

# CONCEPTION DES CASIERS D'ISDND EN « REHAUSSE ». PRÉSENTATION DU GUIDE DE RECOMMANDATIONS DU MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

## **DESIGN OF MSW LANDFILLS « PIGGY BACKING » CELLS. PRESENTATION OF THE FRENCH ENVIRONMENT MINISTRY GUIDANCE.**

Boris CHEVRIER  
BRGM, Orléans, France

**RÉSUMÉ** – Le nouvel Arrêté Ministériel, en date du 15 février 2016, relatif à l'exploitation des ISDND intègre pour la première fois la possibilité d'extension verticale de ces installations. Compte tenu de la généralisation des projets d'extensions d'ISDND en « rehausse », ainsi que de la complexité technique représentée par de tels projets qui font appel à des connaissances et des savoirs faire nombreux et variés, le MTES a initié en 2015 la création d'un groupe de travail afin de rédiger un guide de recommandations pour la conception des extensions d'ISDND en « rehausse ». Ce guide aborde chaque étape de la conception d'un tel projet, depuis la nécessaire connaissance du contexte existant jusqu'au suivi spécifique à ces installations, en passant par les méthodes d'évaluation des tassements des déchets et de la stabilité du massif.

Mots-clés : ISDND, casier, rehausse, guide, recommandations.

**ABSTRACT** – Since February 2016, the French regulation on MSW landfills allows vertical extension or « piggy-backing ». Considering the amount of such projects in France and their technical complexity, the French Ministry of Environment has decided, in 2015, to create a working group in order to write a guide related to the design of piggy backing landfill cells. This guide explains the whole process of piggy-backing design: primary studies, settlement assessment, reinforcement, barriers, bottom barriers and drainage layers, mechanical stability and specific aftercare.

Keywords: MSW, landfills, piggy backing, guidance.

### 1. Contexte et objectifs du guide

Les contraintes foncières et sociétales rencontrées par les exploitants d'ISDND vis-à-vis de projets de création ou d'extension de tels sites ont généralisés, ces dix dernières années, le concept d'extension verticale qui consiste à générer du volume d'exploitation par un gain d'altitude des massifs de déchets. Cette pratique est autorisée par l'Article 9 de l'Arrêté Ministériel du 15 février 2016 qui précise que, si les dispositifs d'étanchéité du casier support ne sont pas réglementairement conformes, alors des barrières d'étanchéité passive et active doivent être mises en place à l'interface entre le casier support et le casier ancien.

La conception et la réalisation d'un dispositif d'étanchéité et de drainage pérenne sur un support tel que des déchets non dangereux exigent la prise en compte de certaines de leurs spécificités (portance, tassements) et de certaines contraintes techniques qui ne sont habituellement pas envisagées. En effet, compte tenu des propriétés mécaniques évolutives des déchets, certains points particuliers doivent être abordés :

- estimation des tassements primaires des déchets anciens sous la surcharge des casiers en extension ;
- évolution des tassements secondaires des déchets anciens (dus à la dégradation des déchets) ;
- maintien et pérennité des dispositifs de collecte des lixiviats des massifs anciens ;
- influence des tassements sur la pérennité des dispositifs d'étanchéité et de drainage des lixiviats des casiers en extension ;
- conception des dispositifs d'étanchéité et de drainage des lixiviats des casiers de l'extension ;
- stabilité mécanique des massifs rehaussés ;
- suivi de l'évolution de ces massifs.

Compte tenu de la complexité d'un tel projet, et face à l'hétérogénéité des approches observées d'un projet à l'autre, le MTES a décidé la constitution d'un groupe de travail pour la rédaction d'un guide relatif aux projets d'extension d'ISDND en appui sur des casiers anciens.

Ce groupe de travail, constitué de spécialistes du domaine (administration, associations, bureaux d'études, exploitants, producteurs de matériaux), s'est réuni régulièrement de début 2015 à fin 2016. Le guide issu de ce travail commun s'adresse à tous les acteurs susceptibles d'intervenir sur un projet de « rehausse » et présente, au stade de l'étude et de la conception, les points clés qui doivent nécessairement être abordés dans le cadre d'un projet d'extension d'ISDND en appui sur des déchets, et propose des orientations et des méthodes pour les traiter, sans toutefois en faire une liste exhaustive. Il concerne enfin uniquement les projets pour lesquels le casier support (ou casier existant) ne présente pas les dispositifs d'étanchéité et de drainage imposés par la réglementation.

## **2. Typologie et points clés d'un projet d'extension en appui**

### **2.1. Typologie des extensions en appui**

Schématiquement, on peut classer les extensions en appui selon trois types :

- extensions verticales, pour lesquelles le nouveau casier repose au sommet d'un casier ancien. Elles sont principalement concernées par la problématique de pérennité des dispositifs d'étanchéité-drainage soumis au tassement des déchets supports ;
- extensions latérales, en appui sur le talus d'un massif de déchets anciens. Dans ce cas, la problématique principale se situe à la transition entre le substratum naturel et les déchets anciens ;
- extensions mixtes.

