

**ANNEXE B4 : DEFINITION DU SOL GENERIQUE UTILISE POUR LE
CALCUL DES VALEURS SEUIL POUR LA SANTE
HUMAINE (VS_H) ET DES HORIZONS STANDARDS
UTILISES POUR LES ETUDES DETAILLEES DES RISQUES
POUR LA SANTE HUMAINE (EDR-SH)**



TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| PREAMBULE | 3 |
| B4-1 METHODOLOGIE..... | 3 |
| B4-1.1. DONNEES UTILISEES..... | 3 |
| B4-1.2. SOL GENERIQUE..... | 4 |
| B4-1.1.1. Proposition de 6 sols génériques par Bah et al. (2015)..... | 4 |
| B4-1.1.2. Choix d'un sol générique (ISSeP, 2015)..... | 4 |
| B4-1.3. HORIZONS STANDARDS | 5 |
| B4-1.4. REMBLAI STANDARD | 5 |
| B4-2 PROPRIETES DU SOL GENERIQUE ET DES HORIZONS STANDARDS/REMBLAI | 7 |
| B4-3 SUR QUELLE BASE DEFINIR LE PROFIL DE SOL A UTILISER DANS LE LOGICIEL S-Risk® WAL ? | 8 |
| B4-4 HORIZONS PLUS FAVORABLES A LA MOBILITE DES POLLUANTS QUE LE SOL GENERIQUE | 9 |
| B4-5 REFERENCES | 10 |



PREAMBULE

Le transfert des polluants dans le sol et vers les vecteurs d'exposition de la population dépend notamment des caractéristiques du sol (type de sols et propriétés des sols). Le sol occupe une position centrale dans la régulation des pollutions avec un double rôle d'épuration et de stockage des polluants. Il va pouvoir participer à leur élimination, ou diminuer ou retarder leurs impacts sur les différentes cibles. Les processus auxquels sont soumis les polluants dans les sols (rétention et stabilisation, transformation, phénomènes de transfert, ...) sont non seulement liés au type de polluant considéré mais également à la texture du sol (Barriuso & al., 1996).

Un set d'horizons standards est proposé dans le logiciel S-Risk® WAL. Les paramètres caractérisant ces horizons ont été définis sur base de **données wallonnes**. La méthodologie de définition et les caractéristiques des 8 horizons standards représentant les sols naturels wallons et du remblai standard sont présentées dans cette annexe.

Un sol générique, utilisé pour le calcul des valeurs seuil pour la santé humaine, a également été défini. Il est décrit dans ce document.

B4-1 Méthodologie

B4-1.1. Données utilisées

La base de données AARDEWERK (Van Orshoven & al., 1988 – 1993a et 1993b) contient les propriétés des horizons représentés dans les profils décrits lors de la caractérisation des unités cartographiques de la carte des sols de Belgique entre 1947 et 1991 (FUSAGx & DGARNE, 2006). A partir de cette base de données originale, une nouvelle base de données a été constituée dans le cadre du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW) (Legrain & al., 2005). Elle ne reprend plus que les profils situés sur le territoire de la Wallonie. Elle est régulièrement mise à jour.

Les horizons standards et le sol générique proposés dans le logiciel S-Risk® WAL ont été définis sur base de la dernière version disponible (juillet 2015) de cette base de données. Pour ce faire, seuls les horizons de surface (A1-Ap, soit 0 à 25 cm de profondeur) ont été pris en compte, partant du principe qu'ils sont les premiers impactés lorsqu'une pollution survient à la surface du sol.

Les valeurs de plusieurs des paramètres d'entrée du modèle S-Risk® sont directement disponibles dans la base de données Aardewerk (carbone organique total, teneur en argile, CEC et pH_{KCl}), tandis que les autres (densité, porosité, perméabilité du sol à l'air, ...) sont estimés à partir de fonctions de pédo-transfert (FPT) disponibles dans la littérature, calibrées dans la mesure du possible pour les sols belges, et adaptées au contexte wallon (Bah & al., 2015).

