

Nansenstrasse 5
CH-8050 Zürich
Tel +41 44 315 10 10
www.friedlipartner.ch
info@friedlipartner.ch

Rapport d'experts sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

SITES ET SOLS POLLUÉS PAR LES DIOXINES AUTOUR DES USINES D'INCINÉRATION DES ORDURES MÉNAGÈRES (UIOM)

Résultats du groupe de travail



Chef de projet : Leonard Zourek

Correspondant : Dr. Martin Hoffmann

N° de projet 22.064.2

Zurich, le 23 mai 2024

TABLE DES MATIÈRES

DOCUMENTS UTILISÉS	4
1 SITUATION DE DÉPART	7
1.1 Contexte	7
1.2 Objectifs du groupe de travail	9
1.3 Bases légales	9
2 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS ET ANALYSE DES DIOXINES CONFORMÉMENT À L'OSOL ET À L'OLED	13
2.1 Prélèvement d'échantillons	13
2.2 Préparation des échantillons	14
2.3 Analyse des PCDD/F	15
3 INVESTIGATION ET ÉVALUATION	17
3.1 Site pollué selon l'art. 32c LPE ou non ?	17
3.2 Enseignements pour la mise en œuvre de l'OSites	19
3.3 Enseignements pour la mise en œuvre de l'OSol et les mesures d'urgence en attendant l'assainissement selon l'OSites	29
4 ASSAINISSEMENT SELON L'OSITES	36
4.1 Méthodes d'assainissement et évaluation légale	36
4.2 Critères d'évaluation	38
4.3 Variantes d'assainissement dans le cas de la région lausannoise	39
5 PERSPECTIVES	41

ANNEXE

Annexe 1	Fiche technique « Recommandations concernant les analyses de dibenzodioxines et dibenzofuranes polychlorés (PCDD/F, « dioxines ») dans les sols ». Office fédéral de l'environnement (OFEV), 14 janvier 2022.
Annexe 2	Liste des questions ouvertes qui doivent être discutées en dehors du groupe de travail

PUBLICATION

Le présent rapport peut être téléchargé sur le site web de l'OFEV. Il n'existe pas de version imprimée.

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Le présent rapport a été rédigé sur mandat de l'OFEV. Le mandataire est seul responsable de son contenu.

Ce rapport résume les bases, les discussions et les décisions du groupe de travail. Il ne reflète pas l'opinion de l'OFEV (mandant), ni celle de FRIEDLIPARTNER AG (auteur du rapport) ou de certains membres du groupe de travail, mais le consensus ou l'état des discussions du groupe de travail.

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

Thomas Barner	ZH
Sébastien Fracheboud	VD
François Füllemann	VD
Jacques Martelain	GE
Thomas Muntwyler	AG
Isabelle Proulx	VD
Martin Schwarz	ZH
Alice Badin	OFEV
Satenig Chadoian	OFEV
Christoph Reusser	OFEV
Christiane Wermeille	OFEV
Leonard Zourek	FRIEDLIPARTNER AG

Invité

Claude Thomas	Ville de Lausanne
---------------	-------------------

SOURCE DES IMAGES

Photo de couverture : <https://www.quartierduvallon.ch/50-ans-de-rejets-polluants-uiom-du-vallon-article-du-24h-du-19-5-2021/>
Icônes : <https://www.flaticon.com/>

DOCUMENTS UTILISÉS

- [1] Ordonnance du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites pollués (Ordonnance sur les sites contaminés, OSites, RS 814.680).
- [2] Modification de l'ordonnance sur les sites contaminés. Consultation du 14 mars 2019 au 21 juin 2019.
https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/dl/proj/6019/13/cons_1/doc_17/fr/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-dl-proj-6019-13-cons_1-doc_17-fr-pdf-a.pdf
- [3] Ordonnance sur les atteintes portées aux sols du 1er juillet 1998 (OSol, RS 814.12).
- [4] Aperçu des mesures de dioxines et furanes (PCDD/F) et autres polluants dans les sols autour des usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) en Suisse. Rapport d'experts FRIEDLIPARTNER AG sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement. *Publication prévue en été 2024.*
- [5] Guide « Détermination des dioxines et furanes polychlorés dans les sols », VU-4810. OFEV, 2001.
- [6] Manuel de prélèvement et de préparation des échantillons pour l'analyse des polluants dans les sols, VU-4814. OFEV, 2003.
- [7] Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (Ordonnance sur les déchets, OLED, RS 814.600).
- [8] Aide à l'exécution « Méthodes de mesure dans le domaine des déchets et des sites contaminés », UV-1715. OFEV, 1ère version mise à jour, 2022.
- [9] Aide à l'exécution de l'OLED, module « Prélèvement de déchets solides », UV-1826. OFEV, 2019.
- [10] Aide à l'exécution « Évaluation des sols en vue de leur valorisation », UV-2112. OFEV, 2021.
- [11] Enquête auprès des cantons - Pratique dans le domaine de la protection chimique des sols. Rapport de l'OFEV, 12 décembre 2021.
- [12] Risikobeurteilung von Bodenschadstoffen in Haus- und Familiengärten gemäss Anhang 3, Ziffer 2 AltIV für die menschliche Gesundheit.. Rapport du SCAHT du 24 janvier 2017.
https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/externe-studien-berichte/risikobeurteilung-von-bodenschadstoffen-in-haus-und-familiengaerten-gemaess-anhang3-ziffer2-altiv-fuer-die-menschliche-gesundheit.pdf.download.pdf/Risikobeurteilung_Stoffe_Boden_AltIV.pdf
- [13] Human Health Risk Assessment of PCDDs, PCDFs and dl-PCBs for remediation of soil for sites in private gardens and allotments in the framework of the Contaminated Sites Ordinance. Rapport du SCAHT du 6 mars 2019. Annexe du rapport [12], à partir de la page 365.
https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/externe-studien-berichte/risikobeurteilung-von-bodenschadstoffen-in-haus-und-familiengaerten-gemaess-anhang3-ziffer2-altiv-fuer-die-menschliche-gesundheit.pdf.download.pdf/Risikobeurteilung_Stoffe_Boden_AltIV.pdf