### **2.2. Points clés d'un projet d'extension**

Le guide pose les principes d'un projet d'extension en appui sur des déchets anciens, et définit notamment les points clés devant impérativement être traités dans le cadre d'un tel projet. Le guide est structuré de façon à ce que chaque point-clé corresponde à un chapitre.

Ces points clés sont :

- la nécessaire connaissance du casier existant ;
- l'estimation des tassements du massif de déchets support ;
- la conception de l'interface entre casier support et nouveau casier ;
- la stabilité générale et locale du massif de déchets rehaussé ;
- le suivi spécifique à une rehausse, notamment de l'interface entre casiers.

Le processus de conception d'un projet de rehausse est une démarche itérative, chaque phase pouvant avoir une influence sur les autres. Plus particulièrement, les phases d'estimation des tassements, de définition de la géométrie du massif, de conception de l'interface et d'étude de stabilité sont intimement liées (Figure 1).

## **3. Analyse de l'existant**

### **3.1 Connaissance préalable du site**

Le guide « rehausse » définit le niveau minimal de connaissance du site existant en deçà duquel il n'est pas raisonnable d'envisager un projet viable. Il précise également les sources ou méthodes permettant d'acquérir cette connaissance.

Cette connaissance préalable minimale comprend notamment le contexte géologique et hydrogéologique du site, la géométrie (profondeur, dimensions, pentes, digues) et les équipements techniques (réseaux de drainage) du casier existant, les caractéristiques du massif de déchets support, la structure de couverture en place.

