre</i> L.)	Fleur	Vivace	-	-	+	
Orpin de Nice (<i>Sedum nicaeense</i> All.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	
Orpin réfléchi (<i>Sedum reflexum</i> L.)	Fleur	Vivace	-	-	+	
Pâturin alpin (<i>Poa alpina</i> L.)	Graminée	Vivace	-	acide neutre	+	Fourragère
Pâturin commun (<i>Poa trivialis</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	acide neutre	+++	
Pâturin des bois (<i>Poa nemoralis</i> L.)	Graminée	Vivace	-	acide neutre	+	Fourragère
Pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Petite oseille (<i>Rumex acetosella</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide	+	
Phacélie (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)	Fleur	Annuelle	Certifié	indifférent	++	Ornementale
Phalaris faux-roseau (Baldingère) (<i>Phalaris arundinacea</i> L.)	Graminée	Vivace	-	acide neutre	+	
Pied d'alouette (<i>Delphinium elatum</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide neutre	+	
Pyrèthre de Dalmatie (<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i> (Trévis.) Vis.)	Fleur	Vivace	-	-	+	
Ray-grass italien non-alternatif (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	Graminée	Annuelle	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Réséda jaune (<i>Reseda lutea</i> L.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	
Seslérie bleuâtre (<i>Sesleria caerulea</i> (L.) Ard.)	Graminée	Vivace	-	basique	+	

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continental et montagnard						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité commerciale	Autres caractéristiques
Trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i> L.)	Légumineuse	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Trèfle des Alpes (<i>Trifolium alpinum</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	acide	+	Fourragère
Trèfle hybride (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	Légumineuse	Vivace	Certifié	acide neutre	+++	Fourragère
Trèfle incarnat (<i>Trifolium incarnatum</i> L.)	Légumineuse	Annuelle	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Trèfle souterrain (<i>Trifolium subterraneum</i> L.)	Légumineuse	Annuelle	-	acide neutre	+	Fourragère
Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i> L.)	Légumineuse	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Vesce à épis (<i>Vicia cracca</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	Fourragère Mellifère
Vulpin des prés (<i>Alopecurus pratensis</i> L.)	Graminée	Vivace	-	indifférent	+	Fourragère

Espèces herbacées à large spectre bioclimatique

Dans le monde végétal, certaines espèces ont de larges facultés d'adaptation qui leur permettent de coloniser des milieux naturels soumis à des influences bioclimatiques diverses.

Cette souplesse écologique présente un intérêt tout particulier en végétalisation, dans la mesure où il s'agit le plus souvent d'espèces rustiques capables de s'implanter sur les terrains les plus difficiles.

Les espèces recensées dans cette dernière liste peuvent ainsi être employées pour la végétalisation de décharges sous une influence bioclimatique pouvant aller du type méditerranéen jusqu'au type montagnard.

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Indifférent – large spectre						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité	Autres caractéristiques
Anthyllide de montagne (<i>Anthyllis montana</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	
Anthyllide vulnéraire (<i>Anthyllis vulneraria</i> L.)	Légumineuse	Vivace	Semence	neutre basique	++	Fourragère
Bleuet (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	Fleur	Annuelle Biannuelle	-	indifférent	+	
Brome érigé (<i>Bromus erectus</i> Huds.)	Graminée	Vivace	Semence	basique	++	Fourragère
Bugrane buissonnante (<i>Ononis fruticosa</i> L.)	Légumineuse	Vivace	-	neutre basique	+	
Callune vulgaire (<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull)	Fleur	Vivace	-	acide	+	
Cretelle (<i>Cynosurus cristatus</i> L.)	Fleur	Vivace	Semence	indifférent	+	
Dactyle aggloméré (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	Graminée	Vivace	Certifié	indifférent	+++	Fourragère
Fétuque élevée (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	Graminée	Vivace	Certifié	neutre basique	+++	
Flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.)	Graminée	Vivace	-	acide neutre	+	
Glycérie à épillets espacés (<i>Puccinellia distans</i> (Jacq.))	Graminée	Vivace	-	indifférent	+	

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Indifférent – large spectre						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité	Autres caractéristiques
Marguerite commune (<i>Leucanthemum vulgare</i> L.)	Fleur	Vivace	Semence	indifférent	++	
Houlque laineuse (<i>Holcus lanatus</i> L.)	Graminée	Vivace	-	acide	+	Fourragère
Hypocrepis à toupet (<i>Hypocrepis comosa</i> L.)	Fleur	-	-	-	+	
Hysope officinale (<i>Hyssopus officinalis</i> L.)	Fleur	Vivace	-	neutre basique	+	
Koélerie à grandes fleurs (<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.)	Graminée	Vivace	-	basique	+	
Minette (Luzerne lupuline) (<i>Medicago lupulina</i> L.)	Légumineuse	Biannuelle	Certifié	neutre basique	+++	Fourragère
Molène bouillon blanc (<i>Verbascum thapsus</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	
Molène noire (<i>Verbascum nigrum</i> L.)	Fleur	Vivace	-	acide neutre	+	
Pâturin annuel (<i>Poa annua</i> L.)	Graminée	Vivace/Annuelle, Biannuelle	Commercial	indifférent	+	
Pimprenelle (<i>Sanguisorba minor</i> Scop.)	Légumineuse	Vivace	Semence	indifférent	+++	Fourragère
Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i> L.)	Fleur	Vivace	Semence	indifférent	+++	
Plantain majeur (<i>Plantago major</i> L.)	Fleur	Annuelle Pluriannuelle	-	indifférent	+	
Plantain moyen (<i>Plantago media</i> L.)	Fleur	Vivace	-	indifférent	+	
Plantain serpent (<i>Plantago serpentina</i> Vill.)	Fleur	Vivace	-	neutre	+	
Pois fourrager (<i>Pisum sativum</i> L. partim)	Légumineuse	Annuelle	Certifié	-	+++	Fourragère
Ray-gras anglais (<i>Lolium perenne</i> L.)	Graminée	Pluriannuelle	Certifié	neutre	+++	Fourragère
Sainfoin cultivé (<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.)	Légumineuse	Vivace	Commercial	-	+++	Fourragère
Saponaire de Montpellier (<i>Saponaria ocymoides</i> L.)	Fleur	Biannuelle Vivace	Semence	neutre	++	

Type de matériel végétal : Herbacé						
Contexte bioclimatique : Indifférent – large spectre						
Nom scientifique Nom vernaculaire	Famille	Pérennité	Statut Réglementaire	Préférence pH sol	Disponibilité	Autres caractéristiques
Silène enflée (<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke)subsp. vulgaris	Fleur	Vivace	-	neutre	+	
Thym serpollet (<i>Thymus serpyllum</i> L.)	Fleur	Vivace	-	neutre	+	

Choix des espèces - les mélanges – les semis type

Les compositions de mélanges de graines sont fréquemment laissées à l'appréciation des entreprises d'aménagements paysagers, titulaires du lot spécifique ou qui réalisent en sous-traitance ces prestations. Elles proposent parfois des semis de type « espaces verts », pas toujours adaptés aux contextes particuliers des travaux visés. D'autres mélanges dénommés « spécial décharge » ou pour « sols pauvres », censés être plus performants, mais également certains géotextile pré-ensemencés ne constituent pas toujours non plus une solution technique adéquate.

L'analyse détaillée de quelques travaux récemment conduits a pu mettre en évidence que ces semis mis en oeuvre ne respectent bien souvent pas quelques-uns des principes agronomiques de bases (proportion entre graminées et légumineuses, densités relatives spécifiques, densité de semis, ...). Il arrive également souvent que les densités des mélanges soient trop importantes, le maximum relevé étant 67 000 semences / m² [2].

De ces différents constats il ressort qu'en tout état de cause il convient de demander des précisions techniques et d'être vigilant avec les fournitures correspondantes aux prestations de végétalisation.

C'est dans ce contexte que nous avons souhaité proposer des mélanges types adaptés aux travaux de remise en état de décharge qui tiendraient compte de trois paramètres principaux :

- le bioclimat local du site à végétaliser,
- le pH des sols de couverture,
- les objectifs d'aménagement visés par le maître d'ouvrage : écologiques/ paysagers ou pastoraux/cynégétiques ou encore espaces verts/aires récréatives.

Ces compositions types constitue un élément de progrès indéniable par rapport à la situation actuelle. Cependant la démarche ayant abouti à leur élaboration a nécessité simplifications et regroupements, ce qui rend ces mélanges relativement perfectibles à l'analyse détaillée et susceptibles d'ajustements dans certains cas particuliers.

En tout état de cause, il ne faut pas oublier qu'il reste primordial de veiller à semer le mélange dans les périodes favorables définies pour le bioclimat considéré et sur un substrat apte à être ensemencé au sens des règles de l'art (propriétés agronomiques suffisantes, érosion superficielle maîtrisée, ...).

Alors que 18 combinaisons étaient possibles d'un seul point de vue mathématique, 11 mélanges ont été au final retenus [2] en tenant compte :

- d'une part, du fait qu'en contexte méditerranéen strict, le paramètre bioclimat est prédominant sur les autres avec, en général, des pH de sols basiques et que la prise en compte de contextes acides ou neutres ne modifieraient qu'à la marge la composition du mélange,
- d'autre part, qu'avec un objectif arrêté du projet de réaménagement en création d'une aire récréative, les modifications des paramètres du sol lors des premiers travaux, mais aussi des opérations d'entretien (arrosages, fertilisation, tontes, ...), sont telles que le contexte naturel local (bioclimat et pH) n'a plus grande importance. Dans ce cas un seul mélange type a été proposé.

Les dosages sont donnés en kg/ha, différents d'un mélange à l'autre (de 140 à 310 kg/ha) car ils dépendent de la composition considérée. Tous les dosages garantissent une densité de

semis de 8 000 semences au m² et un ratio graminées / légumineuses compris entre 2 et 3 (densité).

Les ordres de grandeurs des coûts de fourniture de ces mélanges ont été évalués comme compris entre 3,5 et 5,2 €HT/kg. En fonction des dosages préconisés, l'intervalle de coûts s'étendra de 500 à 1200 €HT/ha.

Dans chaque cas, en plus du mélange type, quelques espèces supplémentaires sont proposées. Elles permettent d'étoffer la composition type et/ou de pallier d'éventuelles indisponibilités commerciales. Les doses en kg/ha sont calculées pour chacune des espèces de diversification de sorte qu'elles correspondent à environ 3 à 5% de la densité totale du mélange type.

Si, dans chaque configuration, toutes les espèces proposées en diversification étaient semées, la densité totale de semis atteindrait 11000 semences au m², ce qui correspondrait à un maximum acceptable.

Les variétés « fourragères » des espèces concernées seront systématiquement privilégiées par rapport à la variété « gazon » en raison de leur plus grande rusticité.

Deux espèces, l'achillée millefeuille et l'agrostide stolonifère, initialement identifiées pour les mélanges 7, 8, 9 et 10 ont été supprimées car leur proportion en poids variait entre 0,2 et 0,7% suivant les mélanges. Dans le cadre de ce cahier technique, il est peu pertinent d'afficher des proportions relatives inférieures à 1%. Lorsque la présence de telles espèces est impérative pour la réussite du projet, on prévoira leur fourniture en lot séparé. Leur incorporation dans le mélange de base se faisant sur chantier en veillant à une bonne répartition des semences en fonction du nombre de cuves.

Pour l'objectif espaces verts / aires récréatives, une liste d'espèces de graminées est proposée sans proportion relative de façon à laisser à l'entreprise le choix du mélange en fonction du type précis d'usage ultérieur. Il existe un grand choix de compositions préfabriquées en grande quantité, adaptées à de multiples usages et prenant en compte des paramètres spécifiques comme par exemple la résistance au piétinement. La mise en œuvre de ces mélanges suppose une terre végétale de très bonne qualité, ainsi que la réalisation régulière de travaux d'entretien (tonte, fertilisation, désherbage, arrosage...) pour assurer le maintien du couvert végétal.

Pour certains sites, notamment implantés dans des espaces naturels remarquables, les enjeux paysagers sont tels qu'ils peuvent justifier d'effectuer pendant les études préalables aux travaux, une prospection floristique des zones à proximité⁸ de la décharge, de manière à repérer les espèces végétales locales pionnières qui disposent de facultés naturelles pour coloniser les milieux naturels perturbés.

Certaines de ces espèces peuvent être disponibles dans le commerce et pourront alors être intégrées dans la composition du mélange de semences retenues pour la réalisation de l'opération de végétalisation.

⁸ On appelle végétation de proximité, la végétation qui s'est installée de manière spontanée sur les zones de transition entre le milieu perturbé par la réalisation d'un aménagement (la décharge) et le milieu naturel d'origine

		CONTEXTES BIOCLIMATIQUES					
		Méditerranéen strict		Méditerranéen sous influence semi-océanique ou semi-continentale		Semi-océanique, semi-continentale et montagnard	
pH du sol		Acide à neutre	Neutre à basique	Acide à neutre	Neutre à basique	Acide à neutre	Neutre à basique
OBJECTIFS / USAGES	Paysager et/ou écologique	1		3	5	7	9
	Pastoral et/ou cynégétique	2		4	6	8	10
	Espaces verts Aires récréative	11					

Figure 2 : Grille d'analyse des choix des compositions types de semis

Bioclimat : Méditerranéen strict

pH sol : Indifférent

Mélanges types

Nom commun	Nom scientifique
Chiendent pied de poule	Cynodon dactylon
Dactyle aggloméré	Dactylis glomerata
Fétuque élevée	Festuca arundinacea *
Ray-grass anglais	Lolium perenne *
Minette (luzerne lupuline)	Medicago lupulina
Sainfoin cultivé	Onobrychis viciifolia
Plantain lancéolé	Plantago lanceolata
Petite pimprenelle	Sanguisorba minor

1	Objectif écologique/paysager	2	Objectif pastoral/cynégétique
----------	---	----------	--

Proportions relatives en % poids	
0.5 à 1.5	0
4 à 7	5 à 7
10 à 17	13 à 19
3 à 6	4 à 7
6 à 12	7 à 12
30 à 50	27 à 48
3 à 7	0
16 à 30	21 à 30

Dosage des mélanges

290 kg/ha

310 kg/ha

* variété fourragère

Diversification : pH neutre à basique

Nom commun	Nom scientifique
Brachypode de Phénicie	Brachypodium phoenicoïdes
Brome érigé	Bromus erectus
Koelérie à grandes fleurs	Koeleria macrantha
Anthyllide vulnérable	Anthyllis vulneraria
Saponaire de Montpellier	Saponaria ocymoides

Dose (kg/ha)

13	0
21	21
4	0
12	12
5	0

Diversification : pH acide à neutre

Nom commun	Nom scientifique
Psoralée bitumineuse	Bituminaria bituminosa
Marguerite commune	Leucanthemum vulgare

Dose (kg/ha)

43	0
1,5	0

Bioclimat : Méditerranéen sous influence semi-océanique et semi-continentale					
pH sol : Acide à neutre					
Mélanges types		3	Objectif écologique/paysager	4	Objectif pastoral/cynégétique
Nom commun	Nom scientifique	Proportions relatives en % poids			
Dactyle aggloméré	Dactylis glomerata	14 à 18		15 à 19	
Ray-grass anglais	Lolium perenne *	10 à 20		15 à 25	
Lucerne polymorphe	Medicago polymorpha	14 à 27		14 à 27	
Trèfle blanc	Trifolium repens	3 à 5		3 à 7	
Plantain lancéolé	Plantago lanceolata	4 à 12		0	
Petite pimprenelle	Sanguisorba minor	30 à 45		31 à 46	
Dosage des mélanges		175 kg/ha		175 kg/ha	

* variété fourragère

Diversification		Dose (kg/ha)	
Nom commun	Nom scientifique		
Marguerite commune	Leucanthemum vulgare	1,5	0
Sauge officinale	Salvia officinalis	13	0

pH sol : Neutre à basique					
Mélanges types		5	Objectif écologique/paysager	6	Objectif Pastoral/Cynégétique
Nom commun	Nom scientifique	Proportions relatives en % poids			
Fétuque élevée	Festuca arundinacea *	25 à 32		27 à 34	
Ray-grass anglais	Lolium perenne *	6 à 13		6 à 12	
Minette (Lucerne lupuline)	Medicago lupulina	4 à 7		5 à 7	
Lucerne polymorphe	Medicago polymorpha	7 à 14		8 à 17	
Sainfoin cultivé	Onobrychis viciifolia	12 à 24		12 à 24	
Plantain lancéolé	Plantago lanceolata	3 à 7		0	
Petite pimprenelle	Sanguisorba minor	19 à 29		19 à 29	
Dosage des mélanges		275 kg/ha		280 kg/ha	

* variété fourragère

Diversification		Dose (kg/ha)	
Nom commun	Nom scientifique		
Brachypode de Phénicie	Brachypodium phoenicoïdes	13	0
Brome érigé	Bromus erectus	21	21
Koelérie à grandes fleurs	Koeleria macrantha	4	0
Anthyllide vulnérable	Anthyllis vulneraria	12	12
Marguerite commune	Leucanthemum vulgare	1,5	0
Sauge officinale	Salvia officinalis	13	0
Saponaire de Montpellier	Saponaria ocymoides	5	0

Bioclimat : Semi-océanique, semi-continentale et montagnarde**pH sol : Acide à neutre**