- [14] Paquet d'ordonnances sur l'environnement printemps 2020. Rapports sur les résultats de la procédure de consultation (14 mars 2019 – 21 juin 2019). OFEV, 12 février 2020.
https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/dl/proj/6019/1_3/cons_1/doc_17/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-dl-proj-6019-13-cons_1-doc_17-de-pdf-a.pdf
- [15] Rapport explicatif relatif à la modification de l'ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (ordonnance sur les sites contaminés) du 14 mars 2019.
https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/dl/proj/6019/1_3/cons_1/doc_6/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-dl-proj-6019-13-cons_1-doc_6-de-pdf-a.pdf
- [16] Contamination des sols aux dioxines/furanes en région lausannoise - Évaluation sanitaire. Rapport d'Unisanté de décembre 2021.
https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_AE432E795D26.P002/REF
- [17] Bericht zur Revision der Prüf- und Sanierungswerte von PCBs und PCDD/Fs in belasteten Böden nach VBBo bzw. AltIV. Rapport Juliane Glüge et Christian Bogdal du 13 avril 2018.
- [18] Aide à l'exécution « Établissement du cadastre des sites pollués », VU-3411-F. OFEV, 2001.
- [19] Expertise sur l'origine d'une pollution des sols à Lausanne. Rapport N°7300, Airmes AG, Novembre 2021.
https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/Dioxines/Rapport_AIRMES_dioxines.pdf
- [20] Identification des sources possibles de pollution par une analyse statistique multivariée des données disponibles. Rapport, eode, version révisée, mars 2023.
https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/Dioxines/Vaud_Stat_Origine_Dioxines_Lausanne_Rapport_eOde_Mars2023.pdf
- [21] Contaminations des sols aux dioxines dans la région lausannoise – exposition de la volaille et résidus dans les denrées alimentaires. Rapport Unisanté, Décembre 2022.
https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/Dioxines/Etude_Unisant%C3%A9_exposition_des_volailles_aux_dioxines.pdf
- [22] Message concernant la modification de la loi sur la protection de l'environnement (bruit, sites contaminés, taxes d'incitation, financement de cours de formation et de formation continue, systèmes d'information et de documentation, droit pénal). Conseil fédéral, version provisoire du 16 décembre 2022.
<https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/74527.pdf>
- [23] Aide à l'exécution « Projets de construction et sites pollués », UV1616-F. OFEV 2016.

- [24] Schmid PP, Gujer E, Zennegg M, Bucheli TD, Desaules A. 2005. Correlation of PCDD/F and PCB concentrations in soil samples from the Swiss soil monitoring network (NABO) to specific parameters of the observation sites. *Chemosphere*. 58(3):227–234. doi:10.1016/j.chemosphere.2004.08.045.
- [25] Rapport projet SIBEPRO (sichere beef - Produktion ou sécurité dans la production de viande bovine). Rapport Agroscope, mars 2009.
https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/publikationen/suchen_jcr_content/par/externalcontent.bitexternalcontent.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2RILUNIL0FqYXgvRW/luemVscHVibGlrYXRpb24vRG93bmvxYWQ_ZWluemVscHVibGlr/YXRpb25JZD0xODE5NQ==.pdf
- [26] Bogdal C, Züst S, Schmid PP, Gyalpo T, Zeberli A, Hungerbühler K, Zennegg M. 2017. Dynamic Transgenerational Fate of Polychlorinated Biphenyls and Dioxins/Furans in Lactating Cows and Their Offspring. *Environ Sci Technol*. 51(18):10536–10545. doi:10.1021/acs.est.7b02968.
- [27] Manuel « Sols pollués, évaluation de la menace et mesures de protection ». VU-4817-F. OFEV, 2005.
- [28] Ordonnance du DFI sur les teneurs maximales en contaminants (OCont, RS 817.022.15).
- [29] Assainissement des sols pollués aux dioxines. Rapport HEPIA du 3 février 2022.
<https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=68780&Load=true>
- [30] Aide à l'exécution « Évaluation des variantes d'assainissement ». UV-1401-F, OFEV, 2014.
- [31] Aide à l'exécution « Besoin, buts et urgence de l'assainissement ». UV-1828-F, OFEV, 2022.

1 SITUATION DE DÉPART

1.1 Contexte

Au printemps 2021, une pollution du sol par des dioxines et furanes polychlorés (PCDD/F, ou « dioxines » dans la suite du texte) a été découverte sur une grande surface en région lausannoise. Plus de 100 échantillons de sol et une modélisation de la topographie et des conditions de vent ont montré que cette pollution était très probablement due à l'exploitation de l'ancienne usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) du Vallon.