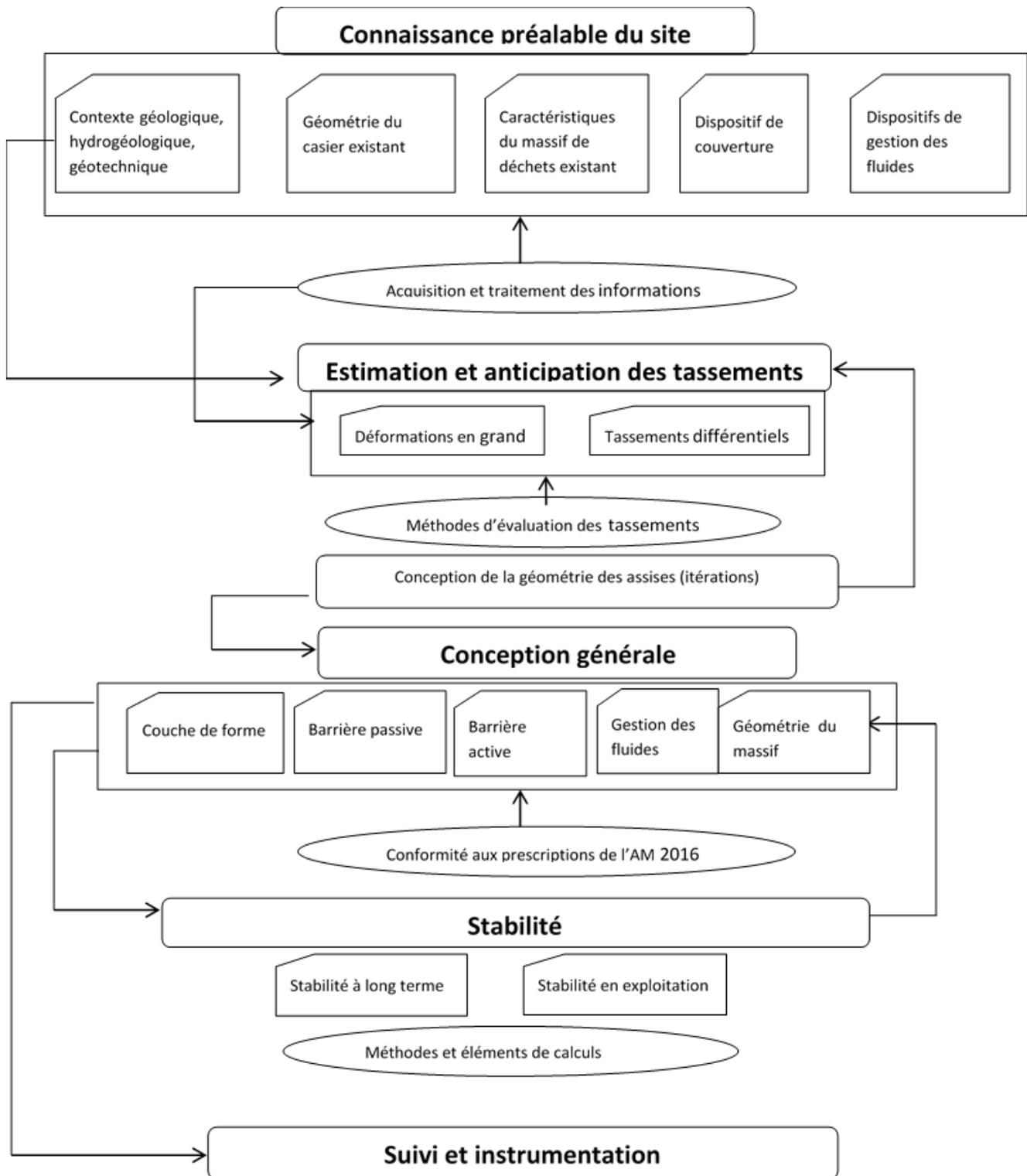


Figure 1. Synoptique du processus de conception d'un projet d'extension

Plus particulièrement, une connaissance précise et exhaustive du massif de déchet support est essentielle pour l'évaluation de la cinétique, de l'amplitude et de la répartition des tassements sous la future extension, ainsi que pour la conception du nouveau casier et la vérification de la stabilité mécanique du massif rehaussé. Cette connaissance constitue un point d'entrée essentiel à la conception du projet et doit être acquise au préalable. Elle porte sur la topographie du massif, la typologie des déchets en place, l'historique du remplissage du casier support, les modalités de mise en œuvre des déchets, leurs caractéristiques mécaniques vis-à-vis des tassements et du cisaillement, leur état de maturation, la quantité et la qualité des lixiviats et biogaz produits.

Le guide propose enfin une matrice de synthèse des données à acquérir sur l'existant et de leur utilité dans chacune des phases de conception.

### 3.2 Évaluation des tassements

Le tassement des déchets est principalement dû à la fraction déformable et/ou dégradable de ceux-ci. La fraction déformable (corps creux, plastiques, ...) est à l'origine des tassements primaires, sous l'action mécanique de la surcharge du massif de déchets. La fraction dégradable est à l'origine des tassements secondaires, sous l'action de dégradation de la matière organique et la perte de volume qui en découle.

Dans un casier de stockage conventionnel, les tassements interviennent pendant les phases de remplissage, de couverture et de post-exploitation. Dans le cas d'une rehausse en appui, une nouvelle phase apparaît, qui correspond à la recharge du massif ancien par le nouveau casier et entraîne une accélération des tassements (figure 2).

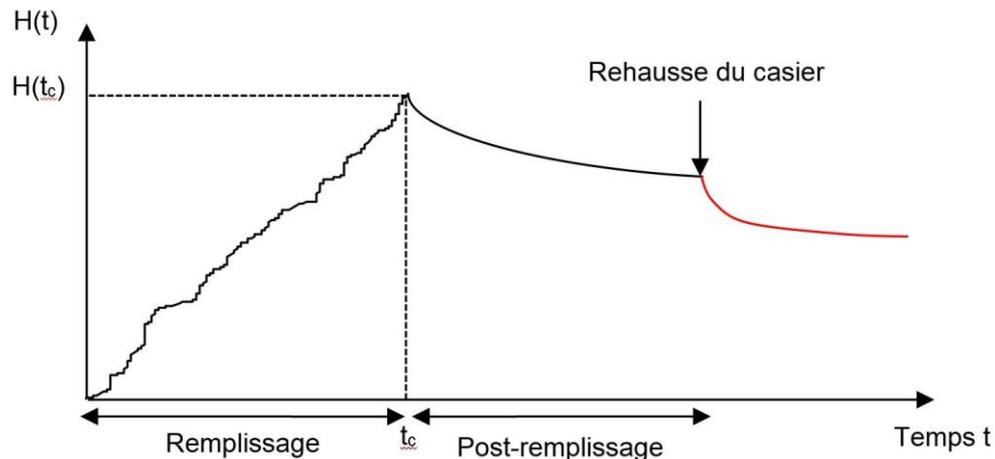


Figure 2. Évolution de la hauteur d'un massif de déchets au cours du temps

On peut distinguer deux types de tassements d'un massif de déchets :

- les tassements globaux, prévisibles, pouvant atteindre 5 à 30% de la hauteur totale, qu'il faut prendre en compte dans la conception de la géométrie globale du massif de déchets ainsi que de l'interface entre les deux casiers ;
- les tassements localisés, dits aussi « différentiels », d'amplitude plus modérée, mais dont la localisation n'est pas prévisible. Ils peuvent justifier le recours au renforcement mécanique de l'interface entre les deux casiers

En cas de conception inadaptée, les tassements globaux et localisés peuvent remettre en cause la pérennité et la fonctionnalité des dispositifs d'étanchéité et de drainage du casier support et du casier en rehausse. La prévision et l'anticipation des tassements sont donc essentielles dans ce type de projet.

