



Aide à l'exécution UV-1826/10

Décharges souterraines

Un module de l'aide à l'exécution relative à l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, OLED)

État : [mm/aaaa], valable dès le 202X
Versions précédentes : aucune

Bases légales : LPE art. 30e et 30h
OLED art. 35 et suiv. et annexe 2

Annexe 1 : Liste de contrôle des preuves

Thèmes concernés

| | |
|-------------------------|---|
| Déchets | • |
| Sites contaminés | |
| Biodiversité | |
| Biotechnologie | |
| Sols | |
| Produits chimiques | |
| Électromog et lumière | |
| Climat | |
| Paysage | |
| Bruit | |
| Air | |
| Dangers naturels | |
| Droit | |
| Accidents majeurs | |
| EIE (étude de l'impact) | |
| Forêts et bois | |
| Eaux | |

Impressum

Valeur juridique

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement (notions juridiques indéterminées, portée et exercice du pouvoir d'appréciation) et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Participants

Matériaux de construction circulaires Suisse, Dr. von Moos AG, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Association suisse des exploitants d'installations de traitement des déchets (ASED)

Téléchargement au format PDF

<https://www.bafu.admin.ch/aides-execution-dechets>

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand et en italien.

La langue originale est l'allemand.

Table des matières

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1 | Objectif | 4 |
| 1.2 | Champ d'application | 4 |
| 1.3 | Bases légales | 4 |
| 1.4 | Bases du projet..... | 5 |
| 1.5 | Glossaire | 5 |
| 2.1 | Protection des eaux et dangers naturels | 7 |
| 2.2 | Sous-sol ou massif | 7 |
| 3.1 | Description du système | 8 |
| 3.2 | Preuves de la sécurité | 8 |
| 3.2.1 | Phase d'exécution et d'exploitation | 8 |
| 3.2.2 | Phase après utilisation | 9 |
| 3.2.3 | Preuves | 9 |
| 3.3 | Étanchéité..... | 10 |
| 3.4 | Séparation entre les compartiments..... | 10 |
| 3.5 | Évacuation des eaux et ventilation..... | 11 |
| 3.5.1 | Apports d'eau | 11 |
| 3.5.2 | Évacuation des eaux | 12 |
| 3.5.3 | Gaz et ventilation..... | 13 |
| 3.6 | Fermeture | 13 |
| 4.1 | Phase d'exploitation | 14 |
| 4.1.1 | Contrôle des déchets..... | 14 |
| 4.1.2 | Sécurité au travail..... | 14 |
| 4.2 | Gestion après fermeture | 14 |
| | Liste de contrôle des preuves | 16 |

1 Introduction

1.1 Objectif

La présente partie « Décharges souterraine » du module « Décharges » de l'aide à l'exécution de l'ordonnance sur les déchets (OLED) sert de base à l'évaluation des projets dans le cadre de l'approbation par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) de l'aménagement des décharges souterraines.

Les exigences techniques fondamentales posées aux ouvrages des décharges figurent à l'annexe 2 OLED¹. La Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) a développé comme base normative la norme SIA 203 « Décharges »², qui contient les principes de conception et d'exécution des travaux de construction, de remplacement et de fermeture des décharges. Tant l'annexe 2 OLED que la norme sont axées sur les décharges à ciel ouvert et non sur les décharges souterraines.

La présente partie du module de l'aide à l'exécution de l'OLED a pour but de présenter, en se fondant sur l'annexe 2 OLED, les preuves requises pour obtenir l'accord de l'OFEV en vue d'aménager une décharge souterraine. Elle mentionne également les divergences par rapport aux exigences de l'OLED existantes, qui sont dues aux spécificités des décharges souterraines par rapport aux décharges à ciel ouvert, ainsi que les points essentiels des bases normatives à appliquer.

1.2 Champ d'application

La présente partie du module de l'aide à l'exécution ne concerne que les décharges proches de la surface aménagées par creusement dans un massif et les changements d'affectation de corps rocheux extraits proches de la surface (sites de prélèvement de matériaux). On entend par ouvrages proches de la surface des ouvrages dont la couverture présente une épaisseur allant jusqu'à deux fois le diamètre de l'ouvrage environ.

En principe, les sites doivent être choisis de sorte que les eaux résiduelles ne s'accumulent pas, mais s'écoulent par gravité jusqu'au lieu du déversement dans un cours d'eau ou dans une canalisation publique.

La présente partie du module ne traite pas des décharges souterraines profondes situées sous une épaisse couverture de couches rocheuses imperméables, comme les décharges dans les dômes de sel ou les décharges de stockage des déchets radioactifs en couches géologiques profondes.

1.3 Bases légales

Contrairement aux décharges à ciel ouvert, les décharges souterraines ne peuvent être aménagées qu'avec l'autorisation de l'OFEV, peu importe leur volume utile, conformément à l'art. 36, al. 2, OLED.

Il est interdit d'aménager les décharges du type E sous terre. D'autres décharges peuvent être aménagées sous terre avec l'accord de l'OFEV :

- a) *si les déchets sont stockés dans une cavité stable jusqu'à la fin de la phase de gestion après fermeture ;*
- b) *s'il est prouvé que les décharges ne peuvent pas porter atteinte à l'environnement jusqu'à la fin de la phase de gestion après fermeture ; sont exceptées les décharges du type A ;*
- c) *si les décharges du type D stockent uniquement des mâchefers provenant d'installations où sont incinérés des déchets urbains ou des déchets de composition analogue et si la formation de gaz est empêchée par des mesures appropriées.*

¹ Ordonnance sur les déchets (OLED, RS 814.600)

² Toutes les normes SIA employées dans le présent document figurent dans la bibliographie de base.