Une grande partie des teneurs en dioxines mesurées sont supérieures à la valeur de concentration pour les lieux où des enfants jouent régulièrement de 20 ng OMS₀₅-TEQ¹/kg de sol proposée par le Swiss Center for Applied Human Toxicology (SCAHT) pour la révision de l'OSites prévue en 2019 [1] [2] qui correspond au seuil d'investigation selon l'annexe 2 OSol [3] pour le risque par ingestion (ce dernier étant exprimé en I-TEQ). Certaines valeurs dépassent aussi la valeur d'assainissement selon l'annexe 2 OSol [3] pour les places de jeux et les jardins privés et familiaux (100 ng I-TEQ/kg de sol). Par la suite, le Canton de Vaud a émis des décisions d'interdiction ou de restriction d'utilisation ainsi que des recommandations d'utilisation pour les parcelles analysées, selon leurs teneurs en dioxines (resp. art. 10, 9 et 8 OSol). Ces décisions visaient à prendre les mesures de protection de la population dans l'attente de la mise en œuvre de procédures d'assainissement des sols pollués.

Peu après la découverte de la pollution, le Canton de Vaud a demandé à l'OFEV un soutien dans ce dossier. Diverses questions techniques et juridiques relatives à la préparation et l'analyse d'échantillons de sols pollués par des dioxines ainsi que l'interprétation des résultats ont ainsi été clarifiées. Les principales conclusions ont été transmises aux services cantonaux en janvier 2022 sous la forme d'une fiche technique (cf. annexe 1).

Suite à la contamination des sols par les dioxines dans la région de Lausanne, de nombreux autres Cantons ont lancé des campagnes de mesure autour d'anciennes UIOM ou d'UIOM en activité. L'OFEV va rassembler les résultats de ces campagnes de mesure et les faire évaluer dans un rapport dédié [4].

La contamination par les dioxines en région lausannoise et d'autres contaminations possibles autour d'autres UIOM suisses ont attiré l'attention des médias. Au niveau politique également, plusieurs interventions ont été déposées sur le thème des dioxines et des sols, au niveau fédéral :

¹ TEQ: équivalents toxiques, détails cf. chap. 2.3

21.4225 POSTULAT, CN Gabriela Suter² , 30.09.2021 :

charge le « Conseil fédéral [...] de faire établir, en collaboration avec les Cantons, l'étendue des atteintes à l'environnement qui ont résulté de l'exploitation des usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) au cours des 50 dernières années ». Le rapport doit répondre aux questions concernant les différentes technologies de filtrage, la surveillance des émissions et immissions et les tâches incombant aux autorités.

Le 17 novembre 2021, le Conseil fédéral a proposé d'accepter le postulat.

21.4429 INTERPELLATION, CE Adèle Thorens Goumaz³ , 14.12.2021 :

demande si des sites comparables sont étudiés en Suisse, si et dans quelle mesure le fonds OTAS peut verser des indemnités pour de futurs assainissements, de quelle manière et comment un assainissement des grandes surfaces peut être réalisé en tenant compte de la durabilité et de la proportionnalité et quand la valeur de concentration de 20 ng OMS₀₅-TEQ/kg pour les dioxines et les polychlorobiphényles de type dioxine (dl-PCB), mise en consultation en 2019, entrera en vigueur.

Le Conseil fédéral a répondu le 02.02.2022 que la plupart des Cantons ont réalisé ou lancé des études, que le fonds OTAS ne peut participer à hauteur de 40% qu'aux coûts de défaillance, que les questions relatives à l'évaluation puis à l'assainissement des sites sont traitées par un projet du DETEC et un groupe de travail, et que l'entrée en vigueur de nouvelles valeurs de concentration de l'OSites sera coordonnée avec la révision en cours de la Loi sur la protection de l'environnement (LPE).

21.4519 POSTULAT, CE Adèle Thorens Goumaz⁴ , 16.12.2021 :

charge le Conseil fédéral de présenter un rapport contenant les points suivants : inventaire des sols pollués dans les zones d'habitation et état des connaissances sur les questions de santé, propositions pour une stratégie d'investigation des sols pollués, solutions possibles pour des mesures d'assainissement, y compris le financement, besoins de recherche concernant les solutions techniques nécessaires et propositions d'une stratégie ad hoc pour traiter les éventuelles lacunes.

Le 16.02.2022, le Conseil fédéral a proposé de rejeter le postulat en se référant notamment à la Stratégie sols Suisse⁵, à la révision en cours de la LPE, à l'étude sur la santé en Suisse et à l'adoption du postulat Suter (21.4225, voir ci-dessus).

²<https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20214225>

³<https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20214429>

⁴<https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20214519>

⁵<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/sol/publications-etudes/publications/strategie-sol-suisse.html>

21.4499 INTERPELLATION, CN Fabien Fivaz⁶, 16.12.2021 :

pose diverses questions en rapport avec le danger potentiel que représentent les dioxines pour la population et la manière dont elles peuvent être détectées. Il demande en outre pourquoi les valeurs de concentration de 20 ng OMS₀₅-TEQ/kg pour les dioxines et de 300 mg/kg pour le plomb n'ont pas encore été mises en vigueur.