Mélanges types		7	Objectif écologique/paysager	8	Objectif Pastoral/Cynégétique
Nom commun	Nom scientifique	Proportions relatives en % poids			
Dactyle aggloméré	Dactylis glomerata	8 à 13		8 à 13	
Fétuque des près	Festuca pratensis	12 à 23		14 à 26	
Fétuque rouge	Festuca rubra *	5 à 8		5 à 8	
Ray-grass anglais	Lolium perenne *	8 à 12		10 à 15	
Pâturin commun	Poa trivialis	1 à 3		1 à 3	
Lotier corniculé	Lotus corniculatus	3 à 4		0	
Lucerne cultivée	Medicago sativa **	10 à 14		12 à 17	
Trèfle violet	Trifolium pratense	5 à 9		7 à 11	
Trèfle blanc	Trifolium repens	2 à 4		3 à 5	
Plantain lancéolé	Plantago lanceolata	4 à 6		0	
Petite pimprenelle	Sanguisorba minor	19 à 29		19 à 29	
Dosage des mélanges		140 kg/ha		140 kg/ha	

* variété fourragère

** variété sud (cas général) ou nord (montagne)

Diversification		Dose (Kg/ha)	
Nom commun	Nom scientifique		
Brachypode penné	Brachypodium pinnatum	10	0
Canche cespiteuse	Deschampsia cespitosa	1	0
Marguerite commune	Leucanthemum vulgare	1,5	0

Bioclimat : Semi-océanique, semi-continental et montagnard**pH sol : Neutre à basique**

Mélanges types		9	Objectif écologique/paysager	10	Objectif pastoral/cynégétique
Nom commun	Nom scientifique	Proportions relatives en % poids			
Fétuque élevée	Festuca arundinacea *	19 à 29		19 à 29	
Fétuque des prés	Festuca pratensis	6 à 13		8 à 15	
Ray-grass anglais	Lolium perenne *	7 à 14		9 à 16	
Pâturin des prés	Poa pratensis	1 à 2		1 à 2	
Lotier corniculé	Lotus corniculatus	2 à 3		0	
Luzerne cultivée	Medicago sativa	7 à 10		8 à 12	
Sainfoin cultivé	Onobrychis viciifolia	17		17	
Trèfle violet	Trifolium pratense	3 à 6		4 à 7	
Trèfle blanc	Trifolium repens	1 à 2		2 à 3	
Plantain lancéolé	Plantago lanceolata	2 à 5		0	
Petite pimprenelle	Sanguisorba minor	10 à 24		10 à 24	
Dosage des mélanges		200 kg/ha		200 kg/ha	

* variété fourragère

Diversification		Dose (kg/ha)	
Nom commun	Nom scientifique		
Brachypode penné	Brachypodium pinnatum	10	0
Brome érigé	Bromus erectus **	21	21
Koelerie à grandes fleurs	Koeleria macrantha	4	0
Anthyllide vulnérable	Anthyllis vulneraria	12	12
Coronille variée	Coronilla varia	35	0
Marguerite commune	Leucanthemum vulgare	1,5	0
Lin vivace	Linum perenne **	8	0
Saponaire de Montpellier	Saponaria ocymoïdes **	5	0

** sauf montagne

Bioclimat : Indifférent

pH sol :	Indifférent
----------	-------------

11	Objectif Espaces verts/Aires récréative
----	---

Nom commun	Nom scientifique
Agrostis stolonifère	Agrostis stolonifera
Agrostis ténue	Agrostis capillaris
Fétuque élevée	Festuca arundinacea *
Fétuque ovine	Festuca ovina
Fétuque rouge	Festuca rubra *
Fléole bulbeuse	Phleum bertolonii
Pâturin commun	Poa trivialis
Pâturin des près	Poa pratensis
Ray-grass anglais	Lolium perenne *

Lotier corniculé	Lotus corniculatus
Trèfle blanc	Trifolium repens

Le matériel végétal arbustif – Catalogue d'espèces

L'intégration paysagère est la première motivation à la mise en œuvre de plants arbustifs en végétalisation de décharge. Ces essences interviennent en complément du semis herbacé et permettent d'améliorer la diversité écologique du site. Elles peuvent offrir une alternative à des espèces arborescentes sur certains sites où l'on ne souhaite pas introduire de coupures visuelles et de verticalité dans des contextes paysagers particuliers (garrigues, vignes, ...). Leur système racinaire leur confère également d'intéressantes propriétés de tenue de sol, particulièrement prisées pour les maintiens de talus.

Les contraintes liées à leur entretien pendant les premières années et le problème des vols des plants en place ne sont pas à négliger et contribuent à réserver ces espèces pour des sites pas trop isolés.

Un catalogue d'essences disponibles a été constitué après enquête auprès des principaux pépiniéristes locaux. Seules les essences indigènes au Languedoc-Roussillon ou considérées comme telles (espèces dites assimilées) ont été retenues.

Un profil écologique au sens large (préférences climatiques, pédologiques, agronomiques...) a pu être dessiné pour chacune des espèces recensées. Ainsi ont été renseignés cinq champs d'information principaux, retenus en fonction de l'intérêt qu'ils peuvent présenter pour entrer dans des critères de choix d'un matériel végétal destiné à être mis en œuvre en végétalisation de décharge :

- noms vernaculaire et scientifique de l'espèce. La double connaissance du nom vernaculaire (nom commun en français) et du nom scientifique (nom en latin) d'une espèce évite toute confusion sur son identité,
- pH, précise le contexte optimum de pH du sol. De nombreuses espèces arbustives ont des exigences écologiques relatives au pH du sol. On veillera donc à adapter les espèces choisies avec la valeur de pH de la couche terreuse de couverture mise en œuvre à la surface de la décharge,
- hauteur maximale, pour un arbuste arrivé à l'âge adulte. Ce paramètre peut être important selon la perspective paysagère retenue,
- degré d'inflammabilité. En contexte méditerranéen, l'aptitude des végétaux à propager les incendies est un paramètre important à prendre en compte.
- divers. D'autres informations plus descriptives, utiles pour un projet de végétalisation de décharge, sont, le cas échéant, indiquées. Elles portent sur la capacité d'améliorer les propriétés des sols par fixation de l'azote atmosphérique, la vocation cynégétique (nourriture et couvert), mellifère, ornementale ou paysagère de l'espèce.

Ce travail bibliographique complémentaire a permis de caractériser les exigences écologiques de chacune des espèces présélectionnées et de constituer des listes d'essences homogènes sur le plan de leurs préférences bioclimatiques.

On retrouve les mêmes bioclimats types que pour les espèces herbacées avec cependant une distinction supplémentaire pour prendre en compte les espèces spécialement adaptées à des conditions montagnardes. En revanche, il n'a pas été possible de dégager une liste d'arbustes à large spectre bioclimatique, comme cela avait été le cas pour les espèces herbacées.

Les coûts d'achat unitaire des plants peuvent être, pour une même espèce, extrêmement variables. Ils dépendent des quantités demandées, de l'âge du plant, du mode de production,

du type de conditionnement final, ... Les différences de tarifs observées peuvent aller du simple au quintuple. Ainsi, pour un plant de romarin (*Rosmarinus officinalis*) d'environ 40 cm, des prix compris entre 0,73 et 4 euros ont été relevés.

Espèces arbustives pour bioclimat méditerranéen strict

Ces essences sont adaptées à un bioclimat méditerranéen caractérisé par des épisodes d'intense sécheresse, avec notamment une période estivale présentant un fort déficit hydrique et des températures élevées.

Type de matériel végétal : Arbustif				
Contexte bioclimatique : Méditerranéen strict				
Nom vernaculaire Nom scientifique	Préférence pH sol	Hauteur maximale.	Degré d'inflammabilité	Autres Caractéristiques
Amandier (<i>Prunus amygdalus</i> Batsch. Ssp.)	basique	5 - 10 m	-	-
Arbousier (<i>Arbutus unedo</i> L.)	acide, neutre	2 - 5 m	faible	mellifère
Baguendaudier arborescent (<i>Colutea arborescens</i> L.)	neutre, basique	2 - 4 m	-	ornementale, mellifère, améliorante
Bruyère arborescente (<i>Erica arborea</i> L.)	acide, neutre	2 - 4 m	élevé	-
Buis (<i>Buxus sempervirens</i> L.)	neutre, basique	1 - 5 m	élevé	mellifère
Buplèvre (<i>Bupleurum lancifolium</i> Hornem.)	indifférent	1 - 2 m	élevé	-
Ciste à feuilles de sauge (<i>Cistus salviifolius</i>)	acide, neutre	1 - 2 m	élevé	ornemental
Ciste cotonneux (<i>Cistus albidus</i> L.)	neutre, basique	0,5 - 1 m	élevé	ornemental
Ciste de Montpellier (<i>Cistus monspeliensis</i> L.)	acide, neutre	0,5 - 1 m	moyen	-
Coronille à tige de joncs (<i>Coronilla juncea</i> L.)	basique	0,5 - 1	-	-
Coronille arbrisseau (<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen subsp. <i>Emerus</i>)	neutre, basique	1,5 - 2 m	-	ornementale, mellifère, améliorante
Coronille glauque (<i>Coronilla glauca</i> L.)	neutre, basique	0,5 - 1 m	-	-
Cytise triflore (<i>Cytisus triflorus</i> Lam.)	acide	2 m	moyen	-
Filaire à feuilles étroites (<i>Phyllirea angustifolia</i> L.)	basique	1 - 2 m	élevé	-
Filaire à feuilles moyennes (<i>Phillyrea latifolia</i> L.)	basique	6 - 7 m	élevé	-
Arbre à perruque (<i>Cotinus coggyria</i> Scop.)	neutre, basique	1 - 3 m	-	mellifère, ornementale
Genêt cendré (<i>Genista cinerea</i> Vill.)	basique	0,5 - 1 m	-	-
Genêt d'Espagne (<i>Spartium junceum</i> L.)	neutre, basique	1,5 - 3 m	élevé	améliorante
Genévrier de Phénicie (<i>Juniperus phoenicea</i> L.)	indifférent	4 - 8 m	élevé	ornementale
Genévrier oxycèdre (<i>Juniperus oxycedrus</i> L.)	basique	5 - 6 m	moyen	-
Jasmin sauvage (<i>Jasminus fruticans</i> L.)	basique	0,5 - 1 m	-	-
Laurier noble (<i>Laurus nobilis</i> L.)	neutre, basique	2 - 6 m	-	-
Laurier tin (Viorne-tin) (<i>Viburnum tinus</i> L.)	basique	2 - 3 m	moyen	-

Type de matériel végétal : Arbustif				
Contexte bioclimatique : Méditerranéen strict				
Nom vernaculaire Nom scientifique	Préférence pH sol	Hauteur maximale.	Degré d'inflammabilité	Autres Caractéristiques
Lavande (<i>Lavandula angustifolia</i> L.)	indifférent	0,3 - 0,6 m	-	mellifère
Myrte (<i>Myrtus communis</i> L.)	indifférent	3 - 5 m	-	-
Pistachier lentisque (<i>Pistacia lentiscus</i> L.)	indifférent	3 - 6 m	élevé	-
Pistachier thérébinthe (<i>Pistacia terebinthus</i> L.)	neutre, basique	5 - 6 m	élevé	-
Pourpier de mer (<i>Atriplex halimus</i> L.)	acide, neutre	1 - 2 m	-	-
Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	neutre, basique	1,5 - 2 m	moyen	ornementale
Thym (<i>Thymus vulgaris</i> L.)	basique	1,5 - 2 m	élevé	ornementale

Espèces arbustives pour bioclimat méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale

Cette seconde sélection regroupe les arbustes ayant des aptitudes pour s'installer sur des milieux appartenant à la fois à l'aire bioclimatique méditerranéenne (exceptée la zone des deux mois de déficit hydrique) et aux aires bioclimatiques de type semi-océanique ou semi-continentale sous influence méditerranéenne (zone de transition bioclimatique). Ces essences présentent des facultés de résistance aux épisodes de sécheresse ponctuels, tout en ayant des besoins réguliers en eau au cours de l'année.

Type de matériel végétal : Arbustif				
Contexte bioclimatique : Méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale				
Nom vernaculaire Nom scientifique	Préférence pH sol	Hauteur maximale.	Degré d'inflammabilité	Autres Caractéristiques
Arbousier de Chypre (<i>Arbutus andrachne</i> L.)	basique	5 - 6 m	-	ornementale, mellifère
Arbousier du Xalap (<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.)	basique	5 - 6 m	-	mellifère
Aubépine à un style (<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.)	neutre, basique	5 - 10 m	-	mellifère, cynégétique
Cerisier de Sainte-Lucie (<i>Prunus mahaleb</i> L.)	neutre, basique	3 - 12 m	-	cynégétique
Cornouiller mâle (<i>Cornus mas</i> L.)	neutre, basique	4 - 8 m	-	cynégétique
Cornouiller sanguin (<i>Cornus sanguinea</i> L.)	neutre, basique	2 - 4 m	-	ornementale, mellifère, cynégétique
Cytise à feuilles sessiles (<i>Cytisus sessilifolius</i> L.)	neutre, basique	1 - 2 m	-	ornementale
Eglantier des chiens (<i>Rosa canina</i> L.)	indifférent	2 - 8 m	-	mellifère
Eglantier rouillé (<i>Rosa rubiginosa</i> L.)	neutre, basique	1 - 2 m	-	mellifère
Fusain d'Europe (<i>Euonymus europaeus</i> L.)	neutre, basique	3 - 7 m	-	cynégétique
Fustet (<i>Cotinus coggygria</i> Scop.)	neutre, basique	1 - 3 m	-	mellifère, ornementale
Genévrier commun (<i>Juniperus communis</i> L.)	indifférent	5 - 6 m	-	ornementale

Type de matériel végétal : Arbustif				
Contexte bioclimatique : Méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale				
Nom vernaculaire Nom scientifique	Préférence pH sol	Hauteur maximale.	Degré d'inflammabilité	Autres Caractéristiques
Houx (Ilex aquifolium L.)	acide	4 - 6 m	-	-
Lilas des jardins (Synringa vulgaris ssp.)	indifférent	3 - 8 m	-	ornementale
Mimosa (Acacia dealbata Link)	acide, neutre	2 - 5 m	-	ornementale, mellifère
Pêcher (Prunus persica L. (Batsch))	indifférent	4 - 6 m	-	cynégétique

Espèces arbustives pour bioclimat semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde

Ces espèces ont vocation à être plantées sur des décharges soumises à des influences bioclimatiques de type semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde. L'influence méditerranéenne ne doit plus être ici ressentie car elles supportent difficilement les périodes de sécheresse. Ces arbustes peuvent être plantés en plaine ou encore sur des terrains de basse altitude.

Type de matériel végétal : Arbustif				
Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde				
Nom vernaculaire Nom scientifique	Préférence pH sol	Hauteur maximale.	Degré d'inflammabilité	Autres Caractéristiques
Argousier (Hippophae rhamnoides L.)	neutre, basique	3 - 10 m	-	cynégétique
Bruyère à balais (Erica scoparius L.)	acide, neutre	2 - 3 m	élevé	-
Callune (Calluna vulgaris L.)	acide, neutre	0,3 - 1 m	élevé	-
Chèvrefeuille à balais (Lonicera xylosteum L.)	neutre, basique	1 - 1,5 m	-	-
Genêt à balai (Cytisus scoparius (L.) Link)	acide	1 - 4 m	élevé	-
Neprun officinal (Rhamnus cathartica L.)	neutre, basique	2 - 8 m	-	cynégétique
Prunellier (Prunus spinosa L.)	indifférent	2 - 3 m	-	mellifère, cynégétique
Saule des vanniers (Salix viminalis L.)	indifférent	3 - 10 m	-	améliorante, ornementale
Saule pourpre (Salix purpurea L.)	indifférent	1 - 3 m	-	ornementale
Sureau noir (Sambucus nigra L.)	indifférent	4 - 10 m	-	cynégétique
Troène commun (Ligustrum vulgare L.)	indifférent	3 - 4 m	-	-
Viorne lantane (Viburnum lantana L.)	basique	2 - 3 m	-	ornementale, cynégétique

Espèces arbustives pour bioclimat de type montagnard

Ces arbustes sont naturellement présents dans les milieux de moyennes à hautes altitudes. Ayant capacité de résister facilement au gel, ils nécessitent toutefois des apports en eau conséquents.

Type de matériel végétal : Arbustif				
Contexte bioclimatique : Montagnard				
Nom vernaculaire Nom scientifique	Préférence pH sol	Hauteur maximale.	Degré d'inflammabilité	Autres Caractéristiques
Airelle (<i>Vaccinum vitis-idaea</i> L.)	acide	0,1 - 0,3 m	faible	-
Cytise des Alpes (<i>Laburnum alpinum</i> (Mill.))	basique	5 - 7 m	faible	améliorante
Groseiller sauvage des Alpes (<i>Ribes alpinum</i> L.)	neutre, basique	1 - 1,5 m	faible	-
Myrtille (<i>Vaccinum myrtillus</i> L.)	acide	0,2 - 0,6 m	faible	-
Noisetier (<i>Corylus avellana</i> L.)	indifférent	3 - 5 m	faible	cynégétique, mellifère
Sureau noir (<i>Sambucus nigra</i> L.)	indifférent	4 - 10 m	faible	-
Viorne obier (<i>Viburnum opulus</i> L.)	neutre, basique	2 - 4 m	faible	-

Le matériel végétal arborescent – Catalogue d'espèces

Ce matériel végétal regroupé sous la dénomination "arborescent" est à distinguer des espèces arbustives, plutôt buissonnantes et en général de taille plus réduite. Ils ont cependant en commun les mêmes difficultés liées à l'entretien des premières années et la lutte contre les vols. La nécessité d'avoir une épaisseur de matériaux terreux conséquente pour permettre un enracinement et une solidité suffisante, une fois atteint l'âge adulte, ne doit pas être sous-estimée. Souvent les arbres, en particulier les essences à racines traçantes, sont implantés aux abords directs de la décharge où l'on retrouve le terrain naturel. La symbolique dont ils sont porteurs, vis-à-vis du grand public, est de nature à limiter la survenance de dépôts sauvages ultérieurs, une fois le site remis en état.