Hormis ces exigences spécifiques, les décharges souterraines sont soumises, par analogie, aux mêmes exigences que les décharges à ciel ouvert.

1.4 Bases du projet

En règle générale, il est nécessaire de connaître, au cours de l'élaboration du projet, les contextes géologique et hydrogéologique ainsi que les quantités de déchets prévues, leurs compositions et leurs potentiels de polluants et de dissémination. Ceci permet de garantir à long terme la compatibilité environnementale des flux de substances potentiels de la décharge vers l'environnement durant les phases d'aménagement, d'exploitation ainsi que de gestion après fermeture, et après celle-ci. Dans ce contexte, le site, le système technique d'étanchéité et d'évacuation des eaux et les déchets autorisés pour la décharge doivent être coordonnés dans le respect des exigences légales minimales.

1.5 Glossaire

ouvrage

objet résultant de travaux de construction, généralement composé d'une structure porteuse et d'éléments non porteurs (SIA 260)

eau du massif

eau souterraine provenant du terrain et s'écoulant dans la cavité ou agissant chimiquement ou physiquement sur le revêtement (SIA 197)

ventilation

installations servant à l'alimentation en air frais des ouvrages souterrains ; protection de la santé et aptitude au travail garanties pour les employés ainsi qu'aptitude au service assurée pour les machines (SIA 196)

lixiviât de décharge

eau s'infiltrant par gravité à travers le corps de la décharge

évacuation des eaux

mesures prises pour capter et évacuer de l'eau du massif et des lixiviats de décharge (SIA 198)

massif

ensemble des corps rocheux, des roches et des terrains meubles formant l'environnement de l'ouvrage, y compris discontinuités, vides et cavités (SIA 199)

aptitude au service

aptitude d'une structure porteuse et de ses éléments de construction à garantir la fonction et l'aspect de l'ouvrage ainsi que le confort de ses utilisateurs dans le cadre des limites de service (SIA 260)

eaux souterraines

eaux situées sous la surface du terrain, occu-

pant les pores, les discontinuités ou les cavités du massif de manière complète et/ou discontinue (SIA 198)

caverne

construction souterraine à grande section et de longueur relativement limitée (SIA 198)

gonflement

augmentation de volume d'une roche par absorption d'eau (SIA 199)

résistance

aptitude d'une structure porteuse et de ses éléments à résister aux actions pendant l'exécution et l'utilisation (SIA 260)

sécurité structurale

aptitude d'une structure porteuse et de ses éléments à garantir la stabilité d'ensemble ainsi qu'une résistance ultime suffisante (résistance à la fatigue incluse) face aux actions considérées, et compte tenu de la fiabilité requise (SIA 260)

système structural

disposition et mode d'interaction des éléments porteurs d'une structure porteuse (SIA 260)

structure porteuse

ensemble formé des éléments de construction et du terrain de fondation, nécessaire pour garantir l'équilibre et la conservation de la forme d'un ouvrage (SIA 260)

analyse structurale

détermination des effets des actions sur l'ensemble de la structure porteuse et de ses éléments au moyen d'un modèle de la structure (SIA 260)

modèle de la structure

résultat de la délimitation et de l'idéalisation du système porteur (SIA 260)

résistance ultime

limite de la résistance (SIA 260)

discontinuité

rupture de continuité dans le massif, par

exemple fracture, interface de couches géologiques, perturbation ou schistosité (SIA 199)

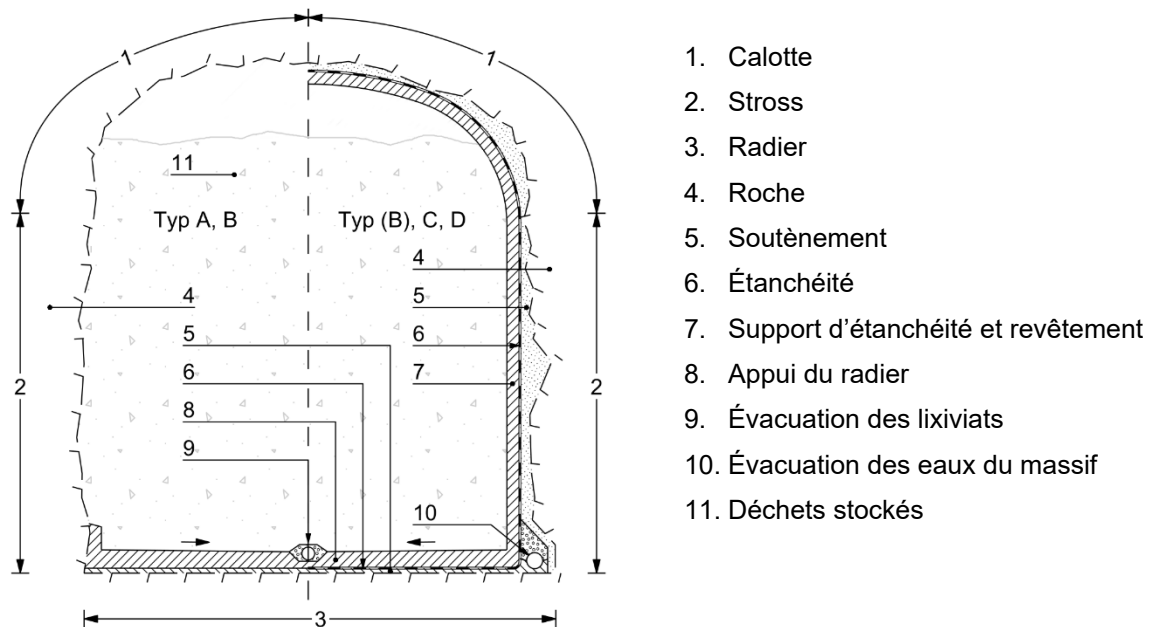


Fig. 1 : Profil normal (coupe type) d'une caverne de décharge (sur la base de la norme SIA 198).