En ce qui concerne le remblai standard, les données utilisées pour le caractériser (teneur en argile, teneur en matière organique et pH_{KCl}) proviennent de mesures réalisées sur 35 sites gérés par la SPAQuE.



B4-1.2. Sol générique

Un seul sol générique est défini pour calculer les valeurs seuil pour la santé humaine (VS_H). Ses caractéristiques sont définies sur base des principaux paramètres pédologiques gouvernant la mobilité des polluants, déterminés par mesure directe et disponibles dans la base de données Aardewerk. Il s'agit du contenu en carbone organique total, de la teneur en argile et du pH_{KCl} . Par principe de précaution, les valeurs retenues pour ces caractéristiques sont choisies de manière à favoriser la mobilité des polluants.

La méthodologie utilisée pour définir les propriétés physico-chimiques de ce sol est résumée ci-dessous et détaillée dans le rapport de Bah & al. (2015) et ISSeP (2015).

B4-1.1.1. Proposition de 6 sols génériques par Bah et al. (2015)

Dans une première étape, Bah & al. (2015) ont proposé un éventail de 6 sols génériques potentiels dont les caractéristiques étaient fixées sur base de l'exploitation des données mesurées sur site et de l'utilisation de fonctions de pédo-transfert pour calculer les paramètres non disponibles. De ces 6 sols génériques potentiels, 3 sont à considérer comme « fictifs » dans la mesure où les valeurs des paramètres qui les caractérisent correspondent à une valeur statistique obtenue à partir d'un ensemble de sols repris dans la base de données Aardewerk et 3 comme des sols réels relativement bien représentés spatialement.

➤ Sols génériques « fictifs »

Les paramètres des 3 sols génériques « **fictifs** » correspondent soit aux percentiles 5, 10 et 25 (P5, P10 et P25), soit aux percentiles 95, 90 et 75 (P95, P90 et P75) des différents paramètres caractérisant les horizons de surface wallons, suivant que le paramètre considéré ne favorise pas ou favorise la mobilité des polluants. Ce choix a été retenu afin de proposer des sols globalement favorables à la mobilité des polluants. Ces 3 sols ont été nommés « FICTIF-P5/P95 », « FICTIF-P10/P90 », « FICTIF-P25/P75 ».

➤ Sols génériques réels

Pour ces 3 horizons de surface de **sols existants**, des horizons réels contenus dans la base de données Aardewerk ont été sélectionnés. Ces derniers présentent une teneur en carbone organique totale, un pH_{KCl} et un contenu en argile les plus proches possibles des percentiles 5, 10 et 25. Les autres paramètres, non mesurés sur site, ont été ajustés à partir de ces 3 données et à l'aide de fonctions de pédo-transfert. Ces 3 sols ont été nommés « REEL-P5 », « REEL-P10 » et « REEL-P25 ».

B4-1.1.2. Choix d'un sol générique (ISSeP, 2015)

La seconde étape qui a permis de ne retenir qu'un seul sol générique parmi les 6 proposés par Bah & al, 2015 a consisté en la réalisation de simulations à l'aide du logiciel d'évaluation des risques S-Risk® (Application 1). Les essais ainsi réalisés ont permis d'évaluer l'impact du choix de l'horizon générique sur les VS_H recalculées.

L'horizon générique choisi au terme des deux études (Bah & al., 2015 et ISSeP, 2015) et utilisé pour le calcul des VS_H est le « **REEL-P10** ». Cet horizon a été choisi car, d'une part, les VS_H estimées sur base de cet horizon sont précautionneuses¹ et, d'autre part, c'est un horizon réel. En effet, il correspond à

¹ Cet horizon est globalement plus favorable à la mobilité des polluants



un horizon qui existe réellement en Wallonie, qui correspond à des caractéristiques pédologiques réellement observées sur le terrain et qui est repris dans la base de données Aardewerk. Il s'agit d'un sol sablo-limoneux léger à drainage favorable et à développement de profil non défini (wPbxc2, sigle pédologique de la CNSW²).