Un catalogue d'essences disponibles sur le marché a été constitué après enquête auprès des principaux pépiniéristes locaux. Cette recherche a porté sur des jeunes plants, vendus en racines nues ou en godets, de petite taille (inférieure à un mètre de hauteur). Les fournisseurs commercialisant exclusivement des baliveaux⁹ n'ont pas été interrogés.

Seules les essences indigènes au Languedoc-Roussillon ou considérées comme telles (espèces dites assimilées¹⁰) ont été retenues.

Certaines espèces considérées comme invasives, avérées ou potentielles, peuvent profondément perturber les milieux, entraver certaines activités économiques ou occasioner la survenance de certaines pathologies. Elles ont été écartées des listes d'espèces proposées. A ce titre on ne retrouvera pas : le robinier faux-acacia (*robinia pseudoacacia*), le faux indigo (*amorpha fruticosa*), l'arbre aux papillons ou buddleia (*buddleia davidii*), le cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* (Manetti ex Endl.)), l'érable negundo (*acer negundo* L.) et l'olivier de Bohême (*elaeagnus angustifolia* L.).

Les essences ornementales que l'on utilise en aménagement urbain eucalyptus, palmier, ... n'ont également pas été prises en compte.

Un profil écologique (préférences climatiques, pédologiques, agronomiques...) a pu être dessiné pour chacune des espèces recensée. Ainsi ont été renseignés neuf champs d'information principaux, retenus en fonction de l'intérêt qu'ils peuvent présenter dans des critères de choix d'un matériel végétal destiné à être mis en œuvre en végétalisation de décharge :

- noms vernaculaire et scientifique de l'espèce. La double connaissance du nom vernaculaire (nom commun en français) et du nom scientifique (nom en latin) d'une espèce évite toute confusion sur son identité,
- famille. Résineux ou feuillus, critère qui peut être utile dans le cas où un objectif d'amélioration du sol en place est recherché (à la différence des feuillus, les résineux ont tendance à acidifier le sol),
- pH, précise le contexte optimum de pH du sol. De nombreuses espèces ont des exigences écologiques relatives au pH du sol. On veillera donc à adapter les espèces choisies avec la valeur de pH de la couche terreuse de couverture mise en œuvre à la surface de la décharge,
- hauteur maximale, pour la cime de l'arbre arrivé à l'âge adulte. Ce paramètre peut être important selon la perspective paysagère retenue,
- statut réglementaire, selon que l'essence concernée appartienne à une catégorie identifiée, sélectionnée, certifiée ou testée,

⁹ Jeunes arbres présentant les caractéristiques d'un sujet d'âge adulte

¹⁰ Essences introduites depuis plusieurs décennies et qui sont retrouvées à l'état spontané dans la nature.

- origine géographique des plants. Dénomination de l'origine géographique réglementaire de production de plants qu'il est recommandé de mettre en œuvre,
- profondeur de l'enracinement. Le type d'enracinement en pivot, traçant ou superficiel conduit à une prospection plus ou moins profonde du système racinaire. Ce paramètre est important pour évaluer l'adaptation de l'espèce à des sols dont l'épaisseur de la couche de finition est limitée,
- mycorhization/nodulation. Afin d'améliorer les chances de reprise dans des milieux difficiles, certains pépiniéristes proposent des plants commercialisés sous une forme mycorhizée ou bien nodulée¹¹.
- divers. Des caractéristiques plus descriptives de l'espèce et utiles pour un projet de végétalisation de décharge, sont, le cas échéant, indiquées. Elles portent sur la capacité d'améliorer les propriétés des sols par fixation de l'azote atmosphérique, la vocation cynégétique (nourriture et couvert), mellifère, forestière (sylvicole), ornementale ou paysagère de l'espèce.

Un travail bibliographique complémentaire a permis de caractériser les exigences écologiques de chacune des espèces présélectionnées et de constituer des listes d'essences homogènes sur le plan de leurs préférences bioclimatiques.

On retrouve les mêmes bioclimats types que pour les espèces herbacées avec cependant une distinction supplémentaire pour prendre en compte les espèces spécialement adaptées à des conditions montagnardes. Par ailleurs on remarquera qu'il n'a pas été possible de dégager une liste d'arbustes à large spectre bioclimatique, comme cela avait été le cas pour les espèces herbacées.

Généralités sur la commercialisation des plants forestiers

Depuis 2003, le droit européen régit la commercialisation des matériels forestiers de reproduction pour les 51 essences forestières autorisées. On distingue, grâce à leur étiquetage, différentes catégories dénommées :

- « identifiées », à étiquette jaune, concernant les essences commercialisées ayant leur seule origine géographique de provenance (sources de graines ou peuplement) connue,
- « sélectionnées », à étiquette verte, concernant les matériels forestiers issus de peuplements choisis sur la base de critères phénotypiques (vigueur, forme, résistance à la maladie, qualité du bois),
- « qualifiées », à étiquette rose, concernant les matériels forestiers issus de vergers à graines, ou de parents de famille, spécialement sélectionnés pour assurer une qualité supérieure de graines
- « testées », à étiquette bleue, de qualité supérieure garantie par des tests d'évaluation basés sur des critères sylvicoles. Leur origine de provenance est diverse : peuplement, vergers à graines, parents de famille ou clones.

¹¹ La mycorhization consiste à créer une association symbiotique entre le système racinaire des jeunes plants et des souches de champignons microscopiques. On attend de cette technique un meilleur taux de reprise des plants, une meilleure croissance, une résistance accrue aux aléas climatiques (sécheresse, gel, ...) et aux maladies.

La nodulation est également un procédé qui vise à recréer une association symbiotique entre des souches bactériennes fixatrices de l'azote atmosphérique et les racines des arbres afin de favoriser la nutrition azotée des jeunes plants.

Cette réglementation permet donc de connaître l'origine géographique des plants forestiers produits. Cette garantie réglementaire de traçabilité du matériel végétal permet au prescripteur d'imposer, entre autres, une provenance géographique des plants forestiers adaptée au contexte du projet de végétalisation.

De la même façon que pour les espèces arbustives, les prix d'achat de jeunes plants d'arbres varient considérablement d'un fournisseur à l'autre. Plusieurs paramètres importants sont à prendre en compte tels le mode de production (culture en champ, en godet, ...), le type de conditionnement du plan (racines nues, en godets, en baliveaux, ...), l'âge et la taille du plant, les quantités commandées, le cas échéant, la mycorhization ou nodulation.

Les écarts de prix peuvent être d'un facteur 5. Par exemple, pour un plant d'arbousier (*Arbutus unedo*) d'une taille de 40 cm, des prix variant de 1,50 à 8 euros ont été relevés. On retrouve ces écarts tarifaires sur l'ensemble des espèces recensées et il n'a pas été possible de dégager des fourchettes de prix unitaires cohérentes.

Espèces arborescentes pour bioclimat méditerranéen strict

Ces essences sont adaptées à un bioclimat méditerranéen caractérisé par des épisodes d'intense sécheresse avec notamment une période estivale présentant un fort déficit hydrique et des températures élevées.

Type de matériel végétal : Arborescent								
Contexte bioclimatique : Méditerranéen strict								
Nom de l'espèce	Famille	Préférence pH sol	Hauteur maximale	Statut réglementaire	Matériel recommandé	Enracinement	Inoculation	Caractéristiques
Arbre de Judée (<i>Cercis siliquastrum</i> L.)	Feuillus	indifférent	5 - 15 m	-	-	superficiel	-	améliorante, mellifère, ornementale
Aulne à feuilles en cœur (<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby)	Feuillus	indifférent	10 - 15 m	-	-	superficiel	nodulé	améliorante, mellifère
Caroubier (<i>Ceratonia siliqua</i> L.)	Feuillus	neutre, basique	5 - 7 m	-	-	profond	-	-
Cèdre du Liban (<i>Cedrus libani</i> Loud.)	Feuillus	basique	20 - 30 m	-	-	profond	-	ornementale
Charme houblon (<i>Ostrya carpinifolia</i> Scopoli)	Feuillus	neutre, basique	15 - 20 m	-	-	superficiel	mycorhizé	-
Chêne kermès (<i>Quercus coccifera</i> L.)	Feuillus	basique	3 m	-	-	superficiel	-	-
Chêne liège (<i>Quercus suber</i> L.)	Feuillus	acide	10 - 15 m	identifié	QSU761-Pyrénées-Orientales	superficiel	mycorhizé	forestière, ornementale
Chêne vert (<i>Quercus ilex</i> L.)	Feuillus	indifférent	15 - 20 m	identifié	QIL362-Sud Ouest QIL701-Languedoc	superficiel	mycorhizé	forestière, ornementale
Cyprès d'Arizona (<i>Cupressus arizonica</i> Greene)	Résineux	indifférent	15 - 20 m	-	-	profond	-	ornementale
Cyprès vert ou de Provence (<i>Cupressus sempervirens</i> L.)	Résineux	neutre, basique	15 - 20 m	-	-	superficiel	-	ornementale
Erable de Montpellier (<i>Acer monspessulanum</i> L.)	Feuillus	neutre, basique	12 m	-	-	superficiel	-	mellifère
Févier d'Amérique (<i>Gleditschia triacanthos</i> L.)	Feuillus	indifférent	25-30 m	-	-	superficiel	-	mellifère
Frêne à fleurs (<i>Fraxinus ornus</i> L.)	Feuillus	indifférent	5-10 m	-	-	superficiel	-	mellifère, ornementale
Frêne oxyphylle (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.)	Feuillus	basique	20 m	Cat. I	FAN700-Région méditerranéenne	superficiel	-	forestière, mellifère
Micocoulier (<i>Celtis australis</i> L.)	Feuillus	indifférent	20 - 25 m	-	-	profond	-	mellifère, ornementale

Type de matériel végétal : Arborescent**Contexte bioclimatique : Méditerranéen strict**

Nom de l'espèce	Famille	Préférence pH sol	Hauteur maximale	Statut réglementaire	Matériel recommandé	Enracinement	Inoculation	Caractéristiques
Murier noir (<i>Morus nigra</i> L.)	Feuillus	neutre, basique	15 - 20 m			profond	-	mellifère, ornementale
Noyer commun (<i>Juglans regia</i> L.)	Feuillus	neutre	20 - 25 m	-	-	profond	-	ornementale
Noyer hybride (<i>juglans x hybrida</i>)	Feuillus	neutre, basique	20 - 25 m	-	-	profond	-	mellifère, ornementale
Olivier (<i>Olea europea</i> L.)	Feuillus	indifférent	4 - 6 m	-	-	superficiel	-	-
Peuplier blanc (<i>Populus alba</i> L.)	Feuillus	neutre, basique	30 m	-	-	superficiel	-	ornementale
Pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i> Mill.)	Résineux	neutre, basique	20 m	sélectionné	PHA700 Région méditerranéenne	superficiel	-	forestière
Pin de Calabre (<i>Pinus eldarica</i>)	Résineux	indifférent	20 m	-	-	superficiel	-	ornementale
Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i> Ait.)	Résineux	acide, neutre	20 - 30 m	identifié, sélectionné, qualifié	PPA700 Région méditerranéenne	superficiel	mycorhizé	forestière, ornementale
Pin pignon ou pin parasol (<i>Pinus pinea</i> L.)	Résineux	acide	30 m	sélectionné	PPE700 Région méditerranéenne	superficiel	mycorhizé	forestière, ornementale
Pin Salzmann (<i>Pinus nigra</i> Arn. Subsp. <i>clusiana</i> Clem.)	Résineux	indifférent	45 m	-	-	profond	-	forestière
Sapin d'Andalousie (<i>Abies pinsapo</i> Boiss.)	Résineux	neutre, basique	40 - 50 m	-	-	superficiel	-	-
Sapin de Céphalonie (<i>Abies cephalonica</i> Loud.)	Résineux	neutre, basique	30 - 35 m	sélectionné	Grèce mainalon	profond	-	forestière
Sapin de Cilicie (<i>Abies cilicica</i> Ant.)	Résineux	acide, neutre	30 - 35 m	-	-	superficiel	-	forestière
Sapin de Numidie (<i>Abies numidica</i> L.)	Résineux	indifférent	30 - 35 m	-	-	profond	-	ornementale

Espèces arborescentes pour bioclimat méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale

Cette sélection regroupe les arbres ayant les aptitudes pour s'installer sur des milieux appartenant à la fois à l'aire bioclimatique méditerranéenne (excepté la zone des deux mois de déficit hydrique) et aux aires bioclimatiques de type semi-océanique ou semi-continentale sous influence méditerranéenne (zone de transition bioclimatique). Ces essences présentent des facultés de résistance aux épisodes de sécheresse ponctuels, tout en ayant des besoins réguliers en eau au cours de l'année.

Type de matériel végétal : Arborescent								
Contexte bioclimatique : Méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale								
Nom de l'espèce	Famille	Préférence pH sol	Hauteur maximale	Statut réglementaire	Matériel recommandé	Enracinement	Inoculation	Caractéristiques
Alisier torminal (<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz)	Feuillus	indifférent	10 - 20 m	-	-	superficiel	mycorhizé	mellifère, cynégétique, ornementale
Amélanchier (<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.)	Feuillus	neutre, basique	2 - 3 m	-	-	superficiel	-	mellifère, ornementale
Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i> L. Gaertn.)	Feuillus	indifférent	15 - 20 m	identifié	AGL700 Région méditerranéenne AGL130Ouest AGL901 Nord-Est et Montagnes	superficiel	nodulé	améliorante, forestière
Bouleau blanc ou verruqueux (<i>Betula verrucosa</i> (pendula Roth.))	Feuillus	indifférent	15 - 20 m	identifié	BPE301 et BPU901 Nord est et Montagnes BPE130 et BPU130 Ouest	superficiel	mycorhizé	forestière, mellifère, ornementale
Châtaignier (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	Feuillus	acide, neutre	20 - 30 m	sélectionné, identifié	-	profond	-	forestière, mellifère, ornementale
Chêne pubescent (<i>Quercus pubescens</i> Willd.)	Feuillus	neutre, basique	25 m	identifié	QPU741 Languedoc QPU360 Sud-ouest	superficiel	mycorhizé	forestière
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)	Feuillus	indifférent	45 m	sélectionné	QPE601-Pyrénées QPE403 Rouergue - Massif Central QPE362 Gascogne	profond	-	forestière, ornementale
Erable à feuille d'obier (<i>Acer opalus</i> Mill.)	Feuillus	indifférent	12 - 15 m	-	-	superficiel	-	mellifère
Erable platane (<i>Acer platanoides</i> L.)	Feuillus	neutre	30 m	identifié	APL 902 Montagnes	profond	mycorhizé	forestière, mellifère
Figuier commun (<i>Ficus carica</i> L.)	Feuillus	indifférent	5 - 6 m	-	-	superficiel	-	-
Mûrier blanc (<i>Morus alba</i> L.)	Feuillus	indifférent	15 m	-	-	profond	-	mellifère
Orme champêtre (<i>Ulmus minor</i> Mill.)	Feuillus	neutre, basique	30 - 40 m	-	-	superficiel	-	ornementale

Type de matériel végétal : Arborescent								
Contexte bioclimatique : Méditerranéen à tendance semi-océanique ou semi-continentale								
Nom de l'espèce	Famille	Préférence pH sol	Hauteur maximale	Statut réglementaire	Matériel recommandé	Enracinement	Inoculation	Caractéristiques
Peuplier noir (Populus nigra L.)	Feuillus	neutre, basique	20 - 25 m	-	-	profond	-	-
Pin laricio de Calabre (Pinus nigra Arn. Subsp. laricio Maire var. calabrica Scheind.)	Résineux	acide	50 m	qualifié	PLA-VG-002	superficiel	-	forestière
Pin laricio de Corse (Pinus nigra Arn. Subsp. laricio Maire var. corsicana Hyl.)	Résineux	acide	50 m	sélectionné, qualifié	PLO902 Sud-Ouest	superficiel	mycorhizé	forestière
Pin noir d'Autriche (Pinus nigra Arn. Subsp. nigricans var. austriaca Loud.)	Résineux	indifférent	35 - 40 m	sélectionné, identifié	PNI902 Sud Est	superficiel	mycorhizé	forestière, ornementale
Platane (Platanus hybrida Brotero)	Feuillus	indifférent	30 m	-	-	superficiel	-	ornementale
Poirier sauvage (Pyrus communis L.)	Feuillus	indifférent	6 - 10 m	-	-	profond	-	mellifère, cynégétique
Sapin de Turquie (Abies bornmuelleriana Mattf.)	Résineux	indifférent	30 m	-	-	superficiel	-	forestière
Sapin du Caucase (Abies nordmanniana (Steven) Spach)	Résineux	indifférent	40 - 50 m	-	-	superficiel	-	forestière
Saule blanc (Salix alba L.)	Feuillus	neutre, basique	15 - 20 m	-	-	profond	-	mellifère
Sorbier domestique (Cormier) (Sorbus domestica L.)	Feuillus	neutre, basique	10 - 15 m	-	-	superficiel	-	mellifère, cynégétique, ornementale
Tilleul argenté (Tilia tomentosa Moench)	Feuillus	indifférent	25 - 30 m	-	-	superficiel	-	mellifère, ornementale
Tilleul à petites feuilles (Tilia cordata Mill.)	Feuillus	acide, neutre	20 - 25 m	identifié	TCO901 Montagnes TCO130 Ouest TCO901 Montagnes	superficiel	mycorhizé	forestière, mellifère, ornementale
Tilleul à grandes feuilles (Tilia platyphyllos Scop.)	Feuillus	indifférent	30 - 35 m	identifié	TPL901 Nord Est et Montagnes	superficiel	-	forestière, mellifère, ornementale

Espèces arborescentes pour bioclimat de type semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde

Ces espèces sont adaptées à des influences bioclimatiques de type semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde (altitude moyenne, inférieure à 1 200 m). L'influence méditerranéenne ne doit plus être ici ressentie car elles supportent difficilement les périodes de sécheresse. Ces arbustes peuvent être plantés en plaine ou sur des terrains de basse altitude.