2 Site

2.1 Protection des eaux et dangers naturels

Lors du choix du site, il convient généralement de déterminer la zone d'influence de la décharge des points de vue de la géologie, de la minéralogie, de l'hydrogéologie et de la géotechnique afin de pouvoir appréhender le système global de la « géosphère » et ses interactions.

Par analogie avec les décharges à ciel ouvert, les sites situés dans une zone ou un périmètre de protection des eaux souterraines ou dans une zone exposée à des risques d'inondation, de chutes de pierres, de glissements de terrain ou à des risques d'érosion particulièrement importants sont exclus – cela vaut en particulier pour les portails des décharges souterraines. Celles-ci ne peuvent pas non plus être aménagées dans des roches pouvant subir une érosion de type karstique. Dans un cas concret, la situation hydrogéologique et les exigences de la législation sur la protection des eaux doivent être considérées dans la troisième dimension : par exemple, une zone de protection des eaux souterraines concernée par un captage en roche meuble à la surface du terrain (p. ex. captage d'eau de source pour une résurgence au-dessus de la décharge), mais qui, d'un point de vue hydrogéologique, est clairement protégée contre la zone de la cavité située en profondeur, doit être évaluée différemment d'une zone concernée par une source dont l'aire d'alimentation s'étend jusqu'à la cavité. La carte de protection des eaux montre les zones de protection proches de la surface étendues en nappe. Dans le cas des décharges souterraines, il convient également de procéder à une projection en profondeur, en recensant et en évaluant les horizons des divers niveaux aquifères.

2.2 Sous-sol ou massif

L'évaluation de la sécurité du site nécessite des informations de base détaillées sur les paramètres géologiques, hydrogéologiques, géotechniques et géochimiques de ce dernier. Dans le cas de cavernes et d'autres constructions souterraines existantes, la plupart des informations devraient déjà avoir été rassemblées dans le cadre des processus de planification et d'autorisation (y compris le rapport d'impact sur l'environnement [RIE]) d'une exploitation souterraine de matériaux ou d'une autre utilisation ; en complément, il convient d'évaluer les expériences faites durant l'extraction. Ainsi, la situation tectonique et les éventuelles charges géogènes et anthropogènes du corps rocheux, de la nappe phréatique ainsi que des eaux du massif devraient être connues. Les résultats de l'étude de la structure géologique du site doivent inclure l'emplacement, la fréquence et les caractéristiques hydrauliques de toutes les failles ou ruptures du site.

Les exigences de l'annexe 2, ch. 1.2, OLED, relatives à la perméabilité du sous-sol, doivent être prises en considération lors de l'évacuation contrôlée d'éventuelles eaux du massif en sachant que la quantité de lixiviats est inférieure de beaucoup à celle des décharges à ciel ouvert. En principe, le bilan hydrologique devrait convenir comme base d'évaluation et la preuve d'une barrière géologique naturelle et en grande partie homogène d'une épaisseur multidirectionnelle d'au moins 2 mètres et présentant un coefficient de perméabilité (k) de 1×10^{-7} m/s, devrait également suffire. Les discontinuités visibles ouvertes doivent être comblées par injection.

3 Ouvrage

3.1 Description du système

Le système « décharge souterraine » comprend la cavité prévue pour le stockage, son accès par un portail, le corps rocheux environnant, les installations techniques nécessaires à l'exploitation ainsi que les médias air et eau. Les décharges aménagées dans la roche présentent un bilan hydrique nettement différent de celui des décharges à ciel ouvert, nécessitant en principe de moindres mesures d'étanchéité et de drainage pour les lixiviats. Il y a lieu de considérer la mise en place de mesures d'étanchéité et d'évacuation des eaux distinctes pour les eaux du massif. Si aucun système d'étanchéité distinct n'est prévu, les eaux du massif doivent être collectées avec les lixiviats et le cas échéant être traitées et évacuées.

À noter qu'il est impératif dans tous les cas de prouver que la qualité de l'air est suffisante durant les phases d'aménagement et d'exploitation de la décharge, ne serait-ce que pour des raisons de sécurité au travail. En principe, il est nécessaire d'utiliser une ventilation artificielle. En fonction des modalités d'accès, il convient également de vérifier si la ventilation sera nécessaire également pour la phase de gestion après fermeture.

Dans le cas des décharges souterraines, les exigences relatives à la fermeture en surface peuvent être partiellement remplies à l'avance du fait de la faible perméabilité présumée du corps rocheux situé au-dessus de la décharge (au-dessus et sur les côtés de la caverne de la décharge), pour autant que des preuves adéquates soient fournies.