Pour ce qui concerne la prévision des tassements à grande échelle, le guide « rehausse » recommande d'appliquer la méthode ISPM (Olivier, 2003 ; ADEME, 2005). Les données d'entrée de ce modèle sont essentiellement :

- la géométrie du massif de déchets existant ;
- la surcharge ;
- l'historique d'exploitation (phasage au cours du temps) ;
- le coefficient de compression primaire  $C^*_R$  ;
- le coefficient de compression secondaire  $C^*_{\alpha\beta}$ .

Des valeurs représentatives des coefficients de compressions primaire et secondaire sont actuellement disponibles dans la bibliographie. Néanmoins, en toute rigueur, il est préférable d'acquérir des valeurs représentatives du site étudié. La méthode ISPM le permet notamment sur la base d'un suivi topographique régulier du massif de déchets existant.

Il faut également prendre en compte, pour l'évaluation des tassements, l'influence de la géométrie et des structures en fond de casier support, qui peuvent générer des tassements différentiels du fait d'une transition brutale entre deux matériaux de caractéristiques géotechniques contrastées, ainsi que la géométrie du massif en rehausse qui conditionne la surcharge appliquée au massif support (figure 3).

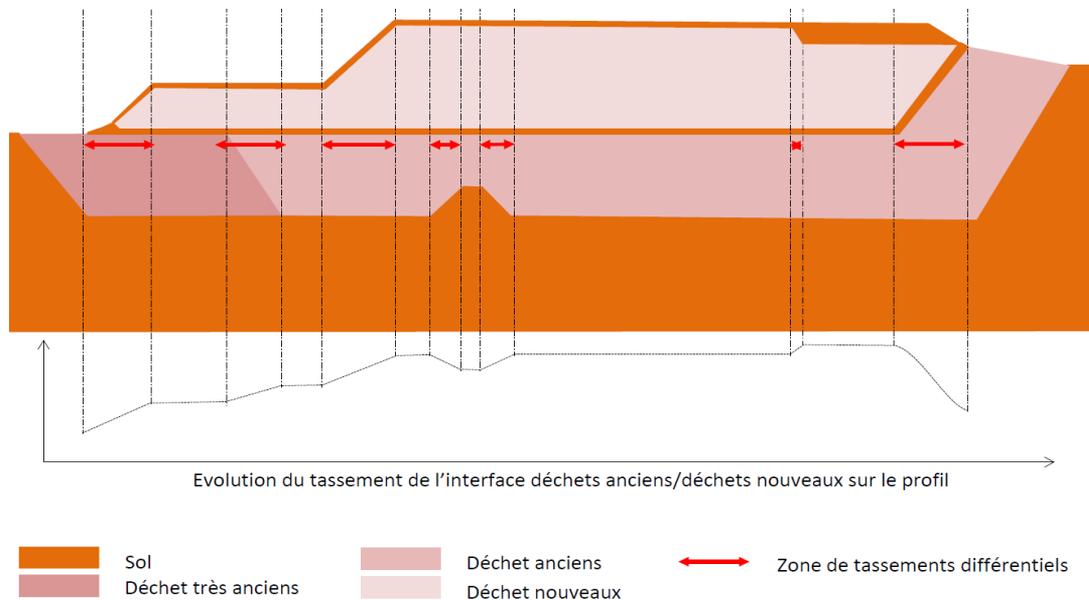


Figure 3. Illustration du profil de tassements à l'interface en fonction de la géométrie du casier support et du casier d'extension

Contrairement aux tassements à grande échelle, aucun modèle fiable n'est en mesure d'évaluer précisément les affaissements localisés. Cette détermination est faite de manière empirique, sur la base des retours d'expérience d'autres sites. On peut considérer comme aléa maximal la formation d'une cavité franche d'un diamètre de l'ordre de 1,0 à 2,0 m.

## 4. Conception du projet

### 4.1 Couche de forme et renforcement

La couche de forme remplit plusieurs fonctions. Elle permet de fermer la couche de déchets, d'offrir une surface propre pour la réalisation de la barrière passive, elle est le support présentant les caractéristiques mécaniques à la bonne mise en œuvre de cette barrière et a un rôle d'absorption et de répartition des déformations dues aux tassements locaux des déchets.

La mise en œuvre de cette couche de forme peut être précédée par une opération de reprise et de préparation des déchets. Outre le reprofilage de la surface des déchets, il peut également être nécessaire d'améliorer leur portance par compactage statique ou dynamique ou par pré-chargement.

La couche de forme peut être réalisée avec des matériaux naturels ou valorisés (mâchefers, déchets inertes, ...). Ceux-ci doivent présenter une granulométrie étalée. Une épaisseur de 0,5 m et un module  $E_{v2} = 20$  MPa pour la portance sont des minimums.