Type de matériel végétal : Arborescent								
Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde								
Nom de l'espèce	Famille	Préférence pH sol	Hauteur maximale	Statut réglementaire	Matériel recommandé	Enracinement	Inoculation	Caractéristiques
Bouleau pubescent (Betula pubescens Ehrh.)	Feuillus	acide	10 - 20 m	-	-	superficiel	-	mellifère
Cerisier noir (Prunus serotina Ehrh.)	Feuillus	indifférent	5 - 10 m	-	-	superficiel	-	mellifère, cynégétique, ornementale
Charme (Carpinus betulus L.)	Feuillus	indifférent	20 - 25 m	identifié	CBE130 Ouest CBE901 Nord Ouest et Montagnes	superficiel	-	forestière, ornementale
Chêne pédonculé (Quercus robur L.)	Feuillus	indifférent	40 m	sélectionné	QRO361-Sud-Ouest QRO301 Nord de la Garonne QRO421 Massif Central	profond	-	forestière, ornementale
Erable champêtre (Acer campestre L.)	Feuillus	neutre, basique	10 - 15 m	-	-	profond	-	mellifère, cynégétique, ornementale
Erable sycomore (Acer pseudoplatanus L.)	Feuillus	neutre, basique	20 - 25 m	sélectionné, identifié	APS600 Pyrénées APS400 Massif Central	superficiel	mycorhizé	forestière, mellifère
If commun (Taxus baccata L.)	Feuillus	indifférent	8 - 10 m	-	-	superficiel	-	mellifère, ornementale
Marronnier (Aesculus hippocastanum L.)	Feuillus	neutre, basique	25 m	-	-	profond	-	mellifère
Merisier (Prunus avium L.)	Feuillus	neutre, basique	10 - 15 m	testé, sélectionné	PAV901 France	profond	mycorhizé	forestière, mellifère
Merisier à grappes (Prunus padus L.)	Feuillus	acide, neutre	5 - 10 m	-	-	profond	-	mellifère, cynégétique
Noisetier de Byzance (Corylus colurna L.)	Feuillus	indifférent	10 - 20 m	-	-	profond	-	mellifère, cynégétique, ornementale
Noyer noir (Juglans nigra L.)	Feuillus	neutre, basique	20 - 30 m	-	-	profond	-	cynégétique
Orme des montagnes (Ulmus glabra Huds.)	Feuillus	neutre, basique	25 - 30 m	-	-	profond	-	ornementale

Type de matériel végétal : Arborescent**Contexte bioclimatique : Semi-océanique, semi-continentale et à tendance montagnarde**

Nom de l'espèce	Famille	Préférence pH sol	Hauteur maximale	Statut réglementaire	Matériel recommandé	Enracinement	Inoculation	Caractéristiques
Peuplier grisard (Populus canescens (Aiton) Smith)	Feuillus	acide, neutre	20 - 30 m	-	-	superficiel	-	ornementale
Pin sylvestre (Pinus sylvestris L.)	Résineux	indifférent	20 - 40 m	sélectionné, qualifié	PSY602 Pyrénées-Orientales PSY401 Massif Central PSY404 Margeride	superficiel	mycorhizé	forestière, ornementale
Pommier sauvage (Malus sylvestris Mill.)	Feuillus	indifférent	8 - 12 m	-	-	superficiel	-	mellifère, cynégétique
Prunier myrobolan (Prunus cerasifera Ehrh.)	Feuillus	indifférent	5 - 8 m	-	-	superficiel	-	mellifère, cynégétique, ornementale
Saule Marsault (Salix caprea L.)	Feuillus	indifférent	5 - 10 m	-	-	superficiel	-	mellifère
Tremble (Populus tremula L.)	Feuillus	indifférent	15 - 20 m	identifié	PTR901 France	superficiel	-	forestière

Espèces arborescentes pour bioclimat montagnard

Ces essences sont adaptées à un bioclimat typiquement montagnard. Leur résistance au froid et au gel fait qu'elles se retrouvent à l'état naturel principalement depuis les forêts de moyenne altitude jusqu'à la limite supérieure d'installation des arbres.

Type de matériel végétal : Arborescent								
Contexte bioclimatique : Montagnard								
Nom de l'espèce	Famille	Préférence pH sol	Hauteur maximale	Statut réglementaire	Matériel recommandé	Enracinement	Inoculation	Caractéristiques
Alisier blanc (<i>Sorbus aria</i> L.)	Feuillus	neutre, basique	8-12 m	-	-	superficiel	mycorhizé	mellifère, cynégétique
Alisier de Scandinavie (<i>Sorbus intermedia</i> Ehrh.)	Feuillus	indifférent	6-8 m	-	-	superficiel	-	mellifère, cynégétique, ornementale
Aulne blanc (<i>Alnus incana</i> (L.) Moench.)	Feuillus	neutre, basique	10-15 m	-	-	superficiel	nodulé	améliorante, mellifère
Epicéa commun (<i>Picea abies</i> (L.) Karst)	Résineux	indifférent	50 m	sélectionné, qualifié	PAB400 Massif Central	superficiel	-	forestière, ornementale
Frêne commun (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	Feuillus	indifférent	40 m	sélectionné, qualifié	FEX300 Sud-Ouest FEX400 Massif Central	superficiel	mycorhizé	forestière, mellifère
Hêtre commun (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	Feuillus	indifférent	30-45 m	sélectionné,	FSY633-Pyrénées-Orientales FSY403-Masif Central Sud FSY 401 Massif Central Nord basse altitude FSY 402 Massif Central Nord haute altitude	superficiel	mycorhizé	forestière, ornementale
Mélèze d'Europe (<i>Larix decidua</i> Mill.)	Résineux	indifférent	40 m	sélectionné, qualifié, testé	LDE240 Nord-Est Massif Central	superficiel	-	forestière
Noisetier (Courdrier) (<i>Corylus avellana</i> L.)	Feuillus	indifférent	3-5 m	-	-	superficiel	mycorhizé	mellifère, cynégétique
Sapin pectiné (<i>Abies alba</i> Mill.)	Résineux	neutre	30-50 m	sélectionné,	AAL361 Aude AAL40 Massif Central Ouest AAL402 Massif Central Est	superficiel		forestière
Sorbier des oiseleurs (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Feuillus	acide	10-15 m	-	-	superficiel	-	cynégétique

Les autres fournitures

La revégétalisation des décharges et autres espaces dégradés met souvent en jeu des contextes et conditions de milieux difficiles peu propices à l'implantation réussie d'un couvert végétal. Afin d'améliorer les chances de reprise du matériel végétal utilisé, on met en œuvre des fournitures annexes (produits fixateurs des semences, engrais, filets biodégradables de lutte contre l'érosion et de maintien de l'humidité dans le sol ...) qui accompagnent et favorisent les premières phases d'implantation des végétaux (germination, levée des plantules, croissance).

Ces fournitures ont pour objectifs d'améliorer les propriétés du sol, de fixer les semences, d'apporter les nutriments nécessaires ou d'assurer la protection des jeunes plants. L'apport de ces produits doit être raisonné en fonction des qualités intrinsèques des sols en place, des besoins des végétaux, de la configuration du site et de la saison d'intervention. Les préconisations de dosage que l'on trouvera dans les pages suivantes seront donc être adaptées à chaque cas particulier et notamment en fonction des résultats des analyses agronomiques des sols qui sont en général indispensables.

L'amélioration des propriétés du sol : les amendements

Les amendements sont des produits destinés à être incorporés au terrain afin d'en améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques. Un des effets recherchés peut, par exemple, être de rendre les sols plus perméables à l'eau et à l'air et leur conférer une meilleure aptitude à retenir les engrais.

On distingue principalement les amendements minéraux basiques et les amendements humifères (organiques).

Les amendements minéraux basiques

Les amendements minéraux basiques sont définis comme des matières fertilisantes contenant du calcium et/ou du magnésium généralement sous forme d'oxyde, d'hydroxyde, de carbonate ou de silicate (NF EN 13535 Engrais et amendements calciques et/ou magnésiens, juin 2002). D'origine naturelle issus de carrières ou manufacturé, ils visent principalement à maintenir ou élever le pH d'un sol.

Les apports d'amendements minéraux basiques ont lieu le plus souvent en surface avec enfouissement dans la couche superficielle du sol en place.

Pour ce type de produit, les doses d'apport se raisonnent en fonction du nombre d'unités de pH à corriger, du taux d'argile et de la teneur en matière organique.

A titre d'exemple, pour le cas particulier de la craie broyée, les quantités moyennes nécessaires pour relever d'une unité la valeur de pH sont de l'ordre de 3 à 4 tonnes/ha pour une terre sableuse légère, de 4 à 6 tonnes/ha pour une terre limoneuse et de 4 à 6 tonnes/ha pour une terre humifère. Dans le cas où le calcaire broyé serait remplacé par de la chaux vive, les doses à apporter doivent être divisées par deux.

Le prix à l'unité de masse est très variable suivant la nature des amendements. L'indicateur de prix pertinent doit être calculé par rapport à la surface traitée en tenant compte de la nature initiale du terrain, de la teneur en éléments « actifs » de l'amendement et de l'objectif recherché en matière de correction.

Très peu utilisé en technique de végétalisation de décharge, on s'en affranchira en choisissant les matériels végétaux adaptés à la nature du substrat en place.

Les amendements organiques

Sous le terme "amendements organiques" sont regroupées les matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale seule, ou animale et végétale en mélange.

Ils se présentent sous une forme liquide, soluble dans le cas de produits d'origine agricole (fumier, fiente) qui ont fait l'objet d'un reconditionnement industriel ou sous forme solide, le plus souvent des compost obtenus par fermentation aérobie de constituants d'origine végétale et/ou animale (déchets verts, fraction fermentescible des ordures ménagères, boues d'épuration, déchets d'origine agro-alimentaire, ...).

Les effets bénéfiques sont multiples : renforcement du stock d'humus (matière organique stable), amélioration de la capacité de rétention en eau des sols, amélioration de la structure du sol, renforcement de la stabilité des agrégats du sol (complexe argilo-humique), stimulation de l'activité microbienne, apport d'éléments nutritifs assimilables par les plantes grâce à la minéralisation progressive de la matière organique.

Pour être commercialisée en tant qu'amendement organique, une matière fertilisante doit soit bénéficier d'une homologation ou d'une autorisation provisoire de vente délivrée par le ministère de l'agriculture, soit être conforme à une norme en vigueur.¹²

La norme NFU 44-051 révisée qui concerne les composts élaborés à partir des matières organiques d'origine végétale (composts de déchets verts, d'ordures ménagères, de déchets agro-alimentaires, ...) définit les niveaux de qualité à respecter (teneurs en contaminants métalliques ou organiques, en impuretés et en agents pathogènes), mais aussi les flux maximum d'apport en éléments traces dans les sols amendés (métalliques et organiques). Concernant les composts d'ordures ménagères, il conviendra de veiller particulièrement à limiter la présence d'indésirables minéraux (morceaux de verre) et organiques (débris de plastique) susceptibles d'obérer la qualité paysagère finale de la remise en état.

La norme NF U 44-095 vise les composts contenant des matières fertilisantes issues du traitement des eaux, boues d'épuration d'origine urbaine ou industrielle. Elle comporte des restrictions d'usage similaires.

Selon les doses d'apport nécessaires en éléments actifs pour l'opération de végétalisation, les flux maximum en éléments traces polluants imposés par ces textes peuvent s'avérer limitant. Il convient donc d'en tenir compte dès la définition du projet et dans la stratégie d'amendement.

D'autres restrictions liées par exemple à la directive « nitrates », décharge implantée en zone vulnérable, ou éventuellement au règlement sanitaire départemental peuvent induire de nouvelles contraintes.

Les modalités d'utilisation des amendements organiques en végétalisation sont évidemment fonction du type de produit mis en œuvre [7]. Les amendements solubles sont dilués dans l'eau et le mélange de graines, avant ensemencement hydraulique. En végétalisation les doses

¹² Seuls ces types de produits seront acceptés. Une décharge réhabilitée n'est plus un lieu destiné à recevoir des déchets et autres sous-produits inutilisables par ailleurs.

varient entre 100 et 600 kg/ha. Pour les amendements solides, selon l'objectif visé, la dose sera comprise entre 100 et 300 m³/ha pour de l'enherbement extensif mais s'élève jusqu'à 800 m³/ha pour reconstituer un sol à partir du substrat inerte.

Les amendements organiques solides peuvent également être utilisés en fosses de plantation pour des espèces arbustives ou arborescentes. Il est alors conseillé de remplir ces fosses avec un mélange en volume de 1/3 de compost pour 2/3 de terre végétale.

Les amendements organiques solides peuvent être laissés en surface sur le sol, pour des doses de compost n'excédant pas les 300 m³/ha, ou bien être enfouis dans la couche superficielle (entre 5 et 20 centimètres de profondeur) à l'aide d'engins agricoles (rotavator ou dans le cas de sols pierreux, d'un concasseur)[11].

Les prix sont variables en fonction de la nature des produits (origine des matières organiques), du process de fabrication, des quantités nécessaires et pour les composts, de la granulométrie du produit fini. Compte tenu des volumes mis en œuvre, le transport peut représenter une importante part du coût. Un compost de déchets verts élaboré se négocie entre 5 et 10 €/m³.

La nutrition des plantes : les engrais

Les engrais sont des matières fertilisantes dont la fonction principale est d'apporter aux plantes des éléments directement utiles à leur nutrition. Un engrais peut être d'origine minérale, organique ou mixte. Il se caractérise aussi par la nature des éléments fertilisants qui le composent :

- les nutritifs majeurs : azote (N), phosphore (P), potassium (K),
- les nutritifs secondaires : calcium (Ca), magnésium (Mg), soufre (S), sodium (Na),
- les oligo-éléments (bore, cobalt, cuivre, ...).

Le tableau ci-dessous résume l'action des principaux éléments nutritifs.

Éléments nutritifs	Action sur les végétaux
Azote (N)	Agit sur la couleur, la vigueur et la bonne santé des plantes, intervient dans la synthèse des protéines et favorise la croissance
Phosphore (P)	Participe à la fabrication des tissus et favorise le développement racinaire en début de végétation
Potassium (K)	Intervient dans le processus de synthèse chlorophyllienne et dans la limitation de la transpiration des plantes, favorise l'absorption de l'eau, améliore la résistance au froid, à la sécheresse et aux maladies
Calcium (Ca)	Intervient dans l'alimentation des plantes, dans la construction des parois cellulaires et sur les propriétés physiques du sol
Magnésium (Mg)	Entre dans la composition des pigments chlorophylliens, joue un rôle d'activateur enzymatique dans les processus de métabolisme des protéines et des glucides
Soufre (S)	Augmente la résistance des plantes au froid et aux maladies, intervient dans la synthèse des protéines
Oligo-éléments (Fe, Zn, Cu, Mn, Br, Mb)	Jouent le rôle de catalyseur des réactions métaboliques des plantes

La réglementation française considère une matière fertilisante comme un engrais, lorsque sa teneur en éléments nutritifs est au minimum égale à 3% en masse pour au moins l'un des trois éléments nutritifs majeurs (azote, phosphore ou potassium).

L'apport d'engrais permet d'obtenir une croissance plus rapide du couvert végétal, tant sur le plan de la biomasse aérienne (tige, feuille, fleur) que souterraine (système racinaire). Cette propriété est tout particulièrement recherchée dans les travaux de végétalisation, toujours à la merci de phénomènes d'érosion intense.

L'engrais permet aussi de compenser ponctuellement les carences nutritives d'un sol remanié.

Les engrais commercialisés sont soit normalisés AFNOR (les plus nombreux), soit inscrits dans la liste CE arrêtée par la Communauté Européenne, soit bénéficiaire de la part du ministère de l'agriculture d'une autorisation provisoire de vente.

Parmi le grand nombre de formulations (types et quantités d'éléments nutritifs apportés) disponibles sur le marché, on en retiendra 3 usuellement mises en œuvre dans les chantiers de végétalisation :

- formulation N-P-K équilibrée de type 15-15-15¹³ ou 17-17-17. Ces engrais apportent une même quantité des 3 principaux éléments nutritifs (azote, phosphore et potassium). Ayant une action bénéfique à la fois sur la croissance aérienne et racinaire des plantes, ils sont particulièrement recommandés et efficaces lorsque la couverture végétale est déjà installée. Cette formulation d'engrais est à privilégier pour les semis de printemps ;
- formulation N-P-K de type 4-20-20 qui privilégie les apports en phosphore et potassium au détriment de l'azote. Son action vise à favoriser le développement racinaire des jeunes plantules issues du semis. Avec un système racinaire renforcé, les végétaux seront plus résistants à la sécheresse ainsi qu'aux gelées hivernales. Ce type d'engrais est habituellement employé en végétalisation lors des semis d'automne ;
- formulation N-P-K de type 15-9-9 habituellement utilisé dans le cadre de plantations. Conditionné sous forme de tablettes, l'engrais est disposé directement dans le fond des fosses de plantations où il libère lentement les éléments nutritifs.

Dans certains cas spécifiques, selon le niveau de fertilité des terrains concernés et les espèces à planter, on peut avoir recours à des engrais ne contenant qu'un seul élément. Par exemple, l'ammonitrate est un engrais dosé à 27 % environ d'azote minéral directement assimilable par les végétaux (13,5 % N nitrique + 13,5 % N ammoniacal). Le sulfate de potassium, dosé à 50%, permet d'apporter du potassium (K₂O).