Le Conseil fédéral a répondu le 16.02.2022 en fournissant diverses explications sur le polluant dioxine. Il a en outre précisé qu'il déciderait au printemps 2022 de la mise en œuvre d'un projet national dans le domaine de la biosurveillance humaine et que, si l'étude était poursuivie, d'autres polluants pourraient être analysés dans les échantillons déjà disponibles. En outre, l'entrée en vigueur des nouvelles valeurs de concentration serait coordonnée avec la révision en cours de la LPE.

1.2 Objectifs du groupe de travail

Le groupe de travail a été créé pour discuter des nombreuses questions qui se sont posées en rapport avec la pollution aux dioxines dans la région lausannoise. La conférence des chefs des services de la protection de l'environnement (CCE) a désigné les membres du groupe de travail en avril 2022 : outre le Canton de Vaud, les Cantons d'Argovie, de Genève et de Zurich étaient représentés dans le groupe de travail.

Le groupe de travail s'est concentré sur la pollution des sols par les PCDD/F dans la région lausannoise. Le présent rapport reflète le consensus ou l'état des discussions au sein du groupe de travail à la fin de l'année 2023.

L'évaluation des données de mesure provenant des Cantons dans le cadre de la réponse au postulat Suter (cf. chap. 1.1) fera l'objet d'un rapport séparé [4].

1.3 Bases légales

L'évaluation de la pollution des sols est effectuée selon les valeurs de concentration de l'ordonnance sur les sites contaminés (OSites) et les valeurs au sens des art. 8 à 10 de l'ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol) ; appelées « valeurs d'intervention » dans la suite du texte.

Selon l'OSol, une valeur inférieure à la valeur indicative ne met pas en danger la fertilité du sol à long terme (valeurs d'intervention OSol cf. Figure 1). En dessous du seuil d'investigation spécifique à l'utilisation, il n'y a pas de danger pour l'utilisation en question. La valeur d'assainissement indique la valeur à partir de laquelle un type d'utilisation ne peut plus être effectué sans risque.

Valeurs d'intervention
OSol

Si la valeur indicative est dépassée ou si, de manière générale, une augmentation de la pollution est constatée ou à supposer, l'OSol prévoit une détermination des causes et un empêchement de l'accroissement de la pollution (art. 8 OSol). Pour les pollutions du sol comprises entre le seuil d'investigation et la valeur d'assainissement, le Canton procède à une évaluation de la menace et, si

Mesures selon l'OSol

⁶<https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20214499>

nécessaire, arrête des restrictions d'utilisation (art. 9, al. 2, OSol). En cas de dépassement de la valeur d'assainissement, le Canton interdit les utilisations concernées (art. 10 OSol). Conformément à l'art. 34, al. 3, LPE et à l'art. 10, al. 2, OSol, l'obligation d'assainissement ne s'applique qu'aux sols dans les « régions où l'aménagement du territoire a attribué les sols à l'horticulture, à l'agriculture ou à la sylviculture ». Pour toutes les autres utilisations, il n'y a pas d'obligation d'assainissement du point de vue de la protection des sols.

Valeurs indicatives, seuils d'investigation et valeurs d'assainissement pour les substances organiques dans les sols

1 Valeurs indicatives, seuils d'investigation et valeurs d'assainissement

11 Valeurs pour les dioxines (PCDD) et les furanes (PCDF)

Valeurs	PCDD/PCDF ¹ (en ng I-TEQ/kg de matière sèche de sol pour les sols jusqu'à 15 % de matière organique et en ng/dm ³ pour les sols au-dessus de 15 % de matière organique)	Profondeur de prélevement (cm)
<i>Valeur indicative</i>	5	0–20
<i>Seuils d'investigation</i>		
Risque par ingestion ²	20	0–5
Cultures alimentaires	20	0–20
Cultures fourragères	20	0–20
<i>Valeurs d'assainissement</i>		
Places de jeux	100	0–5
Jardins privés et familiaux	100	0–20
Agriculture et horticulture	1000	0–20

I-TEQ = équivalents de toxicité

¹ PCDD/PCDF = somme des polychlorodibenzoparadioxines et des polychlorodibenzofuranes

² Risque d'ingestion par voie orale, par voie dermale ou par inhalation

Figure 1: Valeurs d'intervention pour les PCDD/F selon l'annexe 2, ch. 1.1, OSol.

Contrairement à l'OSol, l'OSites ne prévoit pas d'évaluation des risques au cas par cas. Un dépassement d'une valeur de concentration (« valeur K ») de l'annexe 3 déclenche un assainissement dont l'objectif sera de ramener la concentration en-dessous de cette même valeur de concentration. Les pollutions inférieures aux valeurs de concentration sont évaluées selon l'OSol (art. 12, al. 2, OSites). L'OSites s'applique aux sols pollués faisant partie d'un site pollué selon l'OSites, c.à.d. les pollutions causées par des déchets et ayant une étendue limitée. L'annexe 3 OSites définit, au chiffre 1, des valeurs de concentration pour les sites utilisés à des fins agricoles ou horticoles et, au chiffre 2, pour les sites dans les jardins privés et familiaux, sur des places de jeux et d'autres lieux où des enfants jouent régulièrement.