B4-1.3. Horizons standards

Huit horizons standards représentatifs de la Wallonie ont été définis sur base des informations analytiques contenues dans la base de données physico-chimiques des sols « Aardewerk », et en regroupant les données relatives aux horizons de surface par classe texturale³. Ces horizons standards sont utilisés dans le cadre de l'Étude Détaillée des Risques pour la Santé Humaine (EDR-SH). Ils sont intégrés dans le logiciel d'évaluation des risques S-Risk® WAL. L'expert peut ainsi définir un profil de sol spécifique pour le terrain qu'il est amené à étudier en utilisant les horizons standards proposés par défaut. Au stade de l'EDR-SH, il est important de tenir compte des caractéristiques des sols étant donné qu'elles régissent la mobilité des polluants et leur transfert de la source vers la cible via différentes voies de transfert (air, eau, légumes, ...).

La méthodologie utilisée pour définir les 8 horizons standards wallons est détaillée dans le rapport de Bah & al. (2015). Elle est identique à celle utilisée par Cornelis & al. (2014) pour la définition des horizons standards flamands, repris actuellement dans l'outil S-Risk®.

En résumé, elle cherche à valoriser au mieux les informations disponibles pour l'ensemble des horizons contenus dans la base de données Aardewerk, c'est-à-dire l'épaisseur de l'horizon, la granulométrie, la teneur en carbone organique, la CEC⁴, le pH_{H2O}, le pH_{KCl}, Les paramètres non mesurés sur site ont été calculés à l'aide de fonctions de pédo-transfert pour chacun des 6013 horizons de surface sélectionnés. Ensuite, la valeur médiane de la distribution de fréquence de chaque paramètre (mesuré sur site ou calculé par fonction de pédo-transfert) a été définie par classe texturale.

B4-1.4. Remblai standard

Un « **remblai standard** » a également été défini et est intégré dans le logiciel S-Risk® WAL étant donné que la plupart des sites étudiés en Wallonie se trouvent sur des remblais.

Les caractéristiques d'un « remblai standard wallon » ont été proposées par la SPAQuE sur base de données disponibles (environ 5000 données mesurées) sur des remblais observés au droit de 35 sites gérés par SPAQuE (SPAQuE, 2015). Les paramètres mesurés sur site dans les remblais sont la teneur en matières organiques, le pH et la teneur en argile. Les remblais ont été classés en 3 typologies : remblai de construction, sidérurgique et minier.

² Cartographie Numérique des Sols de Wallonie

³ L'unité de base de la légende de la carte des sols de la Belgique est la série de sol. Une série principale de sol comprend les caractéristiques suivantes : la texture (nature du matériau parental), le drainage naturel, le développement de profil (succession des horizons pédologiques) et la nature de la charge caillouteuse pour les sols limono-caillouteux de plus de 15 % en éléments grossiers. La CNSW contient plus de 6000 séries pédologiques. Les principales classes texturales de la carte des sols de la Belgique sont : A : Limon, E : Argile légère, L : limon sableux, P : Limon sableux léger ; U : Argile lourde ; S : Sable limoneux et Z : Sable.

⁴ CEC = Capacité d'Échange Cationique



Le calcul de la médiane des 3 paramètres mesurés a montré peu de variation entre les 3 typologies de remblai. Ainsi, un seul « remblai standard » a été défini : teneur en matières organiques de 7,1%, pH_{KCl} de 7,5 et teneur en argile de 5,8%.

Etant donné que les caractéristiques des remblais peuvent être très différentes, qu'il y a peu de données in situ et peu d'information dans la littérature, les autres paramètres (perméabilité du sol à l'air, porosité, densité apparente, CEC, ...), non mesurés sur site, utilisés pour caractériser le remblai standard sont ceux proposés pour le sol générique.



B4-2 Propriétés du sol générique et des horizons standards/remblai

Les propriétés du sol générique et des horizons standards/remblai wallons sont présentées ci-dessous (Tableau 1). Ces horizons sont repris dans le logiciel S-Risk® WAL.