Le cas échéant, la couche de forme peut être renforcée par des géosynthétiques afin de limiter l'impact des tassements locaux. La nappe de renforcement est disposée au sein de la couche de forme. Elle est dimensionnée aux Etats Limites Ultimes, selon la méthode établie par Briançon et Villard, pour des cavités d'un diamètre de 1 à 2 m, et une couche de déchets mobilisée de 3 fois ce diamètre (effet voûte).

### 4.2 Couche d'étanchéité passive

Dans le cadre d'un projet d'extension d'ISDND en appui partiel ou total sur un massif de déchets, la couche supérieure de la barrière passive (1,0 m à  $k \leq 1.10^{-9}$  m/s) est nécessairement reconstituée. S'il est démontré que le contexte géologique et hydrogéologique du site est favorable, et que le massif de déchets support est pleinement mûré, celui-ci peut être intégré dans le dispositif de barrière passive comme couche d'atténuation (réglementairement 5,0 m à  $k \leq 1.10^{-6}$  m/s).

Dans le cas contraire, un renforcement de la barrière passive est envisageable selon le principe d'équivalence prévu par la réglementation. Ce renforcement peut être réalisé par réduction de la

perméabilité de la barrière passive, par augmentation de son épaisseur, par apport d'une couche manufacturée de moindre perméabilité, géosynthétique bentonitique ou sable bentonite polymère par exemple.

Quelle que soit la solution retenue, les déformations du massif de déchets support doivent être prises en compte. Les couches d'étanchéité en matériaux naturels doivent présenter une plasticité suffisante pour absorber ces déformations. Le plan de calepinage des GSB garantit un recouvrement conforme aux recommandations du CFG (20 cm) après déformations.

#### 4.3 Barrière active

La barrière d'étanchéité active est constituée réglementairement de :

- un niveau drainant granulaire de 0,5 m d'épaisseur, pouvant faire l'objet d'une solution équivalente ;
- une couche de protection antipoinçonnement ;
- une géomembrane.

Les géomembranes les plus couramment utilisées en barrières actives d'ISDND sont constituées de PEHD, d'une épaisseur typique de 2 mm. Toutefois, compte tenu des contraintes et des déformations potentielles du fond d'un casier de rehausse, des matériaux alternatifs acceptant des déformations plus importantes peuvent être envisagés, comme le Polyéthylène Basse Densité par exemple (PEBD).

#### 4.4 Ancrage des géosynthétiques

Pour ce qui concerne la couche de géosynthétique de renforcement, en zone courante, l'ancrage est assuré par les frottements de la couche support dans laquelle est intégré le géosynthétique. Une digue périphérique assure l'ancrage de la nappe de renforcement en bordures du casier de rehausse. Si le renforcement concerne également des talus de déchets (cas des extensions latérales), un ancrage en tête de talus et éventuellement en risberme est à prévoir (figure 4).