Valeurs d'évaluation OSites

Les valeurs de concentration figurant à l'annexe 3, ch. 2, OSites doivent en principe garantir que l'utilisation concernée ne présente pas de risque selon le scénario d'exposition d'ingestion de terre le plus défavorable mais réaliste (« *realistic worst case* » [13]). Cela permet de garantir à long terme qu'il n'y aura pas de risque, par

Objectif OSites : pas de risque par ingestion

exemple en cas d'une modification ultérieure de l'utilisation du site résultant en une augmentation de la voie d'exposition par ingestion. Lors de la détermination des valeurs de concentration selon l'OSites, l'évaluation du risque est déjà implicite et n'est donc pas effectuée au cas par cas. Une approche comparable est également utilisée pour déterminer les valeurs de concentration selon l'annexe 1 de l'OSites (bien à protéger : eaux souterraines). Un dépassement de la valeur de concentration pour une utilisation donnée entraîne un besoin d'assainissement au sens de la législation sur les sites contaminés. L'objectif d'assainissement est en principe d'éliminer à long terme le dépassement de la valeur de concentration selon l'OSites. A certaines conditions, l'OSites prévoit toutefois de s'écartez de l'objectif d'assainissement, du moins en ce qui concerne les eaux souterraines et les eaux de surface (art. 15 OSites), ce qui donne à l'autorité une certaine marge de manœuvre au cas par cas.

Pour les PCDD/F, il n'existe actuellement aucune valeur de concentration selon l'annexe 3 OSites, raison pour laquelle ces valeurs doivent être définies au cas par cas selon les prescriptions de la législation sur la protection de l'environnement et fixées avec l'accord de l'OFEV.

Le Swiss Centre for Applied Human Toxicology (SCAHT) a déduit une valeur de concentration pour les PCDD/F, y compris les polychlorobiphényles de type dioxines (dl-PCB), pour les jeunes enfants de moins de 3 ans en cas d'ingestion directe quotidienne de sol, conformément à l'annexe 3, chiffre 2, OSites. [13]. La proposition du SCAHT était de 14 ng OMS₀₅-TEQ/kg. Afin de garantir une distance suffisante par rapport au bruit de fond, l'OFEV a proposé sur cette base une valeur de 20 ng OMS₀₅-TEQ/kg et l'a mise en consultation en 2019 dans le cadre d'une révision prévue de l'OSites [14] [15]. Cette révision sera poursuivie après une adaptation de la LPE actuellement en cours.

La valeur de 20 ng OMS₀₅ -TEQ / kg garantit selon les expertises du SCAHT, pour un scénario « *realistic worst case* » (ingestion quotidienne de 250 mg de sol par jour, 365 jours par an, biodisponibilité de 100%, jeune enfant d'un à trois ans), que la dose journalière tolérable («*tolerable daily intake*») de 0,3 pg OMS₀₅ TEQ / kg de poids corporel et par jour ne sera pas dépassée. L'OFEV considère la méthodologie SCAHT comme l'état actuel de la technique.

Pour le cas concret de la région lausannoise, le Canton de Vaud a proposé la valeur de concentration de 20 ng OMS₀₅ -TEQ / kg selon l'annexe 3, chiffre 2, OSites, et l'OFEV l'a approuvée conformément à la procédure de l'annexe 3 OSites. Cette valeur a déjà été appliquée pour un site pollué en Canton du Valais.

Une valeur de concentration fixée au cas par cas selon l'annexe 3 de l'OSites est équivalente à une valeur contenue dans l'annexe 3 de l'OSites. La valeur déterminée au cas par cas n'est juridiquement contraignante que pour un site pollué concret, mais peut également être utilisée pour d'autres cas comparables avec l'accord de l'OFEV (principe de l'égalité de traitement, art. 8 Constitution fédérale), si la situation est la même.

Une valeur K pour les PCDD/F selon l'annexe 3, chiffre 1, OSites (sites à usage agricole ou horticole) doit également être déduite au cas par cas par l'autorité d'exécution et soumise à l'OFEV pour approbation. Le projet RECONSOL (groupe de travail OFEV-Cantons, 2018) a toutefois montré qu'il n'est actuellement pas

Pas de valeur K pour les PCDD/F dans l'OSites

Valeur proposée pour l'annexe 3, chiffre 2, OSites

Établissement des valeurs

Déjà appliquée en VD et VS

Valeur juridique de la valeur fixée au cas par cas

Annexe 3, ch. 1, OSites

possible de déduire une nouvelle valeur de concentration pour les PCDD/F pour les sols utilisés à des fins agricoles ou horticoles (bases scientifiques cf. [17]). Avant de fixer ces valeurs limites, il convient de réfléchir aux futures définitions des seuils d'investigation et valeurs d'assainissement selon l'OSol. Cela devrait se faire en tenant compte du système de valeurs de concentration de l'OSites, afin de garantir la cohérence entre les deux bases légales (OSol et OSites).

Dans l'attente de l'établissement d'une méthodologie permettant de déduire une valeur d'assainissement selon l'OSol et une valeur de concentration selon l'annexe 3, chiffre 1, OSites pour les sols à usage agricole ou horticole, on doit actuellement se baser sur la valeur d'assainissement OSol en vigueur pour l'agriculture et l'horticulture de 1'000 ng I-TEQ/kg et l'utiliser comme valeur K selon l'annexe 3, chiffre 1, OSites. Il faut cependant noter que le groupe de travail n'a pas connaissance d'un cas dans lequel une teneur en PCDD/F de 1'000 ng I-TEQ/kg a été dépassée dans des sols autour d'UIOM. Les valeurs mesurées en région lausannoise ne dépassaient par exemple pas le seuil de 450 ng OMS₀₅-TEQ/kg.