D'une manière générale, il convient de s'assurer que les déchets sont stockés dans une cavité dont la stabilité est garantie jusqu'à la fin de la phase de gestion après fermeture et que la décharge ne met pas l'environnement en danger. Il y a donc lieu d'apporter la preuve des stabilités externe (sécurité contre les défaillances du système) et interne (sécurité contre les défaillances du corps de la décharge lui-même) en incluant la fermeture de la décharge et en démontrant qu'aucune déformation non autorisée du terrain ou de la surface du sol ne se produira durant les phases d'aménagement, d'exploitation et de gestion après fermeture. Par ailleurs, des preuves à long terme doivent être fournies (cf. point 3.6).

3.2 Preuves de la sécurité

3.2.1 Phase d'exécution et d'exploitation

L'étape essentielle de l'évaluation de la sécurité du site consiste à fournir les preuves correspondantes, qui reposent principalement sur la preuve de la stabilité géotechnique et la preuve de la sécurité en ce qui concerne les phases d'exécution et d'exploitation.

Dans le cadre de l'étude de projet, une analyse structurale doit être effectuée pour la cavité avec le modèle de la structure correspondant. Par ailleurs, le concept de vérification conformément à la norme SIA 260 s'applique.

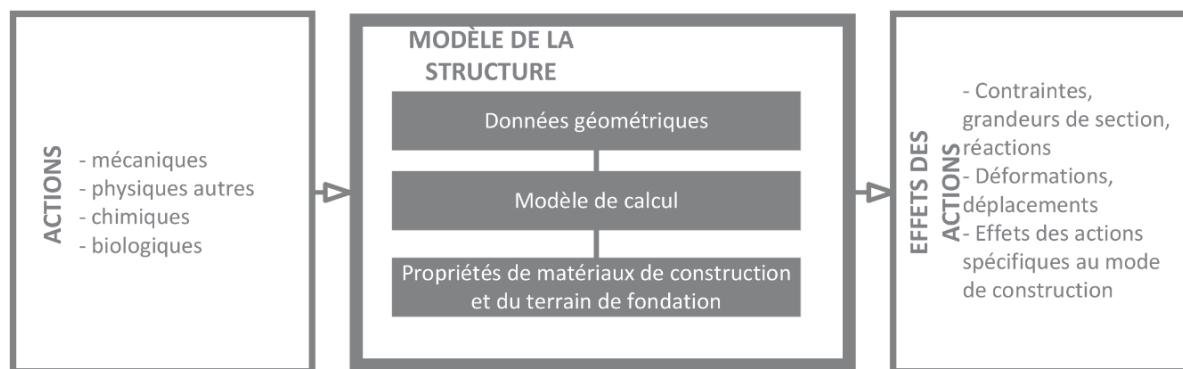


Fig. 2 : Analyse structurale pour l'évaluation de la sécurité du site conformément à la norme SIA 260

Lors de la planification d'un ouvrage souterrain, le planificateur établit un modèle de la structure dont le degré de traitement dépend de la phase de planification. Y sont étudiés l'ouvrage et ses interactions avec le sol (p. ex. identification des situations de danger déterminantes et dimensionnement). Cette étude fait partie du dossier de projet des concepteurs (cf. également les définitions des concepts conformément aux normes SIA 197, 260 et 469).

Les planificateurs décrivent l'ouvrage souterrain à l'aide du modèle de la structure. Ils incluent toutes les grandeurs d'influence comme les grandeurs géométriques et le revêtement, les propriétés des matériaux de construction, de la roche et du massif rocheux ainsi que les éventuels éléments de construction destinés à améliorer la capacité portante du massif (ancrages, etc.). Tant la sécurité structurale (stabilité globale, résistance ultime, résistance à la fatigue) que l'aptitude au service (faculté à fonctionner, confort, aspect) doivent être démontrées pour toute la durée d'exploitation de la décharge ainsi que pour la phase de gestion après fermeture.

Les preuves requises figurent dans la liste de contrôle de l'annexe 0. Les bases et les résultats de l'étude de projet ainsi que les indications sur les documents de construction nécessaires figurent dans les normes SIA 197 **Error! Reference source not found.**(point 2.3) et 469.

3.2.2 Phase après utilisation

Les normes SIA pertinentes ne contiennent pas d'indications sur le démantèlement des ouvrages souterrains à l'issue de la phase d'exploitation (utilisation/exploitation et conservation).

De manière générale, les exigences en matière de sécurité et d'aptitude au service des ouvrages sont déduites de la finalité et de l'utilisation de ceux-ci. Lorsque l'utilisation d'un ouvrage prend fin, sa conservation se limitera à la prévention des dangers et, le cas échéant, à la prévention des dommages (SIA 469). Il serait toutefois opportun de définir au moins partiellement les exigences relatives à la phase de gestion après fermeture (qui commence dès la fin des travaux de fermeture et du stockage des déchets) dans le cadre des phases d'aménagement et d'exploitation, de sorte que des mesures et des dispositifs appropriés puissent être prévus suffisamment tôt (mesures de contrôle, etc.).

3.2.3 Preuves

En référence à la norme SIA 197, une sécurité suffisante est assurée lorsqu'une mise en danger des personnes, de l'environnement ainsi que des valeurs économiques par une défaillance de la structure porteuse ou par l'exploitation de l'ouvrage et de ses installations techniques est ramenée à un niveau acceptable. L'aptitude au service quant à elle existera lorsque l'état de l'ouvrage permet l'utilisation qui lui est destinée.