Les engrais sont des produits en majeure partie minéraux, solubles, directement assimilables par les plantes mais également lessivables et susceptibles d'entraîner des dégradations de la qualité des eaux souterraines ou superficielles. Les doses d'utilisation des engrais en végétalisation doivent donc être raisonnées en fonction des caractéristiques agronomiques du sol en place (niveau de fertilité) à végétaliser et des besoins nutritionnels des végétaux que l'on souhaite planter. Pour ce faire, une analyse préalable agronomique du terrain est indispensable. Aucun dosage ne doit être prescrit ou énoncé hors d'un contexte donné.

Idéalement, les apports d'engrais se font en plusieurs étapes :

- une première phase de fertilisation en même temps que le semis initial,
- une seconde au moment du « sursemis ». On parle alors de fertilisation de parachèvement ;
- des fertilisations de confortement de façon à aider la végétation à s'installer dans la durée en compensant le cas échéant, une forte carence des sols en place.

¹³ Les apports d'engrais s'expriment fréquemment en unités fertilisantes. Ainsi, par exemple, le niveau de fertilité d'un terrain peut être redressé de 45 unités fertilisantes pour chacun des trois éléments majeurs par épandage de 300 kg/ha d'un engrais NPK de formule 15-15-15. A la même dose, un engrais NPK de formule 4-20-20 apporte 12 unités fertilisantes d'azote, et 60 unités fertilisantes de phosphore et potassium.

Fertilisation adaptée : Cas pratique

Pour élaborer une stratégie de fertilisation adaptée au programme de travaux, les 3 éléments nutritifs majeurs (azote, anhydride phosphorique et potasse) sont analysés.

L'analyse préalable d'un échantillon représentatif des terres de couverture donne les résultats suivants :

Azote	0,75 ‰
Anhydride phosphorique	0,11 ‰
Potasse	0,207 ‰

Les seuils moyens ou satisfaisants préconisés par le SETRA pour un couvert herbacé sont les suivants (SETRA, 2000) :

Azote	0,80 à 1,20 ‰ (moyenne 1‰)
Anhydride phosphorique	0,18 à 0,26 ‰ (moyenne 0,22‰)
Potasse	0,18 à 0,28 ‰ (moyenne 0,23‰)

Dans un premier temps on calcule les besoins en tenant compte de l'épaisseur de substrat à fertiliser et de sa densité apparente. Ces besoins se calculent en unité fertilisante/ha.

Avec une épaisseur de substrat de 10 cm et une densité de 1,4, le besoin en anhydride phosphorique (exprimé en unités fertilisantes à l'hectare) s'effectue de la façon suivante :

$$(0,22-0,11) \times 10000 \times 0,1 \times 1,4 = \mathbf{154 \text{ UF/ha}}$$

En appliquant le même type de calcul aux deux autres éléments, les besoins sont donc :

Azote	350 UF/ha
Anhydride phosphorique	154 UF/ha
Potasse	32 UF/ha

L'entreprise de végétalisation propose un engrais organo-minéral 5-5-5 à 500 kg/ha et un amendement organique contenant 0,83% d'anhydride phosphorique à la dose de 800 kg/ha soit :

$$500 \times (5/100) + 800 \times (0,83/100) = \mathbf{32 \text{ UF/ha}} \text{ d'anhydride phosphorique}$$

En appliquant le même type de calcul aux deux autres éléments, les apports sont donc :

Azote	30 UF/ha
Anhydride phosphorique	32 UF/ha
Potasse	36 UF/ha

Les apports en éléments nutritifs majeurs sont donc très insuffisants pour l'azote (1/12^{ème} des besoins) et en anhydride phosphorique (1/5^{ème} des besoins).

En matière de fertilisation azotée, il faut tenir compte des cycles naturels des végétaux avec des apports préférentiels au printemps et des faibles doses à l'automne. Dans le cas d'une fertilisation de parachèvement ou de confortement, les apports doivent être adaptés en fonction de l'état général du couvert végétal en place.

Le tableau ci-dessous donne des valeurs usuelles de doses d'apport en engrais, déterminées en fonction des besoins d'un couvert herbacé de type prairie.

Périodes d'intervention	Type d'engrais préconisé	Doses d'apport préconisées (en kg/ha)	Ordre de prix à l'hectare (en €HT/ha)
Printemps	Engrais NPK équilibré de type 15-15-15	[400 – 800]	110 à 220
Automne	Engrais NPK faiblement azoté de type 4-20-20 ou 0-25-25	[200 – 600] [150 – 500]	50 à 155 35 à 120

Le prix des engrais étant indexé sur le prix du pétrole, les ordres de prix indiqués ici peuvent être amenés à évoluer significativement dans les années à venir. Ces coûts restent néanmoins encore tout à fait marginaux dans le montant total d'une opération de remise en état de décharge.

La fixation des semences

La topographie initiale des terrains où sont implantées les décharges, mais également leur mode d'exploitation, conduisent souvent à une morphologie de massif présentant des pentes importantes. Afin de garantir une bonne homogénéité du couvert végétal et une protection du sol contre l'érosion, il est nécessaire d'utiliser des techniques assurant le maintien des semences en place et limitant leur emport par les agents érosifs (ruissellement superficiel, vent).

Ce maintien doit être effectif le temps que les semences germent et que le système racinaire des plantules en développement soit suffisamment ancré dans le sol.

Les produits fixateurs

Les fixateurs sont des produits utilisés pour ancrer les semences à la surface du sol. Il s'agit le plus souvent de colloïdes d'origine végétale (fixateurs à base d'alginate extraits d'algues marines, farines de légumineuses ou d'algues) ou de synthèse.

Leur efficacité peut s'apprécier en fonction de critères tels la viscosité, la pérennité, la capacité de rétention en eau et le niveau de pH. En technique de végétalisation, les alginate semblent offrir les performances techniques les plus adaptées, avec notamment une action suffisamment longue pour que le maintien des semences soit assuré le temps qu'elles dépassent le stade de la germination.

Les doses varient en fonction de la morphologie des ouvrages et de l'intensité des agents érosifs présents sur le site à végétaliser. Pour des pentes courtes (inférieure à 5 m) et raisonnablement inclinées (moins de 3/2), on adoptera les dosages suivants :

Produits	Préconisations	Ordres de prix
Alginate de sodium	entre 10 et 15 kg/ha	50 à 75 €HT/ha
Fibres de cellulose	entre 200 et 300 kg/ha	120 à 180 €HT/ha

Dans le cas de pentes plus raides ou plus longues on préfère des dosages plus massifs complétés avec la pose d'un géotextile anti érosif ou en cas d'exposition aux vents fréquente un mulch à base de paille (cf. ci-après) :

Produits	Préconisations	Ordres de prix
Alginate de sodium	entre 20 et 25 kg/ha	100 à 125 €HT/ha
Fibres de cellulose	entre 400 et 600 kg/ha	240 à 360 €HT/ha

Les mulchs ou pailis

Un mulch constitue un tapis discontinu biodégradable à base de substances organiques qui, disposé en surface sur le sol, forme une couche protectrice pour le semis. Trois matières premières différentes peuvent être mises en oeuvre :

- **la cellulose.** Soluble dans l'eau, elle présente l'avantage de pouvoir être apportée en même temps que les semences par projection hydraulique. Les fibres de cellulose forment alors une pâte mécanique qui se rigidifie au contact du sol. Les fibres de cellulose proviennent de l'industrie du bois et sont conditionnées sous forme de balles. Elles ont un pouvoir de rétention en eau élevé (6 à 8 fois le volume initial) qui s'avère bénéfique pour la germination des graines. En région méditerranéenne, les fibres de cellulose de couleur sombre sont à proscrire au profit de fibres de couleur claires moins sensibles au dessèchement ;
- **les fibres végétales.** Ce type de mulch est élaboré à partir de fibres de morceaux de bois déchiquetées et reconditionnées. A l'instar de la cellulose, les fibres végétales peuvent être projetées sur le sol avec l'hydrosemoir. Elles présentent aussi une importante capacité de rétention en eau, favorable au processus de germination des graines. Ce type de produit a cependant un pH très acide (4,5 à 5,3) qui peut avoir une incidence sur la levée du semis ;
- **la paille.** Constituée de longs brins de blé, elle est apportée manuellement à la surface du sol après la réalisation du semis. Un mulchage à base de paille implique un coût de mise en œuvre élevé qui limite l'utilisation de ce type de produit aux cas de figure les plus difficiles (sites ventés, ...) ou bien dans le cas de traitements de petites surfaces. La biodégradation de la paille occasionne une intense activité de la biomasse microbienne du sol qui peut avoir des conséquences indirectes sur le développement du couvert végétal. En effet, la dégradation de la paille par la biomasse microbienne nécessite d'importantes ressources nutritionnelles notamment en azote. Ce besoin est à l'origine d'une dynamique de concurrence entre les plantes et la biomasse microbienne, on parle alors d'un phénomène de "faim d'azote" pour les plantes. Les doses de paille et d'engrais doivent être raisonnées en conséquence. Enfin, en raison d'un haut degré d'inflammabilité, l'utilisation de paille pour la réalisation d'un mulch en région méditerranéenne peut présenter un risque potentiel de démarrage d'incendie dont il faut tenir compte.

D'autres produits organiques : foin, copeaux de bois, sciure, tourbe, aiguilles de pin... peuvent, le cas échéant, servir de mulch en végétalisation. Leur utilisation reste toutefois limitée à de rares chantiers.

Les avantages du mulch sont multiples car il permet de :

- maintenir les graines semées à la surface du sol et d'éviter leur emport sous l'action du ruissellement superficiel ou du vent,

- favoriser la germination des graines par le maintien prolongé de conditions d'humidité favorables,
- créer des conditions de levée plus homogène du semis grâce à une meilleure régularisation des changements de températures nocturne et diurne,
- limiter la venue d'adventices (mauvaises herbes),
- former pour les graines et les jeunes plantules une couche protectrice contre les aléas climatiques (sécheresse, gel),
- constituer, dans certains cas, un apport complémentaire de matière organique grâce à sa biodégradation progressive.

Les doses d'apport couramment pratiquées en végétalisation ainsi que les ordres de grandeur des coûts de ces différentes fournitures sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Produits	Préconisations	Ordres de prix
Cellulose	entre 200 et 600 kg/ha	200 à 500 €HT/ha
Fibres végétales	entre 500 et 2 000 kg/ha	300 à 500 €HT/ha
Paille	entre 2 000 et 3 000 kg/ha	> 2 000

Sa grande facilité de mise en œuvre ainsi que la nécessité de dosages relativement modérés font que la cellulose reste le mulch le plus communément utilisé.

Les bionattes

Les bionattes appartiennent à la famille des géosynthétiques bidimensionnels. Elles sont constituées de fibres naturelles biodégradables tissées qui forment un filet à mailles ouvertes dont les dimensions sont variables [8].

La mise en œuvre de bionattes en végétalisation présente de nombreux avantages :

- une stabilisation de la couche du sol de surface et une protection contre les agents érosifs (impact des gouttes de pluie, eau de ruissellement, vent),
- les mailles forment à la surface des « micro-terrasses » qui permettent de retenir efficacement les graines dans la pente jusqu'à leur germination,
- les fibres naturelles ont une bonne capacité d'absorption et de rétention de l'eau de pluie qui est ainsi progressivement restituée au sol, entretenant ainsi des conditions favorables à la germination et croissance du matériel herbacé,
- leur biodégradation assure un apport supplémentaire de matière organique au sol.

Les fibres constitutives de ces bionattes sont à base de jute ou de noix de coco. Plus résistantes en terme de biodégradation mais aussi plus onéreuses, les bionattes en coco sont plutôt employées en protection d'ouvrages hydrauliques, berges de plan d'eau ou de rivière. Dans cette famille de bionattes, il existe également plusieurs qualités de fibre, respectivement par longévité décroissante : Ajengo, Aratory, Vycom, Beach.

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques techniques des bionattes de jute et de coco :

	Toile de jute	Toile de coco
Pérennité (années)	1 à 2	5 à 10
Grammage (g/m²)	500, 730 et 1000	205, 400, 700, 740, 900, et 1000
Maillage (mm)	5 x 5 10 x 10 20 x 20	9 x 9 5 x 10 7 x 10 10 x 10 20 x 20 25 x 25 50 x 50
Largeur du lé (cm)	122 ou 242	100, 200, 300 ou 400
Domaines d'utilisation	Talus	Berges de cours d'eau

Pour que ces géosynthétiques fournissent tout leur potentiel, un soin particulier doit être apporté à la préparation du sol et à leur pose. La couche de finition doit être finement nivelée et tous les matériaux indésirables enlevés (branchage, pierres...) pour que le contact avec entre sol et bionatte soit étroit et permanent. Les lés sont déroulés dans le sens de la plus grande pente avec ancrage dans une banquette de 20 cm de profondeur en tête et agrafages dans la pente. Les bords des lés se chevauchent sur 15 cm minimum.

En végétalisation de décharge, les toiles de jute sont utilisées pour limiter l'érosion sur des pentes importantes. Il faut alors compter un prix de la toile de jute livrée, posée de l'ordre de 4 à 5 €/m², variable suivant la quantité commandée et la difficulté de pose (accès, pente, travaux acrobatiques, ...).

Les protections des jeunes plants

Les jeunes plants peuvent être fragilisés par la concurrence des espèces herbacées implantées en pied et les dégradations occasionnées par la faune sauvage (rongeurs, ongulés).

Un premier type de protection vise à créer à la base de chaque plant une zone où toute installation de végétaux est bloquée. En préservant les plantations de la concurrence des espèces herbacées, l'accès des jeunes plants aux ressources nutritives du sol se voit facilité, ce qui favorise d'autant plus les chances de reprise et avec une vitesse de croissance accrue. En végétalisation, il est conseillé de privilégier les produits biodégradables et notamment dans le cas où le site à réhabiliter ne fait pas l'objet d'un entretien ou d'un suivi régulier. Plusieurs sortes de produits existent :

	Collerette de toile tissée	Dalle biodégradable	Collerette biodégradable
Origine matière	synthétique	organique (liège, fibres de bois)	organique (jute, coco)
Dimensions disponibles	de 0,30 x 0,30 m jusqu'à 1,50 x 1,50 m	de 0,31 x 0,31 m Jusqu'à 1 x 1 m	de 0,30 x 0,30 m Jusqu'à 1 x 1 m
Grammage	100 g/m ²	400 g/m ²	114 g/m ²
Prix indicatif €/unité hors pose	de 9,70 à 16,50 pour moins de 1 000 articles	de 0,70 pour moins 2 000 articles en 0,31 x 0,31 m Jusqu'à 2,60 pour moins 250 articles en 1 x 1 m	de 0,60 à 4,90 selon quantité

La protection des jeunes plants contre les rongeurs (lièvre notamment) se fait grâce à des manchons plastiques entourant la tige principale. Ils sont commercialisés avec différentes hauteurs (de 40 à 60 cm) et sont le plus souvent maintenus droits à l'aide de tuteurs.

Plusieurs types de produits destinés à protéger les jeunes plants contre les populations d'ongulés sont disponibles sur le marché. Leur mise en place permet de prémunir les jeunes plants contre l'abroustissement (prélèvement des jeunes pousses et des bourgeons), l'écorçage (arrachage de morceaux d'écorce sur la tige-tronc) ainsi que, dans une moindre mesure, le frottis (frottement des bois des ongulés contre les jeunes arbres). Le choix doit prendre en compte la densité de population des animaux présents sur le site planté. Plus la population d'animaux est grande, plus le choix en matière de protection de plants doit se porter vers des matériels robustes (grillage métallique).

	Gaines plastiques	Tubes plastiques perforés	Grillage métallique
Origine matière	synthétique	synthétique	métal
Hauteurs disponibles	50 à 180 cm	60 à 120 cm	60 à 120 cm
Diamètres disponibles	10 à 20 mm	50 à 125 mm	19 à 30 mm
Conditions d'utilisation	faible densité de population d'ongulés	densité moyenne de population d'ongulés	forte densité de population d'ongulés
Prix indicatif €/unité hors pose	de 0,30 à 2,40 pour moins de 1000 articles	de 0,80 à 4,20 pour moins de 1000 articles	de 0,60 à 0,70 pour moins de 1000 articles

Les autres produits et matériaux

Quelques fournitures sont présentées ci-après pour mémoire car elles sont quelques fois proposées par certaines entreprises. S'agissant de la réhabilitation des décharges en Languedoc-Roussillon, il sera plus pertinent techniquement et financièrement de sélectionner un matériel végétal adapté.

Les **réteneurs d'eau** sont des polymères de synthèse qui se gélifient au contact de l'eau. Mélangés avec la couche superficielle d'un sol, ces produits permettent d'augmenter la capacité de stockage en eau du substrat dans lequel il a été incorporé. Cette propriété est favorable aux plantes en période de sécheresse qui disposent alors d'une réserve supplémentaire en eau que les racines peuvent puiser au sein des gels de polymères.

Les réteneurs d'eau, produits biodégradables reconnus non toxiques pour l'homme et son environnement, ont également la propriété de retenir les engrais solubles, limitant ainsi les risques de lessivage.

Conditionnées sous forme de granulés ou de poudre, les doses d'apport en rétenneur d'eau peuvent varier entre 50 et 150 g/m² pour la mise en place d'une couverture végétale de type herbacée et entre 2 et 5 kg/m³ dans le cadre de plantations.

Les **biostimulants** sont des molécules biologiques qui jouent un rôle clef dans les processus physiologiques des végétaux, comme par exemple leur activité photosynthétique. Ils ont une action ciblée sur les différents organes de la plante : racines, feuilles, fleurs, avec des améliorations de leur capacité de résistance à certaines maladies ou à un stress climatique ambiant.