Pratique provisoire

Pour savoir si une pollution du sol doit être traitée comme un « sol pollué » selon l'OSol ou comme un « site pollué » selon l'OSites, la définition du site pollué selon l'art. 2 OSites est déterminante. Selon cet article, les sites pollués sont des « emplacements d'une étendue limitée pollués par des déchets ». En outre, il doit s'agir de l'un des types de sites énumérés de manière exhaustive à l'art. 2, al. 1, OSites (site de stockage définitif, aire d'exploitation ou lieu d'accident).

Site ou sol pollué ?

Dans le cas des pollutions en PCDD/F autour d'une UIOM, le critère de l'étendue limitée est rempli car :

PCDD/F autour de l'UIOM : site pollué

- la pollution a en général une source claire (à démontrer au cas par cas, p.ex. à l'aide de bilans de masse / analyses des profils de congénères [19] ou de méthodes géostatistiques [20]) ;
- les teneurs sont élevées dans la principale zone de déposition des PCDD/F et diminuent normalement avec la distance par rapport à la source ;
- il est possible de délimiter la zone polluée par rapport à des zones non polluées, même s'il s'agit d'une pollution à large échelle.

Finalement, en raison du lien géographique avec une UIOM, il existe une « aire d'exploitation » au sens de l'art. 2, al. 1, let. b, OSites.

Les pollutions diffuses du sol, càd. dont les sources sont autres que celles définies à l'art. 2, al. 1, OSites ne sont en revanche pas traitées selon l'OSites, mais exclusivement selon l'OSol.

2 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS ET ANALYSE DES DIOXINES CONFORMÉMENT À L'OSOL ET À L'OLED

Les bases de l'échantillonnage et de l'analyse des dioxines pour l'estimation de la mise en danger selon l'OSol se fondent essentiellement sur l'annexe 2, OSol ainsi que sur le guide [5] et le manuel [6]. Le prélèvement d'échantillons et l'analyse selon l'OLED [7] se basent essentiellement sur les aides à l'exécution [8] et [9].

Bases légales

Que ce soit pour estimer les risques durant l'utilisation ou le besoin d'assainissement selon l'OSites ou pour évaluer les modes d'élimination, l'analyse des sols se fait selon l'OSol. Si le sol doit être décapé et ne peut ou ne doit pas être valorisé (cf. art. 18 OLED et aide à l'exécution [10]), la question se pose de savoir dans quel type d'installation ou de décharge le sol peut être éliminé. Pour répondre à cette question relevant du droit sur les déchets, les résultats d'analyse suite à une préparation de l'échantillon selon l'OLED sont comparés avec les valeurs limites déterminantes⁷.

Premier pas : analyses
OSol

Il peut toutefois s'avérer disproportionné, par exemple dans le cas des grandes surfaces polluées par les dioxines, d'effectuer systématiquement des analyses supplémentaires selon l'OLED en plus des analyses selon l'OSol pour le stockage définitif de matériaux pollués. Il serait donc judicieux que des simplifications soient possibles dans la mise en œuvre sous certaines conditions. Selon une enquête de l'OFEV [11], de telles simplifications pour d'autres polluants correspondent déjà à la pratique dans une petite moitié des Cantons.

Simplifications

2.1 Prélèvement d'échantillons

L'échantillonnage de sols avec soupçon de pollution est effectué en règle générale par des prélèvements du sol en place sur le terrain. La profondeur d'échantillonnage est de 0 à 5 cm ou de 0 à 20 cm (voire plus profond dans certaines circonstances) pour l'évaluation des risques selon l'OSol et le manuel [6]. Pour l'exemple des jardins potagers dans le contexte lausannois, qui sont régulièrement mélangés par le bêchage, les prélèvements de sols remaniés peuvent aussi être réalisés sur 0-5 cm et être interprétés tant pour l'évaluation des risques par ingestion que pour les cultures alimentaires, ce qui a été fait dans le cas des investigation lausannoises (après vérification que les concentrations étaient équivalentes et en accord avec l'OFEV).

En général :
prélèvement sur le
terrain

⁷ Vu l'absence de valeurs limites pour les PCDD/F dans les sols dans l'OLED, ces valeurs doivent être fixées au cas par cas par l'autorité compétente avec l'accord de l'OFEV (annexe 5, ch. 6.2, OLED).

Si l'objectif est d'évaluer l'obligation de valorisation et, le cas échéant, les possibilités d'élimination selon l'OLED, la profondeur de prélèvement devra permettre un échantillonnage représentatif du matériau à évaluer. Si, par exemple, l'ensemble de l'horizon A doit être décapé dans le cadre d'un projet de construction, l'échantillonnage et les analyses devraient être effectués sur toute l'épaisseur de l'horizon A).

Afin de vérifier le classement selon l'OLED établi sur base du prélèvement sur le terrain ou sur demande de la personne qui accepte le sol décapé, la teneur en polluants peut aussi être déterminée dans des échantillons prélevés dans le tas selon l'OLED et l'aide à l'exécution [9].

Prélèvements dans le tas

2.2 Préparation des échantillons

La principale différence dans la préparation des échantillons réside dans le fait que, selon l'OSol, l'analyse est effectuée sur la fraction < 2mm, alors que selon l'OLED, l'échantillon entier (c'est-à-dire y compris la fraction >2 mm) est broyé et analysé. En ce qui concerne les méthodes d'extraction et de mesure pour l'analyse des dioxines, il n'y a pas de différences entre l'OSol et l'OLED, contrairement au cas des éléments traces métalliques, par exemple.