En ce sens, la sécurité du système global doit être démontrée à long terme, pour toute la durée de la phase de gestion après fermeture, c'est-à-dire jusqu'à 50 ans au maximum après la fin du stockage des déchets. Les preuves de stabilité de la cavité, de la galerie d'accès, de la zone du portail et d'autres parties de l'installation durant l'exploitation intensive de la décharge peuvent être réglées via une convention d'utilisation à durée fixe faisant partie de l'autorisation d'exploitation cantonale. On s'appuiera également ici sur des valeurs empiriques obtenues sur certains sites à utilisation souterraine soumise à concession. La preuve de la sécurité à long terme doit également inclure un concept de surveillance comprenant des observations régulières, des inspections, des mesures de contrôle ainsi que des contrôles de fonctionnement.

Il y a également lieu d'apporter les preuves nécessaires concernant la phase de gestion après fermeture (cf. point 3.6).

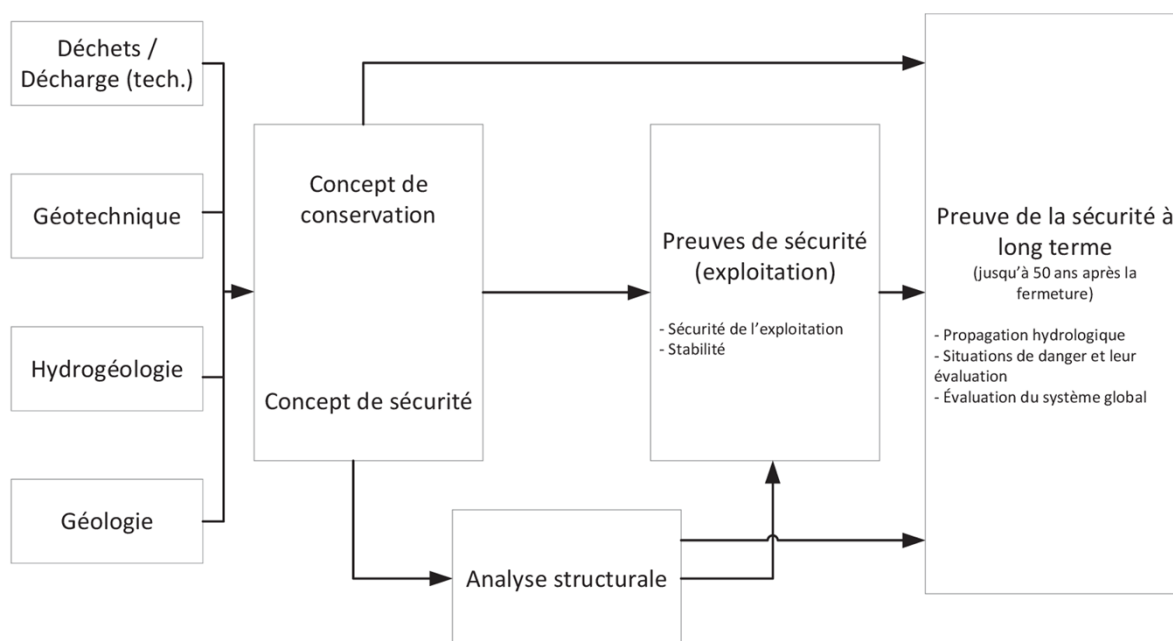


Fig. 3 : Étude de projet et fourniture de preuves pour l'aménagement de décharges souterraines.

3.3 Étanchéité

Associée à l'évacuation des eaux, l'étanchéité des décharges souterraines assurée par le support et le revêtement doit permettre une collecte séparée et une évacuation maîtrisée des eaux du massif et des lixiviats et ainsi empêcher leur infiltration. Les sites souterrains n'étant pas susceptibles de recevoir des eaux de pluie, des mesures d'étanchement peuvent être prévues en fonction du type de décharge, de la perméabilité du corps rocheux, du système hydraulique et du bilan hydrique effectif. Dans le cas d'un corps rocheux peu perméable et comprenant peu de discontinuités, il peut arriver que la roche soit suffisamment épaisse pour empêcher que des eaux du massif ne percolent au travers du corps de la décharge (cf. point 3.5). Les caractéristiques effectives des eaux du massif ainsi que l'éventuelle formation d'eau de condensation doivent être considérées au cas par cas lors de la planification.

3.4 Séparation entre les compartiments

Lors du compartimentage de décharges de différents types, il convient, par analogie, de respecter les dispositions de l'annexe 2, ch. 2.3, OLED. Parfois, en fonction des exigences spécifiques, l'utilisation de chambres individuelles séparées par des parois rocheuses laissées en place peut être appropriée pour une répartition en différents types de décharges. Les fractures ouvertes doivent être comblées par injection. Si

ces mesures ne suffisent pas à assurer l'étanchéité nécessaire, d'autres mesures d'étanchement doivent être prises en considération.

3.5 Évacuation des eaux et ventilation

Les entrées d'eau et d'air dans les décharges souterraines sont très différentes de celles dans les décharges à ciel ouvert. En effet, dans les décharges souterraines, les apports d'eau ou d'air proviennent de discontinuités plutôt que de précipitations et il n'y a aucune exposition atmosphérique directe (SIA 199). En outre, la ventilation artificielle peut entraîner la formation d'eau de condensation en raison de différences de température. Il est essentiel de connaître la structure des discontinuités ainsi que les propriétés et la porosité du massif environnant pour pouvoir établir un bilan hydrologique de l'ensemble du système de décharge. Les dérivations d'eau souterraine du fait de la présence d'ouvrages souterrains doivent être limitées en quantité et adaptées au renouvellement des eaux souterraines. Pour la planification, l'aménagement et l'exploitation d'ouvrages souterrains, il convient de tenir compte non seulement des prescriptions légales, mais aussi des « Instructions pour l'application de la protection des eaux souterraines aux ouvrages souterrains »³.