Tableau 1. Propriétés du sol générique et des horizons standards/remblai wallons

| Horizons standards | Contenu en matière organique ⁵ % | Fraction carbone organique g/g | Densité apparente du sol sec kg/m ³ | Teneur volumétrique en eau m ³ /m ³ | Teneur volumétrique en air m ³ /m ³ | Porosité du sol m ³ /m ³ | Contenu en argile % | CEC méq/100g | pH-KCl - | Teneur en eau dans la frange capillaire m ³ /m ³ | Hauteur de la zone capillaire m | Perméabilité du sol à l'air m ² |
|-------------------------|--|-----------------------------------|---|--|--|---|------------------------|-----------------|-------------|---|------------------------------------|---|
| Sol générique | 2,3 | 0,0133 | 1236 | 0,287 | 0,247 | 0,534 | 9,0 | 11,0 | 3,9 | 0,391 | 1,2 | 1,4 ⁻¹³ |
| Limon (A) | 2,5 | 0,0147 | 1220 | 0,345 | 0,202 | 0,547 | 14,0 | 12,0 | 5,8 | 0,401 | 8,1 | 2,3 ⁻¹⁴ |
| Argile (E) | 4,4 | 0,0254 | 1111 | 0,395 | 0,190 | 0,584 | 24,6 | 19,3 | 5,5 | 0,443 | 3,8 | 2,5 ⁻¹⁴ |
| Limon sableux (L) | 2,8 | 0,0160 | 1127 | 0,341 | 0,243 | 0,584 | 12,0 | 12,9 | 5,4 | 0,415 | 2,3 | 4,8 ⁻¹⁴ |
| Limon sableux léger (P) | 2,2 | 0,0130 | 1239 | 0,283 | 0,254 | 0,537 | 8,0 | 10,4 | 5,1 | 0,389 | 1,2 | 1,4 ⁻¹³ |
| Argile lourde (U) | 6,8 | 0,0398 | 965 | 0,469 | 0,158 | 0,627 | 40,0 | 28,6 | 5,6 | 0,490 | 7,3 | 1,3 ⁻¹⁴ |
| Sable limoneux (S) | 2,8 | 0,0160 | 1303 | 0,253 | 0,262 | 0,514 | 6,0 | 10,9 | 4,4 | 0,376 | 1,0 | 2,2 ⁻¹³ |
| Sable (Z) | 3,3 | 0,0189 | 1266 | 0,209 | 0,319 | 0,528 | 2,0 | 8,3 | 3,4 | 0,365 | 0,8 | 3,8 ⁻¹³ |
| Limon caillouteux (G) | 6,0 | 0,0348 | 948 | 0,401 | 0,243 | 0,644 | 18,1 | 15,3 | 4,3 | 0,452 | 3,4 | 2,7 ⁻¹⁴ |
| Remblai (R) | 7,1 | 0,0412 | 1236 | 0,287 | 0,247 | 0,534 | 5,8 | 11,0 | 7,5 | 0,391 | 1,2 | 1,4 ⁻¹³ |

⁵ Adaptation de Bah & al. (2015) : utilisation de la formule permettant de définir la MO pour les horizons flamands : $MO = 1,72 \times COT$ au lieu de la formule de Bah & al (2015) ($MO = 2 \times COT$) car fonction non modifiable dans S-Risk® actuellement.



B4-3 Sur quelle base définir le profil de sol à utiliser dans le logiciel S-Risk® WAL ?

L'outil qui permettra à l'expert de dresser un profil de sol est le triangle des textures, dont les trois côtés correspondent aux pourcentages de sable, de limon et d'argile. Le triangle des textures utilisé est celui qui a permis de représenter la carte des sols de Wallonie. Il a été simplifié afin que seules les classes texturales proposées par défaut dans le logiciel S-Risk® WAL apparaissent. Cet outil est mis à disposition des bureaux d'études (<https://dps.environnement.wallonie.be/home/sols/sols-pollues/code-wallon-de-bonnes-pratiques--cwbp-/etude-de-risque.html>) sous format Excel.