Différence principale : tamisage

Dans le cadre d'une simplification possible, on pourrait donc obtenir une concentration « équivalent OLED » à partir des résultats d'analyses OSol en considérant les teneurs mesurées selon l'OSol rapportées à la masse du sol auquel la teneur en éléments grossiers (> 2 mm, mesurée par le laboratoire) a été soustraite par tamisage. Cette simplification repose sur l'hypothèse selon laquelle la surface totale disponible pour la sorption des contaminants est beaucoup plus élevée dans la fraction fine que dans la fraction grossière et que les polluants organiques se concentrent essentiellement dans la matière organique elle-même majoritairement présente dans la fraction fine

Conversion OSol-OLED

Ainsi, il serait possible de renoncer à un échantillonnage/une analyse supplémentaire selon l'OLED. L'application de cette conversion n'est pas recommandée pour des valeurs proches des valeurs limites (p. ex. à plus ou moins 20% des valeurs de type U, T et B selon l'OLED de 1, 75 et 150 ng OMS₀₅-TEQ/kg définies pour le Canton de Vaud). Cette conversion n'est pas adaptée pour des sols dont la fraction grossière contient des substances étrangères, ces dernières pouvant être chargées en polluants organiques. Pour les teneurs en humus supérieures à 15%, la validité de la conversion doit être prouvée au cas par cas, car les teneurs en polluants selon l'OSol sont alors indiquées de manière volumétrique. Il est important que même en appliquant la simplification ci-dessus, les directives selon [9] soient respectées. Outre l'autorité, une partie prenante privée (p. ex. une décharge qui accepte le sol) peut également demander un échantillonnage/une analyse supplémentaire du matériau terreux pollué à éliminer conformément à l'OLED.

2.3 Analyse des PCDD/F

Après la préparation des échantillons, il n'est en principe pas fait de distinction entre une analyse selon l'OSol ou l'OLED lors de l'analyse des dioxines en laboratoire. Il faut toujours procéder selon la norme DIN EN 16190 et utiliser l'extraction Soxhlet comme standard (cf. recommandations à l'annexe 1). Le laboratoire doit en outre être certifié selon la norme ISO/IEC 17025. Cela devrait garantir que les laboratoires vérifient leurs méthodes, contrôlent leur validité et participent à des essais inter-laboratoires. D'autres méthodes d'extraction, de purification et de mesure peuvent être utilisées si elles permettent d'obtenir les mêmes performances que la méthode de référence (DIN EN 16190).

Les congénères dont la concentration est inférieure à la limite de quantification sont considérés comme des valeurs nulles, c'est-à-dire qu'ils contribuent pour 0 ng TEQ/kg à la somme pondérée selon les facteurs de toxicité des dioxines et furanes (cf. Tableau 1).

Enfin, il convient de noter que, selon les bases légales actuelles, les résultats doivent être indiqués en I-TEQ pour les questions relatives à l'OSol et en OMS₀₅-TEQ pour les questions relatives à l'OLED et à l'OSites. Les différences entre les valeurs I-TEQ et les valeurs OMS₀₅-TEQ varient en fonction des congénères présents.

En région lausannoise, il peut être estimé que les valeurs en I-TEQ sont généralement 10% inférieures aux valeurs OMS₀₅-TEQ. Par conséquent, afin de simplifier les procédures et la communication pour la gestion de la pollution dans cette région, les autorités vaudoises ont choisi d'utiliser des résultats d'analyses exprimés en OMS₀₅-TEQ même pour les questions relatives à l'OSol.

Même si « des teneurs élevées en dl-PCB ne sont pas à attendre aux alentours d'UIOM », l'OFEV recommande « d'effectuer des analyses ponctuelles de dl-PCB au début des campagnes de mesure afin d'éviter qu'une pollution importante aux dl-PCB ne reste inaperçue » (cf. fiche technique en annexe 1). Dans le cas de la région lausannoise, il a été démontré que les dl-PCB peuvent être considérées comme négligeables.

Tableau 1: I-TEF et OMS₀₅-TEF pour le calcul des TEQ.

Congénère	I-TEF	OMS ₀₅ -TEF
Dioxines		
2,3,7,8-TetraCDD	1	1
1,2,3,7,8-PentaCDD	0.5	1
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0.01	0.01
OctaCDD	0.001	0.0003
Furanes		
2,3,7,8-TetraCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PentaCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PentaCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0.01	0.01
OctaCDF	0.001	0.0003
di-PCB		
PCB 77	-	0.0001
PCB 81	-	0.0003
PCB 105	-	0.00003
PCB 114	-	0.00003
PCB 118	-	0.00003
PCB 123	-	0.00003
PCB 126	-	0.1
PCB 156	-	0.00003
PCB 157	-	0.00003
PCB 167	-	0.00003
PCB 169	-	0.03
PCB 189	-	0.00003

3 INVESTIGATION ET ÉVALUATION

3.1 Site pollué selon l'art. 32c LPE ou non ?

Une fois une pollution du sol par les PCDD/F constatée, se pose la question de savoir laquelle des deux ordonnances (OSol ou OSites) est à appliquer pour évaluer la pollution et, éventuellement, prendre des mesures.