3.5.1 Apports d'eau

L'évaluation hydrogéologique des caractéristiques des eaux du massif doit tenir compte non seulement de la perméabilité du massif et du niveau piézométrique des eaux souterraines en général (éventuellement des variations saisonnières), mais aussi de l'effet drainant de la cavité.

Alors que dans le cas des décharges à ciel ouvert, les précipitations entraînent une irrigation de la décharge par toute la surface de son corps, dans celui des décharges souterraines, il ne faut s'attendre qu'à des apports d'eau ponctuels provenant des discontinuités du massif (cf. figure 4).

L'humidité est également présente dans le matériau à stocker. Sa présence a pour conséquence que, selon le système d'étanchéité choisi, un massif initialement sec peut devenir « humide », ce qui peut avoir son importance indépendamment d'une éventuelle charge dans un massif gonflant.

³ OFEFP, 1998 : Instructions pour l'application de la protection des eaux souterraines aux ouvrages souterrains. Berne.

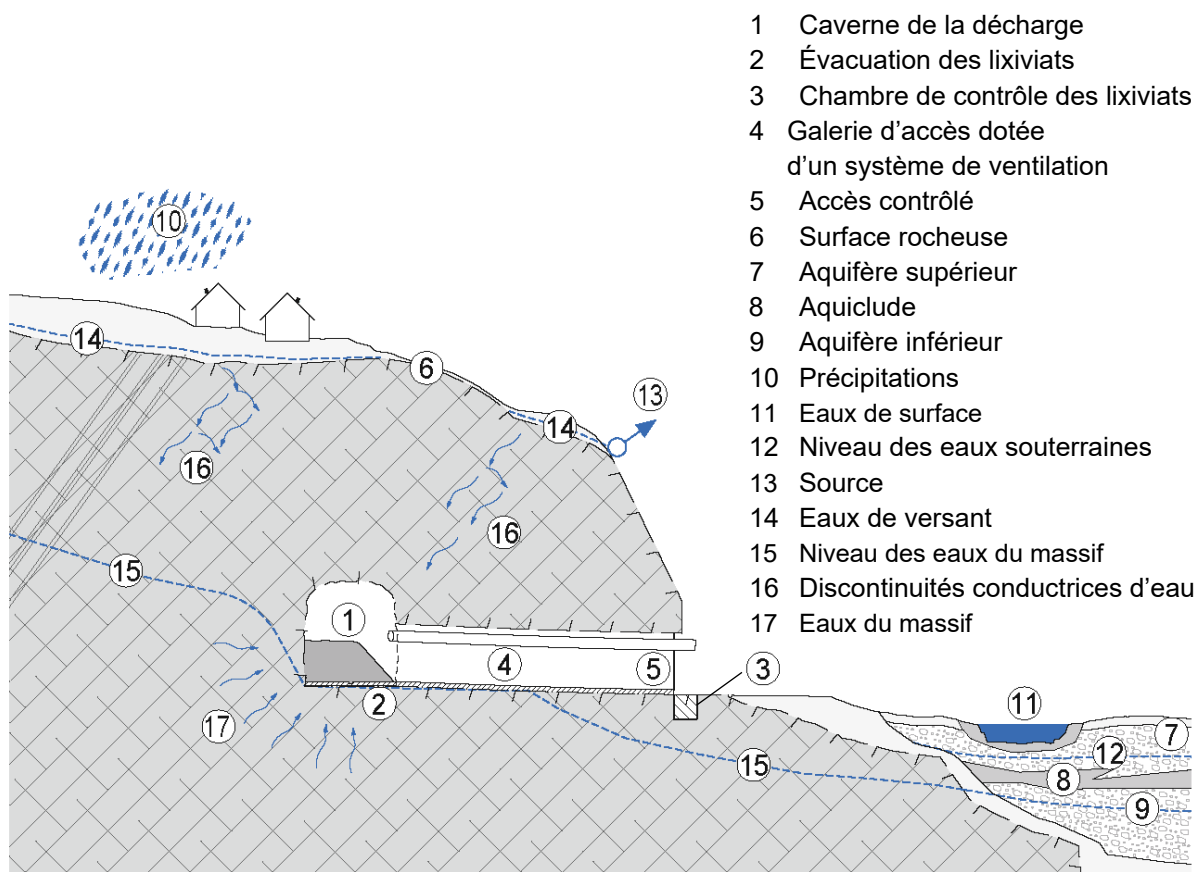


Fig. 4 : Représentation schématique des apports d'eau possibles dans une caverne de décharge.

3.5.2 Évacuation des eaux

Les eaux du massif seront captées dans la mesure du possible et dirigées de manière à contourner le corps de la décharge. Il faut tenir compte de ce point lors de l'élaboration du projet de système d'étanchéité et d'évacuation des eaux (évacuation des eaux du massif dans le système de drainage et, le cas échéant, étanchéité superficielle ou ponctuelle selon le concept d'étanchéité [annexe 2, ch. 2.4.4, let. c, OLED ; SIA 197, point 8.6.3]). Le choix des mesures prises ici a une incidence sur le dimensionnement du revêtement des cavités. Les conduites d'évacuation doivent être posées de manière à présenter une inclinaison de 2 % au moins après la stabilisation des tassements (annexe 2, ch. 2.4.8, OLED).