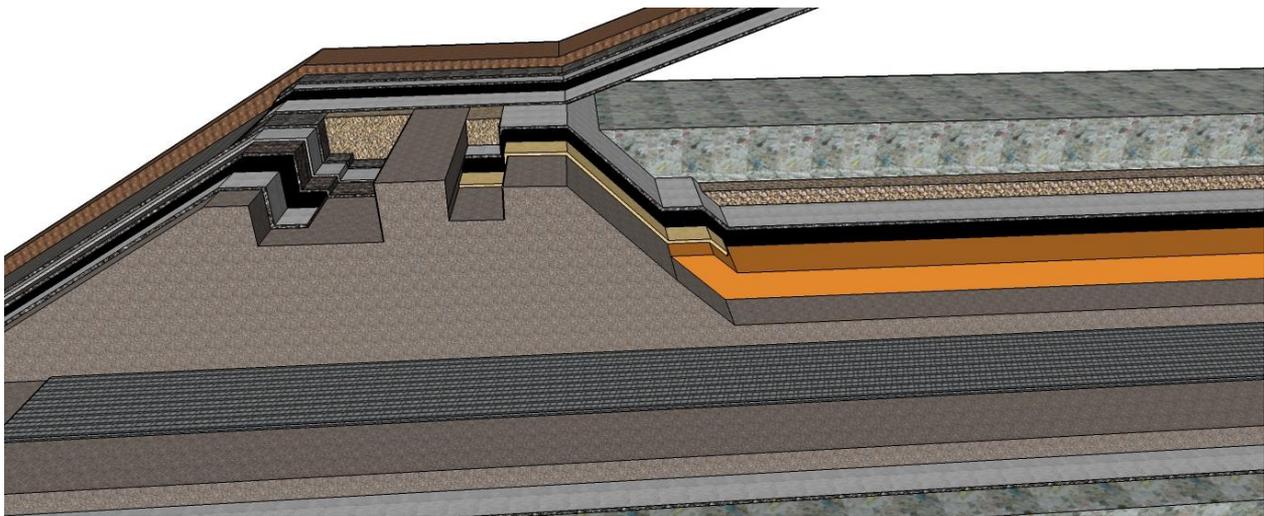


Figure 4. Ancrages des différents géosynthétiques à l'interface entre casiers

Les autres types de géosynthétiques (étanchéité, drainage, protection) sont ancrés selon les prescriptions des Fascicules 11 et 12 du CFG : ancrages en tranchée, ancrages à plat, ancrages en plan incliné. Afin de limiter les déformations des géosynthétiques dues aux tassements du massif de déchets support, il peut être nécessaire de prévoir des ancrages glissants, typiquement des ancrages à plat dimensionnés de façon à plafonner les efforts de traction dans les géosynthétiques (Figure 5) : l'effort en traction maximal est égal à la résistance au glissement de l'ancrage.

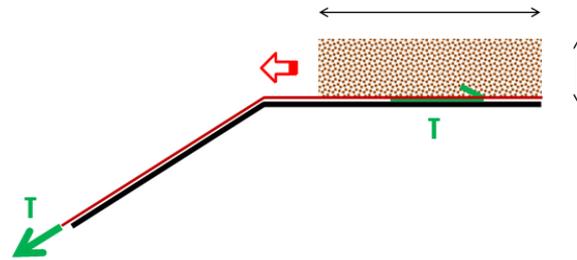


Figure 5. Principe d'un ancrage à plat glissant

#### 4.5 Drainage des fluides

Au sein d'un massif de déchets rehaussé, les fluides à collecter proviennent de deux sources distinctes :

- lixiviats et biogaz du casier support ;
- lixiviats et biogaz du casier en rehausse.

##### 4.5.1. Fluides du casier support

L'objectif est de maintenir le drainage des fluides résiduels du casier support. Les dispositifs en place doivent être recensés et repérés, et leur efficacité doit être évaluée au regard de la production de fluides attendue après rehausse (la quantité et la qualité des fluides peuvent être modifiées sous l'action de la surcharge, ainsi que l'efficacité du drainage).

Pour ce qui concerne les lixiviats du casier support, un bilan hydrique du casier en l'état initial ainsi qu'après rehausse doit être réalisé. Il permettra d'évaluer la pertinence du dispositif de drainage et les modifications éventuelles à apporter.

Pour ce qui concerne les biogaz, il est nécessaire de réaliser une estimation de la production résiduelle afin de déterminer s'il est nécessaire de mettre en place un pompage ou un simple drainage passif. Une couche de drainage des gaz (qui peut être la couche support) doit être présente sous le dispositif d'étanchéité de fond du casier de rehausse. Lors de la phase de conception, on s'attachera à anticiper l'apparition de points hauts locaux, dus à la déformation des déchets du casier support, non connectés au réseau de dégazage.

Il est recommandé, dans la mesure du possible, de faire déboucher les exutoires des réseaux de drainage des fluides du casier support en périphérie du massif de déchets. Dans le cas contraire, les puits traversent le dispositif d'interface entre les casiers ainsi que les déchets du massif de rehausse. Des dispositions doivent être prises pour assurer leur libre mouvement par rapport aux puits tout en assurant la continuité des barrières d'étanchéité (double tubage, puits télescopiques, tulipes).

##### 4.5.2. Fluides du casier support

La difficulté réside essentiellement dans le maintien du drainage des lixiviats du casier de rehausse. Néanmoins, l'évolution de la topographie du dôme de déchets devra être anticipée, afin de disposer les points de collecte des biogaz sur des points constamment hauts du dôme. Toutefois, le cas échéant, une reprise de la couverture peut être envisagée.

Pour ce qui concerne le drainage des lixiviats, un soin particulier doit être apporté, lors de la conception, à l'évaluation des tassements de l'interface entre casiers, sous l'action combinée des tassements du massif support et de la surcharge du casier en rehausse. Les pentes initiales du fond de casier en rehausse devront être dimensionnées en conséquence, afin de maintenir le fil d'eau tout au long de la vie du casier.

## 5. Stabilité du massif rehaussé

### 5.1 Mécanismes de rupture

On peut recenser trois principaux mécanismes d'instabilité qu'il convient de vérifier dans le cadre de la rehausse d'une ISDND (figure 6) :

- glissement rotationnel. Il concerne la stabilité générale du massif et la stabilité locale des talus. Les surfaces de glissement sont des loupes circulaires, logarithmiques ou hyperboliques. Elles peuvent affecter l'ouvrage uniquement, ou bien également le sol de fondation ;
- glissement plan. Il est susceptible d'intervenir essentiellement au niveau de l'interface entre le casier support et le casier de rehausse, celle-ci faisant intervenir des géosynthétiques peu frottant. La stabilité doit être vérifiée a minima pour l'interface la plus pénalisante (typiquement géomembrane/géotextile) ;
- glissement mixte. La surface de glissement passe simultanément dans le massif de déchets et le long d'une interface.