Les **matériaux pré ensemencés** (matelas) à base de paille ou de fibres de bois et de coton sont conçus pour assurer deux fonctions simultanées : la protection du sol contre l'érosion et le semis. Les semences sont ainsi incorporées dans le matériau lors du processus de fabrication.

Certains fournisseurs proposent des mélanges de graines différents en fonction des contextes bioclimatiques rencontrés (milieu humide, sec, tempéré). Néanmoins, les différences se situent plus au niveau de la proportion relative des espèces que de la palette végétale. En outre, les espèces incorporées sont les mêmes que celles classiquement utilisées en espaces verts et donc pas adaptés au contexte des fonciers dégradés avec un objectif écologique et paysager.

Certains micro-organismes ont la faculté d'entrer naturellement en symbiose avec les racines de la plupart des plantes. Ces associations appelées **endomycorhizes**, donnent lieu à des échanges bénéfiques. Le mycélium externe du champignon agit comme un prolongement du système racinaire qui absorbe pour le compte de la plante les minéraux et l'eau du sol.

Les endomycorhizes apportent de nombreux bienfaits à leur plante hôte : meilleure nutrition en minéraux peu disponibles (phosphore, oligo-éléments) et en eau, meilleur enracinement (en augmentant la ramification racinaire, en structurant le sol par ses filaments, en nourrissant la faune du sol), meilleure phyto-protection (en accroissant l'immunité du plant, en abritant une flore bénéfique naturelle).

Mise en œuvre du matériel végétal – Suivi et réception des travaux - Entretien

Calendrier des travaux

Les premières semaines qui suivent les travaux de végétalisation sont cruciales pour la germination des semences, la levée et la croissance des plantules, ainsi que pour la reprise des plants. Ces périodes d'intervention doivent donc correspondre à des époques de l'année où les conditions climatiques sont favorables, c'est-à-dire, idéalement, avec un niveau de précipitation suffisant, des températures pas trop élevées et des vents pas trop forts.

L'ensemencement des espèces herbacées intervenant dès la fin de la mise en place des matériaux terreux de couverture, le calendrier général des travaux devra être établi en tenant compte de la période à laquelle les travaux d'aménagement paysager pourront démarrer.

Si cela n'est pas possible ou si les travaux de terrassement ont pris du retard, il faut prévoir le report des travaux de végétalisation à la période favorable suivante. Une nouvelle préparation des terrains avant ensemencement sera alors nécessaire avec, le cas échéant, reprise des ravinelements. Selon le contexte bioclimatique dans lequel on se trouve, cette période favorable à l'ensemencement sera plus ou moins tardive :

Contexte bioclimatique	Période favorable au semis
Bioclimat méditerranéen strict	février à avril - septembre à novembre
Bioclimat sous influence semi-océanique	mars à mai - septembre à novembre
Bioclimat sous influence semi-continentale	mars à mai - septembre à octobre
Bioclimat montagnard	mai à juin - août à octobre

L'automne est la saison privilégiée pour des travaux d'aménagement paysager. Le printemps surtout à ses débuts peut à la rigueur être favorable, mais dans tous les cas la période estivale sera totalement proscrite. On évitera également les périodes de gel, de fortes précipitations ou de grands vents.

Pour les plantations, la période propice s'étend de l'automne à la fin de l'hiver, hors période de gel et de fort vent avec toutefois une préférence pour l'automne.

Les techniques d'intervention

La surface à végétaliser est le critère principal qui détermine la technique d'ensemencement. Pour des superficies inférieures à 500 m², le semis manuel est la seule alternative possible. Au-delà de 5 000 m², la végétalisation par projection hydraulique à l'hydrosemoir devient tout à fait pertinente et offre un bon rendement. Entre ces deux tailles on examinera au cas pas cas la configuration du site. La mise en synergie de plusieurs travaux de végétalisation peut également permettre d'atteindre ce seuil de 5000 m² qui facilite la mise en œuvre et contribue à la maîtrise des coûts de l'opération rapportés au mètre carré traité. Dans certains contextes ruraux selon le matériel disponible localement et pour les parties peu pentues du site, on peut aussi prévoir un ensemencement mécanique de type agricole.

De façon générale, on retiendra qu'avec la technique d'ensemencement hydraulique, la possibilité de mettre en œuvre en une seule fois avec une bonne homogénéité l'ensemble des

produits utiles, en mélange dans l'eau, (graines, fixateurs, engrais...) offre un avantage indéniable. La dissolution de certains de ces éléments dans la bouillie projetée garantit la très bonne répartition des matières sur le terrain.

Pour ce qui concerne les plantations, il faut être conscient que des jeunes plants laissés à l'abandon ont des chances de survie limitées à plus ou moins court terme. Les premiers travaux complémentaires après plantation tels que le désherbage, la taille, le relevé des dispositifs de protection anti-gibier ... sont indispensables et devraient faire partie intégrante de tout marché de végétalisation sous la dénomination « travaux de parachèvement » et « travaux de confortement ». Ils ne relèvent pas des travaux d'entretien proprement dits.

Le suivi des travaux – Leur réception

La présence du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre au début des travaux de végétalisation permet de s'assurer que toutes les fournitures prévues au marché (quantité et qualité) sont bien présentes et conformes aux prescriptions du CCTP (composition des mélanges, nature des engrais et autres adjuvants, ...).

Ce suivi des travaux permet également d'être réactif aux aléas qui peuvent survenir à l'avancée du chantier. En cas de difficultés rencontrées sur le terrain (conditions météorologiques, difficultés d'accès, ...), l'entreprise peut alors soumettre au maître d'ouvrage ou à son représentant des solutions alternatives.

En fin des travaux, ce suivi permettra d'obtenir de l'entreprise une parfaite remise en état du site en cas d'éventuelles dégradations faites sur la zone de chantier ou aux abords (ornières, comblement de renvois d'eau, dégradation de pistes d'accès, ...) et l'approbation du constat d'exécution des travaux en sera facilité.

La réception, prononcée contradictoirement après un constat préalable, marque le début de la période de garantie pendant laquelle l'entreprise réalise les travaux indispensables à l'installation et au développement des végétaux. A l'issue de la période de garantie et après un autre constat contradictoire, le constat de parfait achèvement met fin au marché.

Cette procédure de réception doit être décrite précisément dans le CCTP. On évitera de prononcer cette réception dès la fin des travaux en s'accordant une période entre 6 mois et 1 an pour constater les éventuelles difficultés de reprise du couvert végétal.

Un des critères de réussite du projet sera le taux de recouvrement du sol par les espèces herbacées semées. Classiquement on imposera un taux minimal de 80 % complété par une taille maximale des zones de pelade de 2 m² (cf. Annexe 1). Ce constat de recouvrement sera effectué contradictoirement avec l'entreprise, qui dans le cadre des clauses de garantie assurera un réensemencement des parties mal levées.

Ce délai entre la fin des travaux et leur réception sera également mis à profit pour suivre le niveau de mortalité des arbres et autres plants mis en place.

Entretien de la végétation

La gestion de la couverture végétale d'un ouvrage dépend à la fois du type de végétation en place et de l'usage du site prévu par le maître d'ouvrage (site à vocation récréative, écologique, pastorale, cynégétique, ...).

Pour la strate herbacée, une surveillance annuelle de la végétation est suffisante pour détecter les signes d'éventuelles carences nutritives. Le cas échéant, une fertilisation d'entretien sera réalisée, de préférence au printemps avec un engrais minéral équilibré en azote, phosphore et

potasse de type 15-15-15 et pouvant être apporté à des doses comprises entre 400 et 800 kg/ha.

L'observation de la végétation permet également de repérer l'installation d'espèces végétales invasives (sénéçon du Cap, ambroisie à feuilles d'armoise) ou pouvant être considérées comme indésirables, par exemple le buddleia que l'on associe typiquement aux secteurs abandonnés en friches.

La stratégie d'intervention doit alors être réfléchi au cas par cas. Une intervention trop hâtive mobilise des moyens inutiles dans la mesure où la dynamique végétale en cours sur le site pourrait d'elle-même faire disparaître la source d'inquiétude. C'est le cas du développement d'espèces annuelles, telles les chénopodes ou les amarantes, observables les premières années qui suivent l'opération de végétalisation mais qui ne devrait, en principe, pas être rencontrées à plus long terme si la végétalisation est un succès. En revanche, dans le cas d'espèces invasives, une intervention trop tardive ne permettrait plus d'enrayer leur prolifération. L'ambroisie à feuille d'armoise, allergène puissant, susceptibles de disperser de multiples graines en fin de saison, en constitue un exemple redouté.

Des opérations de désherbage sélectif, de fauchage, d'arrachage sont à mener pour enrayer le développement des végétaux indésirables. Le re-semis des surfaces traitées est alors conseillé.

Une fauche annuelle tous les deux à trois ans en fin d'été est idéale pour dynamiser la strate herbacée (biodiversité, vigueur des plantes), et donc prévenir l'arrivée d'espèces indésirables. Les résidus de fauche peuvent être laissés sur place s'ils sont finement broyés et assurent ainsi un retour de matière organique au sol. Dans les zones où les risques d'incendie sont avérés, la fauche avec évacuation (fourrage, compostage, ...) est recommandée.

Si les contextes locaux s'y prêtent, on n'hésitera pas à ouvrir ces sites à des pratiques de pâturage qui constituent un mode de gestion douce à privilégier. Il est alors préférable de l'avoir anticipé dès la définition des travaux, de façon à choisir des mélanges herbacés enrichis en espèces fourragères suffisamment appétentes pour les animaux.

L'entretien des arbustes et des arbres est plus conséquent que celle d'une prairie et il convient d'en tenir compte dans le choix du projet paysager initial.

Trois à quatre années après la plantation, les dispositifs de protection anti-gibier doivent être retirés pour ne pas interférer avec la croissance des arbres.

Dès que les plants commencent à développer un port aérien conséquent, une première taille peut être nécessaire pour corriger les éventuels défauts de croissance (double-tête). Réservée habituellement aux feuillus, cette opération doit être réalisée en dehors des périodes de gel ou de montée de sève pour garantir une meilleure cicatrisation des plaies de taille.

Dans le cas où le site a été densément planté lors de la réhabilitation, il est nécessaire de prévoir une coupe d'éclaircie au bout de 6 à 8 ans.

Bibliographie

- [1] ADEME - Les déchets ménagers et assimilés en Languedoc-Roussillon – Bilan 2004 – www.ademe.fr/languedoc-roussillon/
- [2] Crosaz et alt. Evaluation des contraintes pesant sur la végétalisation des anciennes décharges en Languedoc-Roussillon – Rapport d'étude ADEME – Février 2006
- [3] ADEME – Les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés – Techniques et recommandations – Avril 1999
- [4] ADEME – Gérer le gaz de décharge – Techniques et recommandations – Décembre 2001
- [5] ADEME – BRGM Guide pour le dimensionnement et la mise en œuvre des couvertures de sites de stockages de déchets ménagers et assimilés – Mars 2001
- [6] Bulletin Officiel - CCTG Fascicule 35 Aménagements paysagers – Avril 1999
- [7] ADEME CEMAGREF - Utilisation des déchets organiques en végétalisation – Guide de bonnes pratiques – Données et références – Décembre 1999
- [8] CFG - Comité Français des Géosynthétiques – Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion – Janvier 2003
- [9] Vanpeene-Bruhier et alt. Guide sur les réaménagement agricole des carrières de granulats CEMAGREF – Juillet 2002
- [10] SETRA – Guide d'utilisation des sols pour la réalisation des dépendances vertes routières – Rapport d'étude SETRA/CSTR dépt. CRER – 2000
- [11] Chabalier, Van de Kerchove, Saint Marcary – Guide de la fertilisation organique à la Réunion - CIRAD – Chambre d'agriculture de la Réunion – Avril 2006

Glossaire

Anoxie : manque d'oxygène

Battance : Le phénomène de battance résulte de l'impact de la pluie sur la surface des sols. Il provoque la destruction de la structure du sol et la formation d'une croûte de surface.

Clone : Groupe d'individus obtenus par multiplication végétative d'un individu unique.

Evapotranspiration : Phénomène de transfert d'eau du sol vers l'atmosphère par évaporation et transpiration des plantes.

Induré : se dit d'un matériau meuble (sédiment, sol, ...) ayant durci et formant une croûte

Matière organique : La matière organique provient de la décomposition de l'ensemble des substances carbonées issues de débris végétaux, de déjections et de cadavres d'animaux. En laboratoire, la teneur en matière organique d'un substrat est mesurée à partir de sa teneur en carbone organique, que l'on pondère par un coefficient prédéfini.

Parents de familles : Arbres utilisés pour produire une descendance, par pollinisation libre ou artificielle d'un parent identifié utilisé comme parent maternel, à partir d'un pollen d'un parent ou d'un certain nombre de parents identifiés ou non.

Peuplement : population délimitée d'arbres, plus ou moins homogène.

pH : potentiel hydrogène, paramètre de mesure de la concentration en ions H_3O^+ présents dans une solution. La formule de calcul du pH est la suivante : $pH = -\log[H_3O^+]$

Source de graines : ensemble, non délimité précisément, d'arbres localisés dans une zone de récolte.

Vergers à graines : plantation de familles ou de clones sélectionnés, isolés et gérés de manière à produire régulièrement et en quantité des semences facilement récoltables.

Questions – Réponses

Quelle est la profondeur prospectée par les racines des plantes ? Peut-on déduire une épaisseur minimale de terre à mettre en place en couverture des ouvrages ?

La morphologie des systèmes racinaires est très variable en fonction des espèces. Pour une majorité de plantes herbacées, le système racinaire est concentré dans les premiers 20 à 30 cm. Une telle épaisseur de terre arable est suffisante pour qu'un couvert herbacé se développe.

En rapport avec le développement des parties aériennes, les racines des arbres et des arbustes prospectent plus profondément le terrain.

Quel comportement adopter si l'analyse de terre révèle des taux de matière organique ou d'éléments nutritifs majeurs très faibles ?

La réussite d'un aménagement paysager dépend notablement de la qualité des terres de couverture. Les analyses agronomiques préalables des sols doivent être effectuées pour vérifier que les caractéristiques des matériaux envisagés sont adaptées à la végétalisation envisagée. La présence de matière organique est primordiale. Les apports d'engrais organo-minéraux ou d'engrais organiques à des doses de 500 à 1000 kg/ha n'ont pas une influence significative sur le taux de matière organique du terrain sur lequel ils sont épandus. Ils permettent de le relever d'à peine quelques centièmes de point. L'apport d'amendement organique tel que les composts, à des doses de plusieurs dizaines à quelques centaines de tonnes par hectare, peut permettre de relever significativement le taux de matière organique (plusieurs dixièmes de point). Les éléments nutritifs majeurs sont indispensables à toute croissance végétale, même pour les espèces les moins exigeantes. Si le terrain à végétaliser n'en contient pas suffisamment, il convient d'en apporter. Le programme de fertilisation doit tenir compte de plusieurs paramètres tels que la sensibilité du milieu (pente, présence de cours d'eau ou de nappes phréatiques, pouvoir rétenteur du terrain...), les besoins des espèces à planter, ...

Comment éviter l'érosion superficielle des terres ?

Le terrassier tasse et lisse la terre pour qu'elle soit moins sensible à l'érosion de surface. Or, en diminuant la porosité et la perméabilité du terrain, le compactage entraîne une augmentation du ruissellement de surface... La terre rapportée à la surface des ouvrages, est exclusivement destinée à servir de support physique et nutritif aux futures espèces végétales implantées, gage à terme de la protection pérenne de l'ouvrage. Il ne faut donc pas hypothéquer la rapidité et la qualité de l'installation du couvert végétal par une mauvaise mise en œuvre du matériau. Pour autant, une fois épandu et dans l'attente de la fermeture du milieu par le couvert végétal, le matériau dénudé est soumis aux aléas climatiques, dont les effets peuvent être exacerbés par la pente de l'ouvrage. La bonne pratique consiste donc à caler le calendrier général des travaux pour que les opérations de végétalisation puissent être réalisées dans la continuité des terrassements et réduire ainsi la période critique. Si besoin, notamment en fonction des surfaces concernées et des pentes, tout procédé permettant de limiter efficacement l'érosion superficielle doit être mis en œuvre : sillons dans le sens perpendiculaire à la pente, micro-banquettes, réseau de cunettes... La pose d'un dispositif provisoire biodégradable de protection contre l'érosion superficielle, par exemple un filet en

chanvre, s'avère particulièrement efficace et sans inconvénient par rapport à la levée d'un semis. Compte tenu de son impact financier, la prescription d'une telle solution doit néanmoins être mûrement réfléchie.

Existe-t-il un nombre optimum de composants d'un mélange de graines ?

Par définition un mélange est composé d'au moins deux espèces. L'association d'un plus grand nombre de composants recherche la complémentarité des espèces végétales qui ont des vitesses de germination et de croissances différentes, des cycles de vie différents, des aptitudes plus ou moins grandes à résister à telle ou telle condition de milieu. Le but est donc que tout au long de l'année un nombre suffisant de plantes soit présent pour répondre aux objectifs d'aménagement. Augmenter le nombre de composants oblige néanmoins à diminuer les proportions relatives de chacun d'eux. Et plus la densité de semences est faible moins les chances d'implantation de l'espèce considérée sont grandes. Dans l'état actuel des connaissances, 15 à 20 composants semblent être un grand maximum à ne pas dépasser sans risques importants de ne pas voir s'exprimer un bon nombre de composants du mélange. En outre il a été montré que dans les cinq premières années qui suivent le semis, ce sont les espèces de grandes cultures (Poacées et Fabacées, type gazon ou fourragère) qui occupent majoritairement le terrain.

Existe-t-il une dose optimale de semis ?