Les lixiviats collectés au fond de la décharge (appui du radier) doivent également être évacués. S'il y a des eaux à évacuer, en principe, on mettra en place deux systèmes de collecte distincts, l'un pour les eaux du massif et l'autre pour les lixiviats. Les eaux doivent être évacuées de l'ouvrage en pente libre et déversées, après traitement si nécessaire, dans un cours d'eau de surface ou dans une station d'épuration. Si des eaux captées et non traitées sont déversées dans un cours d'eau de surface, des mesures de construction doivent être prises pour garantir que les eaux usées puissent être contrôlées à tout moment et, si nécessaire, traitées ou déversées dans une station d'épuration.

Pour autant que les éventuelles eaux du massif soient collectées et évacuées, les quantités d'eau percolant au travers des décharges souterraines sont moindres, contrairement à ce qui se produit dans les décharges à ciel ouvert. Au fond de la décharge, il faut s'attendre à collecter des quantités de lixiviats considérablement inférieures à celles d'une décharge à ciel ouvert. Les conditions effectives doivent être présentées dans un bilan hydrologique (partie intégrante d'un rapport hydrogéologique d'accompagnement du projet). En référence aux dispositions de l'annexe 2, ch. 2.4.2 et 2.4.3, OLED, l'évacuation des lixiviats n'est pas obligatoire

dans tous les cas pour les décharges des types A et B ; la question doit toutefois être examinée au cas par cas en fonction du bilan hydrique effectif et de la présence éventuelle d'eaux souterraines exploitables.

3.5.3 Gaz et ventilation

Lors de l'exploitation d'une décharge souterraine, il convient de veiller à ce qu'aucun mélange inflammable (méthane ou hydrogène avec de l'air ou d'autres gaz) ne résulte d'une réaction avec l'eau, et ce du début à la fermeture de la décharge.

En raison de la nature des déchets admis dans les différents types de décharges, il ne faut en principe guère s'attendre à la présence de substances ayant tendance à former des gaz. À cet égard, ce sont surtout les teneurs en métaux non ferreux qui peuvent être significatives, car ceux-ci peuvent générer des gaz par oxydation. Dans le cas des résidus d'incinération provenant d'usines d'incinération des ordures ménagères, le contact avec l'eau peut entraîner des réactions de prise et, par conséquent, une augmentation de la température ainsi que le dégagement d'ammoniac et d'hydrogène. L'expérience montre que le stockage intermédiaire et le transfert ainsi que la récupération d'une grande partie des métaux (annexe 5, ch. 4.3, OLED) des mâchefers d'incinération avant leur mise en décharge définitive entraînent un dégagement de gaz nettement moindre.

Les mesures de construction liées à l'air vicié et à l'air frais sont fonction de l'exploitation prévue de la décharge et de la phase de gestion après fermeture qui suivra ; elles font partie intégrante de l'étude de projet (SIA 196). Les dispositions concrètes concernant la sécurité du travail et la protection de la santé devront être présentées dans le concept d'exploitation.

3.6 Fermeture

Il y a lieu de s'assurer que toute déformation de la cavité ou de la surface susceptible de créer des liens avec la biosphère même après l'achèvement du stockage définitif des déchets et la fin de la phase de gestion après fermeture soit exclue.

Par conséquent, il convient de montrer déjà dans le cadre des preuves de la sécurité à long terme que les déchets stockés présentent une stabilité suffisante à l'issue de la phase d'exploitation pour absorber la charge continue ou soudaine résultant de l'effondrement de la cavité restante (indication des cotes de remblayage, compactage éventuel lors du stockage, etc.).

Après la fin de la phase d'exploitation, l'accès sûr aux déchets – dans le cas des décharges des types C et D – doit être garanti pendant au moins 20 ans afin d'en permettre une éventuelle récupération. Le progrès technique, la mise au point de nouveaux procédés d'élimination et le perfectionnement des procédés existants pourraient en effet ouvrir de nouvelles perspectives et alternatives en la matière dans un avenir prévisible, de sorte que la récupération de certains déchets ne devrait pas être exclue d'emblée.

L'accès aux installations de contrôle et de surveillance de la décharge souterraine sera garanti au moins pendant toute la durée de la phase de gestion après fermeture.

4 Autres aspects

4.1 Phase d'exploitation

4.1.1 Contrôle des déchets

En raison de la nature des déchets autorisés dans les décharges, on peut supposer que les processus chimiques et biologiques joueront un rôle mineur dans les décharges souterraines. À cet égard, les mesures de contrôle prises par l'entreprise pour s'assurer que seuls des déchets autorisés soient mis en décharge sont essentielles. Outre les preuves analytiques de la qualité des déchets, il convient par exemple de procéder à des contrôles visuels minutieux des matériaux à stocker, et ce déjà à l'extérieur des cavités souterraines de stockage, l'éclairage de celles-ci n'étant qu'artificiel.

4.1.2 Sécurité au travail

Dès la planification de l'aménagement, il convient de tenir compte des aspects opérationnels (planification du remblayage, circulation des engins, contrôle/surveillance des propriétés des matériaux de décharge, ventilation) ainsi que de la sécurité du travail.