L'expert détermine le pourcentage d'argile (0 - 2 µm), de limon (2 à 50 µm) et de sable (> 50 µm) composant son échantillon de sol. Ensuite, il encode ces informations dans l'outil Excel. Son échantillon de sol est directement pointé dans le triangle des textures.

Les horizons repris dans le triangle des textures sont :

- Limon (A) ;
- Argile (E) ;
- Limon sableux (L) ;
- Limon sableux léger (P) ;
- Argile lourde (U) ;
- Sable limoneux (S) ;
- Sable (Z).

Un horizon supplémentaire (qui n'apparaît pas dans le triangle textural) est repris dans le logiciel S-Risk® WAL. Il s'agit du limon caillouteux (G). Cet horizon a été ajouté à la liste des horizons standards étant donné qu'il couvre 45% de la superficie totale de la Wallonie (Bah & al., 2015) et qu'il est représenté par des caractéristiques pédologiques différentes des autres horizons (ex : porosité plus importante). L'expert sélectionnera cet horizon si son échantillon de sol contient plus de 15% d'éléments grossiers (soit des particules de diamètre supérieur à 2mm).

Dans le cas de la présence d'un **remblai**, l'expert pourra sélectionner dans le logiciel S-Risk® WAL le « remblai standard » (R) pour réaliser son Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé Humaine. L'expert aura décrit les couches de remblai (caractérisation macroscopique et granulométrique) au stade de l'étude de caractérisation.

La Carte Numérique des Sols de Wallonie (CNSW) permet également à l'expert de sélectionner l'horizon à utiliser dans l'outil S-Risk® en cas d'absence d'analyse de granulométrie ou pour valider la sélection de l'horizon faite par l'expert sur base des analyses de granulométrie.



B4-4 Horizons plus favorables à la mobilité des polluants que le sol générique

Pour rappel, le sol générique est utilisé pour calculer les valeurs seuil pour la santé humaine. Il est caractérisé par des propriétés physico-chimiques favorables à la mobilité des polluants afin de définir des VS_H précautionneuses. Cependant, ces valeurs de screening doivent être soutenables. Le sol générique défini est donc « raisonnablement worst case ». Ainsi, certains horizons seront potentiellement plus favorables à la mobilité des polluants que le sol générique. Les VS_H ne pourront donc pas être utilisées pour ces horizons. Dans ce cas, l'expert devra directement passer à une Evaluation Détaillée des Risques pour la Santé Humaine ou à un assainissement. Ces horizons correspondent à certains limons sableux légers (P), sables limoneux (S) ou sables (Z). La carte localisant les sigles pédologiques de ces horizons est reprise ci-dessous (Figure 1). La carte est également disponible sous format SIG. La liste des sigles pédologiques est fournie à l'Annexe B3bis, sous format Excel.