La bonne mise en place d'un couvert végétal dépend de la complémentarité entre les espèces vis-à-vis des ressources du milieu, notamment en matière d'occupation de l'espace et d'utilisation des nutriments. La densité de semences, c'est-à-dire le nombre de plantes potentiel par unité de surface, en relation avec la taille à l'âge adulte des plantes, est donc un élément essentiel à prendre en compte. Parce qu'une plante de sainfoin cultivé atteint 50 à 100 cm de haut pour 50 cm de diamètre alors que l'agrostide stolonifère atteint une trentaine de cm de hauteur pour quelques cm de diamètre, on comprendra aisément que la densité de semis du sainfoin sera beaucoup plus petite que celle de l'agrostide.

En outre, les semences ont des formes et donc des masses très variables suivant les espèces. Ainsi, 1 000 graines de sainfoin pèsent environ 21 grammes, 1 000 graines d'agrostide pèsent environ 0,07 grammes. Autrement dit, si l'on sème 100 kg par hectare de chacune de ces deux espèces, le nombre de graines par m² sera respectivement de 480 pour le sainfoin et de 137 000 pour l'agrostide.

On ne peut donc pas donner une dose optimale pour l'ensemble des mélanges utilisés en végétalisation, chaque mélange ayant sa propre dose optimale, en fonction de sa composition en nombre d'espèces, de la proportion relative de chacun des constituants et des objectifs recherchés.

Faut-il systématiquement semer en deux passages et avec quelle répartition des doses de semis ?

Si les conditions sont réunies pour que l'implantation réussisse dans les mois qui suivent les travaux, autrement dit s'il n'y a pas de facteurs limitants, un semis en une fois peut très bien convenir.

Un deuxième apport de semences, réalisé généralement en association avec les travaux de parachèvement, comme une fertilisation minérale par exemple, permet de compenser une mauvaise levée ou une forte mortalité juvénile suite au premier passage. La répartition des

quantités de mélange entre le premier et le deuxième passage dépend du contexte. Elle peut être par exemple de 70/30 ou de 80/20 en appliquant la plus grande quantité de semences à la date qui précède la période la plus favorable.

Le deuxième passage de semis peut aussi être prévu au marché en tranche conditionnelle, sa réalisation étant décidée en fonction des résultats du premier passage.

A partir de quelle superficie le semis par projection hydraulique est-il rentable ? L'ensemencement manuel sur des petits sites est-il pertinent ?

L'hydrosemoir a été mis au point pour répondre à des objectifs de rendement, notamment pour traiter les linéaires importants de talus d'infrastructures de transport. Les surfaces pouvant être traitées en une journée vont essentiellement dépendre des conditions d'accès au site et de la distance entre le site et le point d'approvisionnement en eau (pour 1 hectare, il faut 10 000 litres d'eau). Un conducteur et un semeur sont mobilisés pour faire fonctionner un engin.

Ainsi, pour quelques centaines de mètres carrés, le semis manuel s'impose. Au delà de 5000 à 10000 m², l'hydrosemoir est très intéressant. Entre les deux c'est au cas par cas. Sans oublier que le très gros avantage du semis par projection hydraulique est la possibilité de mettre en œuvre en une seule fois un ensemble de produits (graines, fixateurs, engrais...), dont certains dissous dans la bouillie projetée, ce qui garantit leur très bonne répartition sur le terrain.

Que faire si les travaux de terrassement sont finis en début d'hiver ? Peut-on ensemenecer ou planter à tout moment ?

Les plantes ont besoin d'eau et de chaleur pour germer, s'installer et se développer. Les semaines qui suivent le semis ou la plantation sont des périodes où les végétaux sont extrêmement fragiles aux conditions du milieu. En France, il y a donc des périodes favorables et des périodes défavorables aux travaux d'aménagement paysagers.

En matière de végétalisation d'anciens sites de décharges, on cherchera à caler le calendrier général des travaux en fonction des périodes favorables pour les travaux paysagers, en intégrant si besoin une marge pour d'éventuels retards. Si malgré tout les travaux de terrassement sont terminés dans une période défavorable à la végétalisation, il faut attendre la période favorable suivante (printemps ou automne).

Que faire lorsque des espèces spontanées sont présentes sur les zones à ensemenecer ?

La présence d'espèces spontanées sur des surfaces à végétaliser dépend essentiellement de la banque de graines du matériau épandu et du délai qui sépare la fin des terrassements de l'ensemencement. La levée des espèces semées est plus ou moins perturbée par la présence d'espèces spontanées : retard de la germination et de la croissance, hétérogénéité de la répartition des graines. Certains cas peuvent rendre le semis totalement inopportun, par exemple une couverture du terrain et/ou un développement aérien trop importants des espèces spontanées. Ces cas doivent être prévus au CCTP ainsi que les actions à mettre en œuvre en préalable du semis (fauchage et/ou désherbage).

Cette problématique ne se pose pas si le calendrier général des travaux est correctement établi et que l'entreprise maîtrise bien la gestion et la qualité du matériau terreux.

Que faire lorsque des espèces spontanées prolifèrent après l'ensemencement ?

La prolifération de quelques espèces opportunistes et pionnières est toujours possible avant que les espèces semées soient bien développées. Il s'agit souvent d'espèces annuelles telles que l'amarante réfléchie ou le chénopode blanc. De part leur cycle de vie, ces espèces occupent le terrain pendant un temps et disparaissent pendant une période de l'année. En principe, si le mélange semé est bien adapté au site, les espèces semées prennent progressivement le dessus. Mais si la prolifération des espèces indésirables a été trop grande et la concurrence trop forte, il peut se révéler nécessaire de détruire ces espèces et de réensemencer.

Existe-t-il un intérêt à faire réaliser la végétalisation dans le cadre d'un marché spécifique ?

La réponse est « oui ». Si l'obtention d'un bon résultat de l'aménagement paysager est une priorité du maître d'ouvrage. La simplicité de la gestion administrative d'un dossier réclame un seul et même marché pour l'ensemble des travaux. Mais l'expérience montre que le respect des prescriptions du marché, la qualité de la réalisation et l'obtention du résultat attendu nécessitent de séparer les marchés pour confier les travaux d'aménagement paysagers aux entreprises du paysage. Parce que les entreprises de travaux publics n'ont pas les matériels, les connaissances et les compétences spécifiques. Parce que les délais de réception des travaux, la durée des délais de garantie et donc la durée des marchés d'aménagement paysager sont spécifiques (entre 2 et 5 ans) et qu'il est ainsi bien difficile de garder un lien contractuel et technique avec un terrassier plusieurs années après son intervention, alors que les entreprises du paysage y sont très habituées.

Est-il possible et intéressant d'exiger la qualification Qualipaysage lors de la consultation pour les marchés de travaux ?

Qualipaysage est un organisme paritaire où travaillent ensemble maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre et entreprises. Une trentaine de qualifications en création ou en entretien peuvent être attribuée aux entreprises du paysage.

Une entreprise qualifiée est ainsi une entreprise reconnue par l'ensemble des acteurs de la profession comme ayant les capacités, la technologie et les hommes pour réaliser les travaux dans les règles de l'art.

Malgré les limites de cette procédure de certification, il reste souhaitable d'exiger les qualifications Qualipaysage appropriées lors des consultations pour les marchés de travaux.

Combien de temps après l'ensemencement peut-on avoir un effet visuel significatif de la végétation ?

Un recouvrement important du terrain végétalisé peut être obtenu dès la fin de la première saison de végétation.

Annexes

Des modèles de rédaction d'un cahier des clauses techniques particulières et d'un bordereau unitaire de prix sont présentés dans les paragraphes suivants. Ils doivent être adaptés en fonction du contexte de chaque opération et le niveau de détail de la rédaction doit, en tout état de cause, rester proportionnel à l'ampleur des travaux. Ces modifications concernent tout particulièrement les zones grisées.

Annexe 1 : Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

1. GENERALITES, DESCRIPTION DES TRAVAUX

1.1. Objet du CCTP

Le CCTP a pour objet de définir les spécifications des matériaux, produits et fournitures, ainsi que les modalités particulières d'exécution relatives à la végétalisation de (à compléter : *identification et localisation du site. Une carte peut être fournie en annexe*).

Les travaux à exécuter visent à la mise en place d'une couverture végétale adaptée aux caractéristiques du milieu et destinée conjointement à :

..... (à compléter)

Par exemple :

- contribuer à la stabilité superficielle des ouvrages en terre,
- contribuer à l'insertion paysagère de ces ouvrages, ...

La nature des travaux à réaliser consiste principalement en :

A - Des travaux de préparation du terrain :

..... (à compléter)

Par exemple :

- terrassements légers (reprise ou création de cunettes) griffage du sol,
- épandage de compost, ...

B - Des travaux de végétalisation proprement dit :

..... (à compléter)

Par exemple :

- ensemencement hydraulique (semis initial),
- plantations,
- travaux de parachèvement jusqu'à la réception : sur-semis et fertilisation, ...

L'ensemble faisant l'objet d'un lot unique.

1.2. Références aux normes et aux documents techniques applicables

Ce CCTP se réfère au cahier des clauses techniques générales - Fascicule 35- Aménagements paysagers - Aires de sports et de loisirs de plein air (Avril 1999). Les prescriptions non réécrites dans ce CCTP sont réputées connues de la part de l'entrepreneur et devront être appliquées sans réserve.

Les travaux de semis hydraulique sont réalisés à l'aide d'un matériel conforme à la norme NF P 98-798 de mai 1998 "Hydrosemoirs, spécifications techniques et performances".

1.3. Visite - Etat des lieux

Une visite de constat contradictoire d'état des lieux (état du terrain à la prise de possession du chantier, accessibilité des zones éloignées, examen des points de prélèvement d'eau, reconnaissance des bornes d'emprise, des abords, du voisinage, ...) est effectuée à l'initiative du maître d'œuvre avant tout commencement d'exécution. Cette visite donne lieu à la rédaction d'un compte rendu de la part du maître d'œuvre. Le fait de débiter son intervention vaut acceptation du contenu de ce document.

1.4 Conditions techniques imprévues

Si l'entrepreneur estime que le fondement sur lequel il doit travailler n'est pas conforme aux exigences du marché, il doit signaler au maître d'œuvre, suffisamment tôt pour ne pas retarder le déroulement du chantier, les difficultés et contraintes susceptibles de modifier l'économie du chantier.

Les dispositions retenues par le maître de l'œuvre font l'objet d'une approbation du maître de l'ouvrage, notifiée par ordre de service à l'entrepreneur.

1.5. Contraintes particulières imposées au chantier

..... (à compléter)

1.5.1. Accès, transit de chantier, engins interdits

Quelle que soit la nature des revêtements des voies empruntées par les véhicules de l'entrepreneur, il est exigé le maintien de celles-ci dans leur état initial.

..... (à compléter)

1.5.2. Signalisation de l'emprise du chantier

L'entrepreneur prend toutes les initiatives qui lui semblent indispensables pour garantir la sécurité du chantier vis-à-vis des tiers.

..... (à compléter)

1.5.3. Autres contraintes

..... (à compléter)

Par exemple :

Les engins de terrassement doivent être adaptés au travail dans des zones à fortes pentes.

2. SPECIFICATIONS DES MATERIAUX ET DES PRODUITS

2.1 Généralités

Tous les matériaux, composants, équipements et fournitures nécessaires pour la bonne réalisation de la prestation sont fournis par l'entrepreneur sous sa responsabilité. Ils font l'objet de propositions d'agrément au maître d'œuvre. En tant que de besoin, l'entreprise reprendra dans des conventions avec les fournisseurs ou producteurs, toutes les obligations résultant du présent CCTP.

En cours de travaux, l'entrepreneur conserve les emballages utilisés, les certificats officiels du S.O.C. (service officiel de contrôle) ou autres bons de fourniture attachés au produit.

Les fournitures sont acheminées sur le lieu d'utilisation dans leurs récipients, conteneurs ou emballages d'origine fermés. Excepté pour le compost (à conserver si nécessaire), les livraisons en vrac sont interdites.

En cas de non-conformité, les produits sont refusés et remplacés sans délai.

2.2. Eau

La fourniture, la mise en œuvre et le règlement de l'eau sont à la charge de l'entrepreneur. Les coûts sont inclus dans ceux des mélanges où ils sont incorporés. (à conserver si nécessaire)

Dans tous les cas, l'entrepreneur doit obtenir les autorisations préalablement au prélèvement de l'eau. Il est rappelé à l'entrepreneur qu'un raccordement à une borne à incendie suppose une autorisation préalable des autorités compétentes. Toutes ces autorisations sont remises au maître d'œuvre au démarrage des travaux.

2.3. Choix et qualité des végétaux

2.3.1. Mélange de semences (« composition spéciale »)

La vérification de conformité qualitative et quantitative du mélange fourni est réalisée par le maître d'œuvre.

Ce constat ne libère en aucune façon l'entrepreneur de ses obligations et responsabilités, en particuliers celles issues du chapitre 4. Epreuves, essais, réception, dossier des ouvrages exécutés, du présent CCTP.

L'entrepreneur est chargé de la fourniture d'un mélange.

Le mélange est semé sur l'ensemble des surfaces à végétaliser. Le mélange est une "composition spéciale" définie par le maître d'œuvre.

Les espèces qui entrent dans la composition de ce mélange ainsi que leurs proportions respectives en poids sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

..... (à compléter) : indiquer le mélange type et éventuellement la liste de diversification en fonction du contexte. Indiquer le type des variétés exigées.

L'entrepreneur doit préciser les variétés qu'il propose dès la remise de son offre. Ces variétés doivent être inscrites de préférence au catalogue français des espèces et variétés et au minimum au catalogue européen.

Le mélange est semé à la dose de :

..... (à compléter)

Par exemple :

- 190 kg par hectare lors du premier passage (semis initial),

- 100 kg par hectare lors du deuxième passage (sur semis).

Les besoins du chantier, tels qu'ils ressortent du métré effectué sur le site sont de :.....kg. (à compléter)

2.3.2. Qualité des semences

Pour les espèces dont les semences sont réglementées dans les catégories "semences certifiées" et "semences", les taux de germination et de pureté spécifique sont conformes ou supérieurs aux normes en vigueur. Ces critères de qualité technologique sont garantis par l'entrepreneur.

2.3.3. Les végétaux

L'identification, les caractéristiques et le nombre d'essences à planter sont les suivants :

(à compléter : indiquer les noms communs et les noms scientifiques)

Par exemple :

- Chêne vert (*Quercus ilex*)

Matériel recommandé : catégorie identifiée « QIL 701 Languedoc »

Conteneur de 3 litres, taille 40/60

Nombre de plants : 20

2.3.4. Qualité des végétaux

Avant tout commencement de travaux de plantation, l'entrepreneur fournit au maître d'œuvre les documents d'accompagnement délivrés par le pépiniériste sur lesquels figurent les caractéristiques des essences fournies (provenance, âge, taille et diamètre).

2.4. Produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires doivent avoir une autorisation de mise sur le marché (APV ou homologation) pour l'usage envisagé. L'entrepreneur soumet les produits à l'agrément du maître d'œuvre en joignant les modes d'emploi et fiches techniques de sécurité établis par le fabricant.

L'entreprise respecte les doses préconisées par le fabricant pour l'usage considéré.

Les produits sont approvisionnés sur le chantier et stockés dans leur emballage commercial d'origine. Le stockage est assuré par l'entreprise dans des conditions appropriées à la parfaite conservation des produits et à la prévention des pollutions pendant toute la durée des travaux.

2.5. Matières fertilisantes : amendements, engrais

2.5.1. Compost (amendement)

(à conserver) si nécessaire.

L'entrepreneur est chargé de la fourniture d'un compost conforme à la norme (définir la nature, par exemple : de déchets verts exclusivement).

Le compost est affiné à une maille de criblage de : (à compléter, par exemple : 0-30).

Le compost est épandu à la dose de : kg/ha (à compléter).

L'entrepreneur doit préciser dans son offre le nom de la plate forme d'où provient le compost, ainsi que la dernière analyse (datant de moins d'un an) réalisée sur la production.

A la livraison des composts sur le site, l'entrepreneur doit fournir une attestation garantissant que le compost livré est bien celui de la plate-forme de compostage citée au marché.

2.5.2. Engrais

(à adapter) en fonction du contexte.

L'entrepreneur est chargé de la fourniture d'engrais permettant :

- lors du semis, un apport d'environUF/ha (à compléter) des trois éléments nutritifs majeurs.

Par exemple, engrais ternaire 15-15-15. dosé à 400 kg/ha,

- lors de la fertilisation de parachèvement, un apport d'environ UF/ha (à compléter) des trois éléments nutritifs majeurs.

Exemple, engrais ternaire 15-15-15. dosé à 400 kg/ha.

Les besoins du chantier, tels qu'ils ressortent du métré effectué sur le site sont de :..... kg (à compléter).

2.6. Adjuvants

La fourniture et le coût de mise en œuvre de ces adjuvants sont inclus dans celui des mélanges où ils sont incorporés.

2.6.1. Fibres de cellulose

L'adjuvant est utilisé en complément du mélange.

Ses caractéristiques sont : pâte mécanique vierge à fibres longue dosée à kg/hectare (à compléter) lors du semis initial et kg/ha (à compléter) lors du sur-semis. Les celluloses provenant de déchets de papeteries sont prohibées.

Les besoins du chantier, tels qu'ils ressortent de l'estimation sont de l'ordre de :..... kg (à compléter).

2.6.2. Fixateurs

L'adjuvant est utilisé en complément du mélange plurispécifique.

Ses caractéristiques sont : fixateur colloïdal à base d'alginate de sodium, dosé à kg/hectare (à compléter) lors du semis et du sur-semis.

Les besoins du chantier, tels qu'ils ressortent du métré effectué sur le site sont de :..... kg (à compléter).