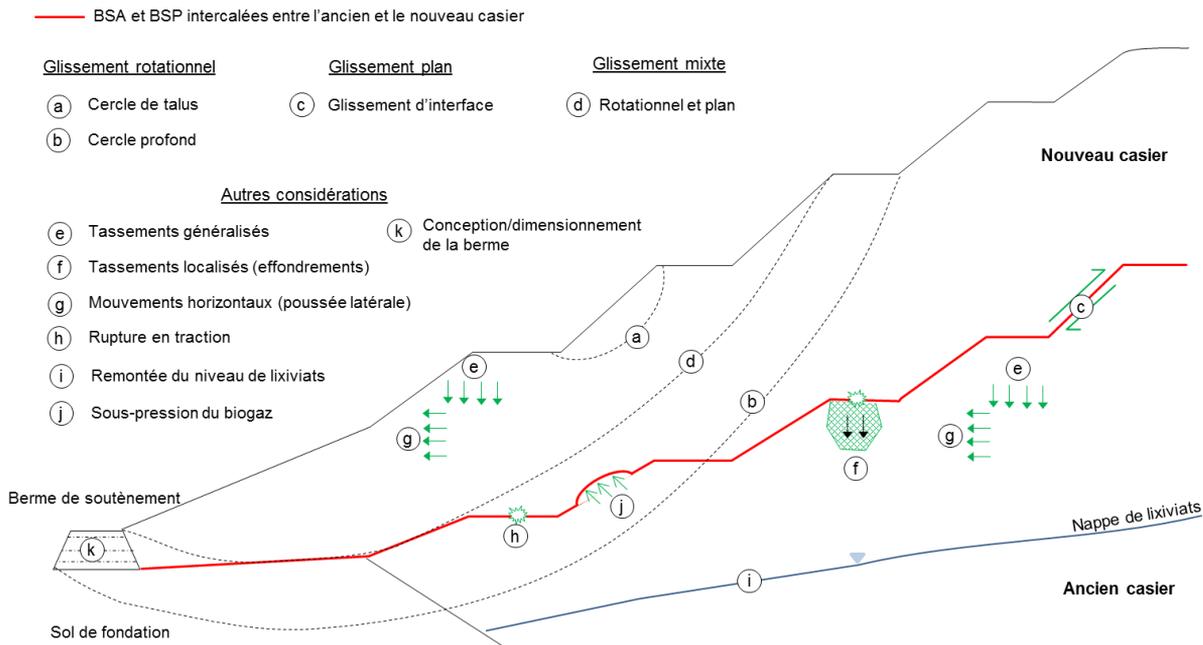


Figure 6. Instabilités et déformations potentielles d'un projet d'un casier en appui sur des déchets

## 5.2 Méthodes de calcul

En première approche, on utilisera des méthodes analytiques (méthode de Bishop, méthode des blocs) pour évaluer la stabilité du projet, intéressantes pour leur relative simplicité, leur robustesse et leur rapidité. Toutefois, lorsque les méthodes analytiques ne permettent pas d'identifier le mécanisme de rupture, il est recommandé, conformément à l'Eurocode 7, de mettre en œuvre des méthodes numériques : éléments finis, différences finies et éléments discrets. Dans les cas de fortes déformations attendues, la méthode des différences finies est à privilégier.

Quelle que soit la méthode utilisée, il convient de renseigner l'outil de calcul avec des hypothèses pertinentes, représentatives du projet ou pénalisantes. En premier lieu, une géométrie précise du projet, incluant le casier support, est nécessaire, ainsi que le niveau de lixiviats dans les casiers et les paramètres mécaniques des matériaux.

Si la détermination des paramètres mécaniques des matériaux naturels est bien connue (et n'est pas abordée dans le guide), celle des paramètres de cisaillement des déchets et des interfaces entre géotextiles est plus délicate.

Pour ce qui concerne les déchets, le guide recommande en premier lieu l'analyse de la bibliographie disponible, puis la réalisation d'une rétro-analyse de stabilité du casier existant. En ultime approche, des essais de cisaillement sur les déchets peuvent être réalisés (boîte de cisaillement, cellule triaxiale) mais les dispositifs suffisamment grands pour accueillir des échantillons représentatifs de déchets sont rares en France. Une approche similaire est recommandée pour la détermination des paramètres de cisaillement aux interfaces entre géotextiles. Le guide propose notamment de nombreuses valeurs de paramètres de cisaillement aux interfaces, issues de la bibliographie.

Dans tous les cas, il est recommandé de baser les calculs de stabilité sur les caractéristiques résiduelles des matériaux (long terme et grands déplacements). Il est également recommandé, dans

une optique de sécurité, de ne prendre en compte que le coefficient de frottement aux interfaces, et de considérer la cohésion comme nulle.