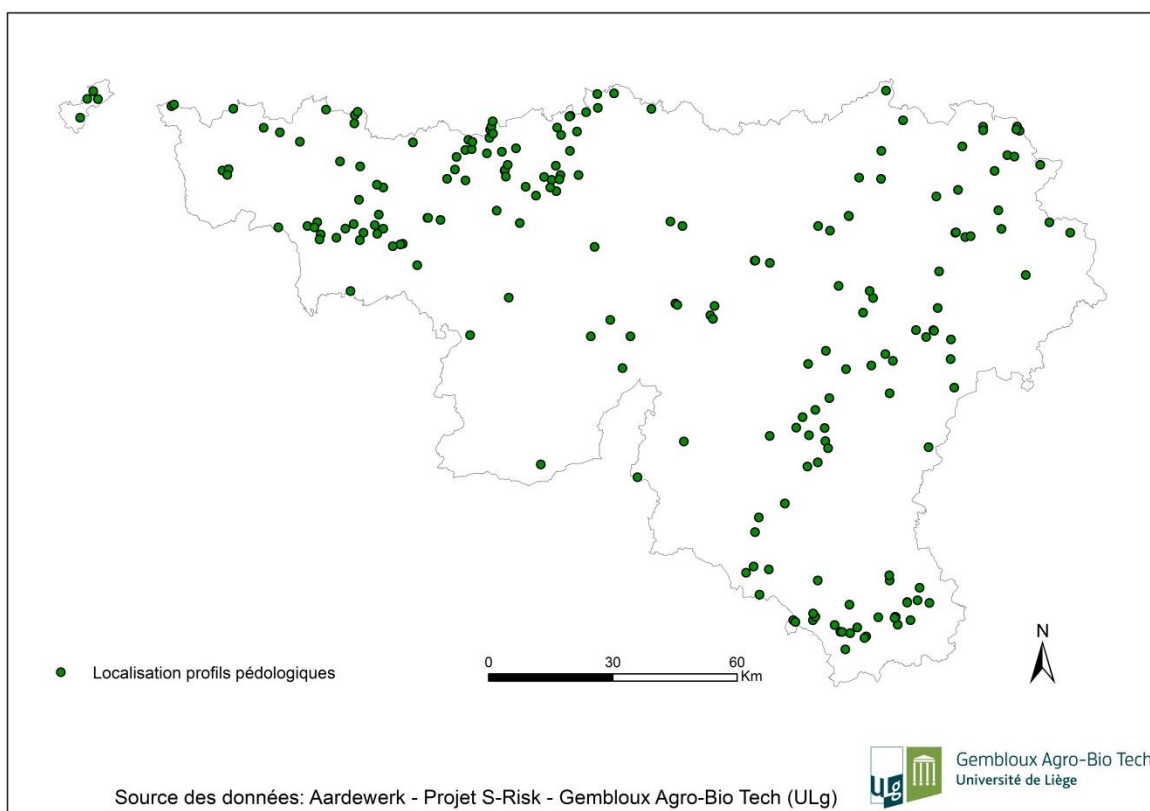


Figure 1. Localisation des profils pédologiques des horizons plus contraignants que le sol générique



B4-5 Références

Bah B., Vandenberghe C., Colinet G. (2015). *Définition de sols standards de Wallonie pour l'outil S-Risk*. Rapport final. Axe Echanges Eau-Sol-Plante, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège. Convention de sous-traitance pour l'ISSeP. 66p.

Barriuso E., Calvet R., Schiavon M. & Soulas G. (1996). Les pesticides et les polluants organiques des sols. Transformations et dissipation. *Etude et Gestion des Sols*, 3. p. 279-296. Disponible sur http://www.afes.fr/afes/egs/EGS_3_4_BARRIUSO.pdf (consulté le 18/08/2016).

Cornelis C., Standaert A. & Willems H. (2014). *S-Risk - Technical guidance document*. Final report. Study accomplished under the authority of OVAM. 2013/MRG/R/76 – rev 0.2. Version 27 February 2014. 174 p.

FUSAGx & D GARNE (2006). Carte Numérique des Sols de Wallonie – CNSW. Réalisée sur base de la Carte des Sols de la Belgique à 1/20.000, levée sous les auspices de l'IRSIA (Institut pour la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture), 1947-1991.

ISSeP (2015). *Proposition d'un horizon générique standard pour le calcul des VS_H*. Rapport n°4222/2015. 29p.

Legrain X., Bock L., Rondeux J., Lejeune P. (2005). *Etude de faisabilité de la phase «révision partielle» du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW) - Evaluation de la base de données AARDEWERK*. Note de la réunion du Comité d'Accompagnement du 14 septembre 2005. Gembloux : Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 36 p.

SPAQuE (2015). *Détermination des caractéristiques des remblais observés sur 35 sites gérés par SPAQuE*. Rapport de Novembre 2015 dans le cadre du GT « Définition des sols/horizons standards wallons ». 18p.

Van Orshoven, J. & Vandenbroucke, D. (1993). *Guide de l'utilisateur de AARDEWERK. Base de données de profils pédologiques*. Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA) - Comité pour le développement d'un système d'informations sur les sols belges (COBIS). Rapport 18B, 46 p.