3. MODALITES PARTICULIERES D'EXECUTION

L'entrepreneur tient compte de l'ensemble des prestations pour établir son offre (devis descriptif et estimatif).

Tous les travaux sont réalisés en présence du maître d'œuvre.

3.1. Délai et calendrier d'intervention

Le délai pour démarrer les travaux est de 10 jours maximum à compter de la réception de la commande par l'entrepreneur. Ce dernier intervient sous réserve de conditions météorologiques favorables (vent nul ou faible, temps sec).

Les travaux (à compléter : définir la nature des travaux) sont impérativement réalisés dans la période comprise entre (à compléter : définir les périodes en fonction de la nature des travaux).

L'ensemencement est réalisé en deux passages.

Le premier passage est réalisé dans la période comprise entre le (à compléter : définir la période). S'il est impossible de réaliser les travaux dans cette période, ceux-ci sont impérativement reportés à la période favorable suivante : entre le (à compléter : définir la période).

Le deuxième passage constitue une tranche conditionnelle du marché. Le cas échéant, il est réalisé entre (à compléter : définir la période). Si le premier semis est décalé, le deuxième passage est décalé d'autant.

L'entrepreneur intervient sous réserve de conditions météorologiques favorables.

Dans le cas où l'entrepreneur interviendrait en dehors des périodes préconisées, il engage systématiquement sa responsabilité en cas d'échec de la colonisation végétale sauf s'il répond à la demande du maître d'œuvre. Dans ce second cas, la clause d'intervention devra être mentionnée dans l'ordre de service.

3.2. Travaux préparatoires

La conformité du repérage et les quantités de fournitures à mettre en œuvre sont vérifiées par le maître d'œuvre avant toute intervention de l'entrepreneur.

(à compléter : définir la nature des travaux préliminaires, par exemple, un désherbage préalable, un terrassement en surface pour combler des ravines, la mise en place d'un compost, ...).

3.2.1. Travaux de terrassement légers

(à conserver) si nécessaire.

3.2.2. Désherbage

Un désherbage par traitement chimique ou un fauchage à ras du sol est réalisé si les espèces spontanées couvrent plus de 20% de la surface à végétaliser (à adapter en fonction du contexte).

3.2.2. Apport et mise en œuvre du compost

Le compost de déchets verts est épandu (à compléter suivant le contexte) :

- à la surface du terrain pour aboutir en fin d'opération à une épaisseur régulière du matériau de cm environ (à réserver aux secteurs où la pluviosité est régulière).
- à la surface du terrain puis enfoui.

3.3. Travaux de végétalisation

3.3.1. Ensemencement (premier passage)

3.3.1.1. Préparation du mélange

Le remplissage de la cuve est réalisé en versant progressivement l'eau et les fournitures, et en faisant fonctionner simultanément le malaxeur et le retour hydraulique de la pompe de façon à ce que le mélange soit homogène.

L'entrepreneur doit veiller à la bonne répartition des semences dans la cuve lors du remplissage en évitant de les verser en une seule fois pendant le malaxage.

L'entrepreneur vérifie que la consistance du mélange hydraulique garantit une dispersion uniforme des produits et un accrochage durable des semences à la surface de l'ouvrage. Le volume d'eau et la quantité de fournitures à incorporer par cuve sont déterminés en conséquence.

Le mélange ainsi préparé dans la cuve est impérativement appliqué dans la journée. En cas d'incident ou de perturbation météorologique ne permettant pas l'épandage dans les 12 heures qui suivent la préparation, le mélange est détruit. Les quantités détruites ne sont pas comptabilisées au titre des travaux effectués par l'entrepreneur.

3.3.1.2. Mise en œuvre du mélange

L'ensemencement est réalisé en conditions météorologiques favorables (vent nul ou faible, temps sec), par projection hydraulique avec un hydrosemoir conforme à la norme NF P 98-798.

La projection doit être bien régulière, uniforme et homogène et réalisée par un passage croisé en vérifiant la portée et la largeur du jet. Une attention particulière est apportée quant à la vigilance du couple chauffeur/opérateur et aux éventuels défauts d'application (coup de pinceau, passage trop rapide ou trop lent générant des lessivages ou des différences de densité entre le haut et le bas des talus).

L'entrepreneur prend toutes les dispositions nécessaires pour réaliser le semis quelque soient les particularités du site. L'utilisation de rallonges est laissée à l'appréciation de l'entrepreneur.

Les mélanges hydrauliques associent les composants décrits ci-dessous. Les quantités estimatives prévues sont :

(à compléter : définir les natures et doses)

- le mélange de semences, dosé à kg/ha soit : kg,
- l'engrais ternaire NPK 15-15-15, dosé à kg/hectare soit : kg,
- la cellulose dosée à kg/ha soit kg,
- le fixateur à base d'alginate, dosé à kg/hectare soit : kg.

3.3.2. Plantations

3.3.2.1. Mise en œuvre

Les plants livrés en godet sont préalablement trempés dans l'eau pour humidifier la motte. La protection plastique est enlevée, les plants sont mis en terre avec leur motte au centre de la réservation. De la terre est ensuite ramenée pour recouvrir le godet puis tassée légèrement en veillant à ce que le port du plant reste bien droit. Deux à trois centimètres de terre sont rapportées en surface jusqu'au dessous du collet. A l'aide du talon une cunette est créée autour du plant.

3.3.2.2. Protection des plants

Les dispositifs de manchons plastiques destinés à protéger les jeunes plants contre les rongeurs et ongulés doivent être maintenus par au moins 2 tuteurs métalliques (à modifier en fonction du contexte : pour les sites particulièrement ventés, le nombre de tuteurs est de 3).

3.3.2.3. Arrosage et fertilisation

(sauf stipulations contraires à indiquer) Après formation de la cuvette, l'entrepreneur effectue un premier arrosage qui fait partie de l'opération de plantation (10 litres pour un jeune plant, 15 litres par arbuste, de 40 à 100 litres par arbre).

3.4. Travaux de parachèvement

3.4.1. Ensemencement (deuxième passage) et fertilisation

Les dispositions générales de préparation et de mise en œuvre du mélange sont identiques à celles du semis initial.

La composition du mélange est identique à celle utilisée lors du semis initial. Si certaines variétés ne sont éventuellement plus disponibles à cette période, les modifications apportées par l'entrepreneur sont soumises à l'agrément du maître d'œuvre avant fabrication du mélange.

Le mélange hydraulique associe les composants décrits ci-dessous. Les quantités estimatives prévues sont :

- le mélange de semences, dosé à kg/ha soit :kg,
- l'engrais ternaire NPK 15-15-15, dosé à kg/hectare soit :kg,
- la cellulose dosée à kg/ha soitkg,
- le fixateur à base d'alginate, dosé à kg/hectare soit :kg.

3.4.2. Plantations

Après la période de plantation et jusqu'à la réception de l'ouvrage, les travaux à réaliser sont : (à compléter en fonction du contexte).

Par exemple : façonnage des cuvettes, maintien de sol meuble et désherbé, arrosage, surveillance du tuteurage, suppression des drageons et/ou gourmands.

3.5. Travaux de confortement

Pendant le délai de garantie, l'entrepreneur réalise les travaux de confortement nécessaires au bon développement des ensemencements et plantations.

(à compléter, si besoin, en fonction du contexte)

3.5.1. Ensemencement

Fertilisation

Fauchage

3.5.2. Plantations

Arrosage

Elagage

Taille de formation....

4. EPREUVES, ESSAIS, RECEPTION, DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES

4.1. Constatation d'exécution des prestations

A l'issue (à compléter : définir la nature des travaux, par exemple : du semis initial, des plantations, du sur-semis et de la fertilisation de parachèvement), sur la demande de l'entrepreneur, le maître d'œuvre réalise la constatation des prestations exécutées (constats d'exécution des prestations). Cette opération donne lieu à la rédaction d'un constat dressé sur-le-champ par le maître d'œuvre et contradictoirement avec l'entrepreneur.

4.2. Réception des travaux

Le chantier fait l'objet d'une réception unique. La réception est réalisée en (à compléter : définir le mois en fonction du calendrier d'intervention. + 12 mois par rapport au mois du semis initial et des plantations). Elle est prononcée au vu des déclarations de conformité et des documents définis aux articles 4.3.1 et 4.3.2 ci-après.

4.3. Opérations préalables à la réception

L'entrepreneur transmet au maître d'œuvre l'ensemble des documents définis aux articles 4.6.1 et 4.6.2 ci-après. L'évaluation des résultats fait l'objet d'un premier constat de couverture basé sur les critères de conformité décrits ci-dessous.

4.3.1. Ensemencement

Constat 1

Composition floristique

Pour toutes les surfaces ensemencées, il est exigé une garantie de présence de toutes les espèces semées.

Taux de recouvrement et surface de pelades

Pour toutes les surfaces ensemencées, le taux minimal de recouvrement et la surface maximale des pelades exigés lors du constat sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Constat	Homogénéité et densité de la couverture	Taux minimal de recouvrement (1)	Surface maximale des pelades
N°1	Homogène/dense	50-70 %	2 m ²

(à moduler en fonction du contexte)

(1) le taux de recouvrement est estimé visuellement sur 1 m² représentatif.

4.3.2. Plantations

Constat 1

Le contrôle des plantations et le constat de reprise ont pour objet d'effectuer le décompte quantitatif des végétaux, de décider lesquels doivent être remplacés, de vérifier les attaches, tuteurs et protections.

Exigence de réussite des plantations : 85 % (à moduler en fonction du contexte).

Le constat de reprise des végétaux est effectué entre le 15 août et le 15 octobre suivant la période de plantation.

4.4. Obligation de l'entrepreneur pendant le délai de garantie

Le délai de garantie est fixé à 12 mois pour les semis et 24 mois pour les plantations à partir de la date d'effet de la réception.

L'obligation de l'entrepreneur pendant le délai de garantie consiste :

- au réensemencement des surfaces sur lesquelles la végétation ne s'est pas développée conformément aux objectifs de couverture précisés au marché. Les surfaces et le mélange concernés sont ceux issus du procès verbal dressé lors des opérations préalables à la réception. La reprise des imperfections constatées est à la charge de l'entrepreneur, le coût est réputé inclus dans le montant du marché. Les modalités de cette nouvelle intervention sont celles du présent CCTP, la composition du mélange est la même que celle du semis initial.
- au remplacement des végétaux non repris sauf s'il est rendu nécessaire par des faits qui ne lui sont pas imputables.

4.5. Constat de parfait achèvement de l'ensemencement

En (à compléter : indiquer le mois et l'année = mois de réception du semis + 12 mois), un deuxième constat de couverture est réalisé sur la base des critères de conformité décrits ci-dessous.

4.5.1. Ensemencement

Constat 2

Composition floristique

Pour toutes les surfaces ensemencées, il est exigé une garantie de présence de toutes les espèces semées.

Taux de recouvrement et surface de pelades

Pour toutes les surfaces ensemencées, le taux minimal de recouvrement et la surface maximale des pelades exigés lors de ces constats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Constat	Homogénéité et densité de la couverture	Taux minimal de recouvrement (1)	Surface maximale des pelades
N°2	homogène/dense	80-90 %	1 m ²

(à moduler en fonction du contexte)

(1) le taux de recouvrement est estimé visuellement sur 1m² représentatif.

4.5.2 Plantations

Constat 2

Le constat de parfait achèvement s'effectue suivant les mêmes modalités que le constat préalable à la réception. Le niveau d'exigence de réussite est identique.

4.6. Dossier des prestations réalisées

L'entrepreneur remet au maître d'œuvre en trois exemplaires, un dossier des prestations réalisées. Ce dossier doit comprendre les pièces suivantes :

- le constat de visite état des lieux,
- les comptes rendus journaliers de progression des travaux (y compris les certificats officiels du S.O.C. et autres bons de livraison des fournitures employées),
- les plans conformes à l'exécution des différentes zones ayant fait l'objet d'une application, avec le repérage des semis réalisés.

Annexe 2 : Bordereau des Prix Unitaires (BPU)

Ce bordereau type des prix unitaires rassemble les principaux postes de dépenses utiles en végétalisation par ensemencement. Il devra être adapté en fonction de l'ampleur du projet de végétalisation envisagé. La distinction faite entre le prix de la fourniture (BP4) et sa mise en œuvre (BP5) n'est pas indispensable. On peut demander un prix global de prestation.

N° des prix	Désignation des ouvrages	Unités	Quantités	Prix unitaires H.T. exprimés en chiffres	Montants H.T. exprimés en chiffres
BP 1	<p><u>Remise en état du terrain</u></p> <p>Ce prix rémunère :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le comblement des éventuelles ravines, y compris, si besoin, la fourniture du support de végétation - le réglage, le hersage et la compaction des zones comblées, <ul style="list-style-type: none"> • l'hectare traité, mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage 	ha			
BP 2	<p><u>Fourniture et mise en œuvre du compost</u></p> <p>Ce prix rémunère :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la préparation du terrain et notamment l'enlèvement de tout matériaux entravant la bonne application du compost conformément au CCTP, - la fourniture du compost, - la mise en œuvre du compost. <ul style="list-style-type: none"> • l'hectare traité, mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage 	ha			
BP 3	<p><u>Filet de protection superficielle</u></p> <p>Ce prix rémunère :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la préparation du terrain et notamment l'enlèvement des cailloux et végétaux entravant la bonne application du filet, - la fourniture du filet anti-érosion en jute biodégradable, - la fourniture de tous les éléments de fixation (agrafes, fiches d'ancrage...), - la pose du filet et des éléments de fixation ainsi que l'enfouissement des bordures. <ul style="list-style-type: none"> • Le mètre carré de sol recouvert mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage après la pose 	ha			
BP 4	<p><u>Fourniture du mélange de semences</u></p> <p>Ce prix rémunère la fourniture et la livraison sur le chantier du mélange XXX dont la composition est conforme au CCTP.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le kilogramme de mélange livré 	kg			

N° des prix	Désignation des ouvrages	Unités	Quantités	Prix unitaires H.T. exprimés en chiffres	Montants H.T. exprimés en chiffres
BP 5	<p><u>Ensemencement hydraulique (2 passages)</u></p> <p>Ce prix rémunère à l'hectare la mise en œuvre du mélange hydraulique en deux passages selon les spécifications du marché.</p> <p>Il comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la préparation du matériel, l'amenée au chantier, la surveillance, l'utilisation et le retour en fin de travaux - le repérage des zones à ensemenecer - la fourniture de tous les composants (eau, mélange n°XXX, engrais simples ou ternaires, et fixateur) nécessaire à la réalisation du mélange hydraulique - la préparation du mélange hydraulique en cuve - l'étalonnage des quantités à mettre en œuvre sur une surface témoin • l'ensemencement à l'hydrosemoir 	ha			
BP 5a	<p><u>Semis initial réalisé à l'automne</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • l'hectare semé, mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage 	ha			
BP 5b	<p><u>Sursemis et fertilisation de parachèvement réalisés au printemps</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • l'hectare semé, mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage 	ha			
BP6	<p><u>Fertilisation de confortement</u></p> <p>Ce prix rémunère à l'hectare la fertilisation de confortement selon les spécifications du marché.</p> <p>Il comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la préparation du matériel, l'amenée au chantier, la surveillance, l'utilisation et le retour en fin de travaux - le repérage des zones à fertiliser - la fourniture et la mise en œuvre des produits (engrais simples, engrais organo-minéral et eau) • l'hectare traité, mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage 	ha			
BP 7	<p><u>Fauchage, débroussaillage de la végétation</u></p> <p>Ce prix rémunère à l'hectare le fauchage mécanique des végétaux sur l'ensemble des surfaces végétalisées selon les spécifications du marché.</p> <p>Il comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la préparation du matériel, l'amenée au chantier, la surveillance, l'utilisation et le retour en fin de travaux - le repérage des zones et végétaux à traiter - l'enlèvement et l'évacuation hors du site des matériaux fauchés • l'hectare traité, mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage 	ha			

N° des prix	Désignation des ouvrages	Unités	Quantités	Prix unitaires H.T. exprimés en chiffres	Montants H.T. exprimés en chiffres
BP 8	<p><u>Traitements phytosanitaires</u></p> <p>Ce prix rémunère :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le repérage des espèces à détruire, dont celles pour lesquelles la réglementation rend obligatoire la destruction, - la fourniture de produits phytosanitaires homologués, - la mise en œuvre de ces produits. <p>Le matériel d'application est conforme à la norme NF P 98.799 « Matériels d'application des produits phytosanitaires ».</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'hectare traité, mesuré parallèlement à la surface de l'ouvrage 	ha			
	TOTAL EUROS HT				
	TVA				
	TOTAL EUROS TTC				

Réalisation ADEME Délégation Régionale Languedoc-Roussillon,
sous la conduite de Pierre Vignaud, ingénieur Déchets et Réhabilitation de décharges.
Comité technique de relecture :
Thierry Laffont, ADEME, Délégué Régional Adjoint,
Hubert Pscherer, ADEME, Chargé de communication,
Sandrine Duclos, Conseil Général du Gard, Service Environnement.

Contacts :

ADEME : Pierre Vignaud - Délégation Régionale Languedoc-Roussillon
119 avenue Jacques Cartier 34 965 Montpellier cedex 2 - tél. 04 67 99 89 63 - fax. 04 67 64 30 89

REGION Languedoc-Roussillon : Hélène Colombini - Direction de l'Environnement
Hôtel de Région - 201, avenue de la Pompignane - tél. 04 67 22 90 66

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie
Délégation Régionale Languedoc-Roussillon
119, avenue Jacques Cartier
34965 MONTPELLIER Cedex 2



Région Languedoc-Roussillon
Direction de l'Environnement
Hôtel de Région
201, avenue de la Pompignane
34064 MONTPELLIER Cedex 2