### **5.3 Situations, sollicitations et combinaisons de calcul**

Les calculs de stabilité peuvent être réalisés selon la méthode traditionnelle, à la recherche d'un coefficient adapté à l'évènement considéré (exceptionnel : 1, exploitation : 1,3, long terme : 1,5). Ils peuvent également être réalisés selon l'approche de l'Eurocode 7, en appliquant des coefficients de sécurité partiels sur les paramètres de résistance et les actions déstabilisatrices. Ces facteurs partiels varient selon la situation de calcul et l'état limite considérés. Les calculs sont réalisés pour des combinaisons d'actions fondamentales (long terme et exploitation), accidentelles et sismiques.

Les calculs à court terme concernent essentiellement la phase d'exploitation de l'extension et doivent être réalisés pour les situations suivantes :

- chaque phase d'exploitation, ou a minima la plus défavorable ;
- les situations accidentelles, comme une hauteur exceptionnelle de lixiviats ;
- les sollicitations sismiques.

Les calculs à long terme concernent la phase de suivi post-exploitation et l'existence ultérieure du site. Il s'agit de vérifier que l'ouvrage est stable durant toute son existence, même en l'absence de tout suivi. Pour ces calculs, il convient de prendre en compte l'évolution de la géométrie du site au cours du temps, l'évolution de la qualité des matériaux, l'évolution des caractéristiques des déchets. Doivent également être pris en compte des situations pénalisantes, comme l'établissement de niveaux perchés de lixiviats ou le remplissage des casiers par des lixiviats.

## **6. Suivi et instrumentation**

### **6.1 Objectifs du suivi**

Le suivi spécifique aux extensions en rehausse concerne l'évolution de la géométrie du massif de déchets et les déformations de l'interface entre casier support et casier de rehausse. Il permet de s'assurer que les déformations réelles sont dans la gamme des prévisions, de reprendre les calculs le cas échéant, voire de modifier les conditions d'exploitation, et de s'assurer que les déformations mesurées ne remettent pas en cause l'intégrité des dispositifs d'étanchéité et de drainage des fluides des casiers.

Ce suivi doit être réalisé en phase d'aménagement, d'exploitation et de post-exploitation des casiers de l'extension.

### **6.2 Paramètres et méthodes de suivi**

Le suivi topographique des ISDND est une obligation réglementaire, de fréquence au moins annuelle. Les techniques disponibles (tachéomètre, GPS différentiel, scanner 3D, etc...) sont connues et maîtrisées des géomètres. Ce suivi topographique est adapté à l'évaluation des déformations en grand du massif de déchets.

Pour le suivi de la déformation de l'interface entre casiers, on aura recours à des méthodes géotechniques, avec une préférence pour celles permettant d'acquérir des mesures continue spatialement, plutôt que des mesures ponctuelles. On citera notamment les profilomètres à torpille, les inclinomètres horizontaux et les fibres optiques. Ces dispositifs sont installés dans la couche de forme de l'interface, lors de sa réalisation.

### **6.3 Densité spatiale et fréquence des contrôles**

Le premier casier d'un projet de rehausse, parce qu'il est la référence des casiers suivants, doit faire l'objet d'une attention accrue en ce qui concerne les contrôles. Notamment, la densité des dispositifs de contrôle de la déformation de l'interface entre casier y est plus forte que sur les casiers suivants. Par tranche de 0,5 ha de casier, il est recommandé de disposer a minima :

- 2 profilomètres à torpilles, avec une mesure par mètre,
- ou 2 fibres optiques.

Ces profils doivent intégrer les points critiques identifiés lors de l'étude de tassements. Les casiers ultérieurs pourront voir le nombre de ces dispositifs réduit à 1 par tranche de 5000 m<sup>2</sup>.

Le suivi topographique et le suivi des déformations de l'interface peuvent être enclenchés dès la phase de travaux ou dès le début de la phase d'exploitation. La fréquence des contrôles dépend de la phase de vie du projet, elle est synthétisée dans le Tableau 1.

Tableau 1. Fréquence de suivi spécifique à un projet de rehausse

	Phase travaux	Phase de remplissage	Post-exploitation
Suivi topographique du massif	Un levé après la réalisation de la BSP Un levé après mise en place du drainant	Un levé trimestriel du massif de déchets Un levé intégral (déchets, puits, digues, ...) après remplissage	Un levé annuel
Suivi géotechnique de l'interface	Un levé à la mise en place du dispositif Un levé après mise en place du drainant	Un levé annuel Un levé après remplissage	Un levé annuel pendant 5 ans, renouvelable.

## 7. Références bibliographiques

ADEME (2005). Guide méthodologique pour le suivi des tassements des Centres de Stockage de Classe II (Déchets ménagers et assimilés). ADEME Editions, Angers 2005

Olivier, F. (2003) Tassement des déchets en CSD de classe II : du site au modèle. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 334 pages.