La sécurité du travail doit être assurée en permanence et les instructions d'exploitation correspondantes doivent être consignées dans le règlement d'exploitation. Des mesures continues des concentrations de gaz sont nécessaires. On veillera à ce que suffisamment d'oxygène soit à disposition, que les gaz et les polluants atmosphériques soient mesurés en continu et qu'un dispositif d'alarme efficace soit mis en place. Les conditions thermiques et hygrométriques dans les ouvrages souterrains seront réglées de manière appropriée. Des dispositions doivent être prises en amont pour les cas d'incendie ou d'accident et le personnel doit être formé et instruit en conséquence.

4.2 Gestion après fermeture

Il y a lieu de garantir, même après la fin du stockage définitif des déchets et la fermeture de la décharge, que les installations nécessaires fonctionnent en toute sécurité au moins jusqu'à la fin de la phase de gestion après fermeture. Il convient pour ce faire de tenir compte des processus physiques, chimiques et biologiques qui surviennent dans la décharge pendant l'aménagement, l'exploitation et après la fermeture. Pendant toute la phase de gestion après fermeture, le détenteur de la décharge doit contrôler régulièrement et entretenir les installations, et doit également contrôler le cas échéant les eaux du massif, les lixiviats captés et les gaz de décharge, si des contrôles sont requis en vertu des art. 41 ou 53, al. 5, OLED. Ceux-ci seront poursuivis jusqu'à ce qu'il soit certain qu'aucun effet nuisible ou incommode pour l'environnement ne soit à craindre durablement.

5 Bibliographie de base

OFEFP, 1998 : Instructions pour l'application de la protection des eaux souterraines aux ouvrages souterrains. Berne.

OFEFP, 2004 : Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines. L'environnement pratique : Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 141 p.

Dr. von Moos AG, 2017: Errichtung unterirdischer Deponien gemäss VVEA. Entscheidungsgrundlagen (Nr. 11704). Zurich. Rapport non publié, réalisé sur mandat de l'OFEV.

Les normes ci-après peuvent être consultées gratuitement et obtenues contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Sulzerallee 70, 8404 Winterthur, www.snv.ch.

- SIA 196 : Ventilation des chantiers souterrains.
SIA 196:1998. SN 531196:1998. Zurich.
- SIA 197 : Projets de tunnels – Bases générales.
SIA 197:2023 Construction, SN 505197:2023, Zurich.
- SIA 198 : Constructions souterraines – Exécution.
SIA 198:2023 Construction, SN 531198. Zurich.
- SIA 199 : Étude du massif encaissant pour les travaux souterrains.
SIA 199:2015, SN 531199:2015. Zurich.
- SIA 203 : Décharges contrôlées. SIA 203:2016, SN 531203. Zurich.
- SIA 260 : Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses.
SIA 260:2013 Bâtiment, génie civil, SN 505260. Zurich.
- SIA 469 : Conservation des ouvrages. SIA 469:1997, SN 588469. Zurich.

Annexe 1

Liste de contrôle des preuves

La présente liste de contrôle est un outil indicatif qui ne prétend pas à l'exhaustivité. Les éléments de projet peuvent varier en fonction du projet, de l'étendue du site, du projet et de la situation et être évalués de différentes manières.

| Élément de projet | Type de décharge | | | | Principes de base normatifs / juridiques |
|---|------------------|--|--|--|--|
| | | | | | |
| Nature, quantités, propriétés et comportement à long terme des déchets | | | | | SIA 203, OLED |
| Géométrie de l'aménagement final du portail (intégration paysagère, preuve de stabilité globale) | | | | | |
| Fermeture de la décharge | | | | | SIA 203, OLED, SIA 197 ÷ 199, SIA 260 ÷ 267 |
| Concept d'échelonnement | | | | | |
| Cavité souterraine (décharge et accès) | | | | | |
| Géologie, hydrogéologie, stratification | | | | | SIA 199 |
| Stabilité de la cavité | | | | | SIA 197 ÷ 199, SIA 260 ÷ 267 |
| Tassements, déformations | | | | | SIA 197 ÷ 199, SIA 260 ÷ 267 |
| Installations extérieures à la cavité (ouvrage de ventilation, etc.) | | | | | SIA 197 ÷ 199, SIA 260 ÷ 267 |
| Choix de matériaux de construction appropriés | | | | | SIA 260 ÷ 267 |
| Étanchéités (eaux du massif, lixiviats, protection des eaux) | | | | | SIA 203, SIA 272, SIA 197 (points 8.6 et 8.7), OEaux |
| Drainage (captage, bassins de rétention, traitement, évacuation) | | | | | OFEFP, 1998 : Instructions ; SIA 197 |
| Évacuation des lixiviats et des eaux d'exploitation dans | | | | | |
| les égouts publics | | | | | |
| un exutoire | | | | | |
| Centrale de ventilation, système de ventilation | | | | | SUVA, SIA 196 |
| Protection contre les incendies | | | | | SIA 197 ÷ 198, SIA 260 ÷ 267 |
| Dispositifs de surveillance | | | | | |
| Concept d'exploitation | | | | | |
| Durée d'utilisation | | | | | |
| Coûts, rentabilité | | | | | |
| Analyse des risques | | | | | SIA 203, 2.2.5 |
| Concept de conservation (pour la durée de l'exploitation et de la phase de gestion après fermeture) | | | | | SIA 469, SIA 269 |
| Ventilation | | | | | SIA 196 |

x : obligatoire, o : à vérifier, – : pas nécessaire