L'aide à l'exécution « établissement du cadastre des sites pollués » [18] fournit des points de repère pour l'identification des sites pollués selon la législation sur les sites contaminés. En raison de l'âge de cette aide à l'exécution, diverses nouveautés juridiques (p. ex. nouvelle annexe 3 OSites) n'y sont pas représentées.

Aide à l'exécution
établissement CASIP
2001

Afin de clarifier l'applicabilité de l'OSites, respectivement de l'OSol, le groupe de travail propose donc deux versions de la figure 4 de l'aide à l'exécution [18] mises à jour et adaptées aux deux cas prévus aux chiffres 1 et 2 de l'annexe 3 OSites (cf. Figure 2 et Figure 3).

Schémas mis à jour

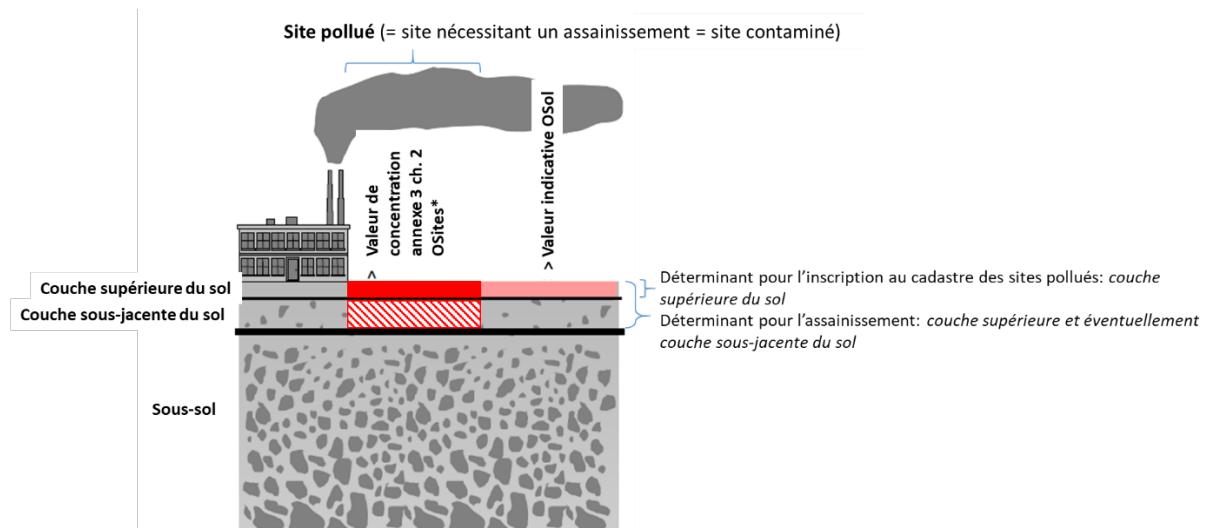


Figure 2: Figure retravaillée, tirée de l'aide à l'exécution [18], pour les surfaces selon l'annexe 3, ch. 2, OSites polluées par les PCDD/F et le cas échéant, dans lequel la valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites est de 20 ng OMS₀₅-TEQ / kg (p. ex. pollution aux PCDD/F en région lausannoise).
*Actuellement, pas de valeur de concentration pour les PCDD/F dans l'annexe 3 OSites. L'autorité doit donc déduire ces valeurs pour chaque cas avec l'accord de l'OFEV.

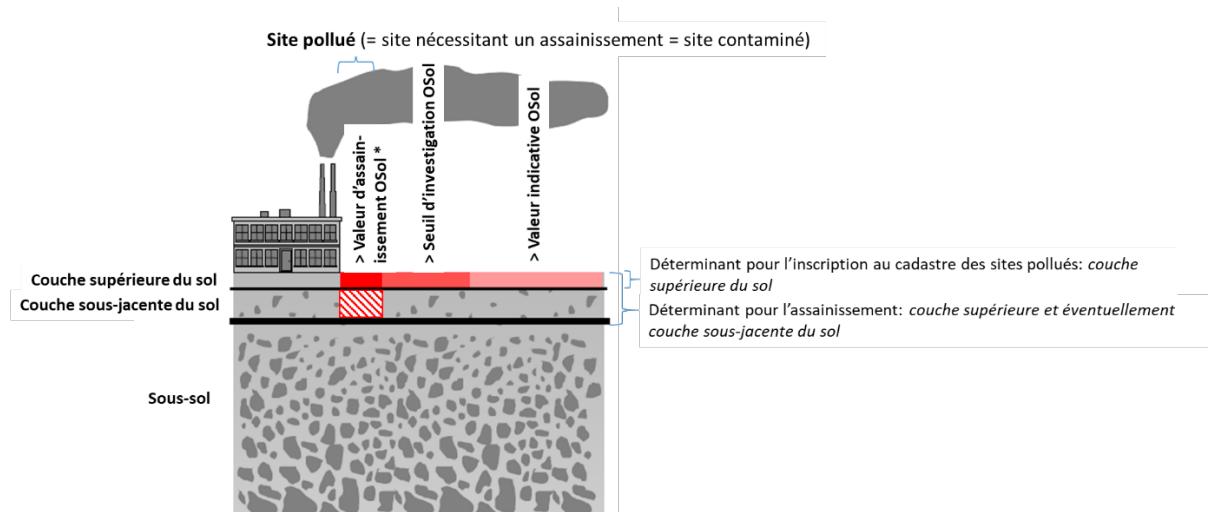


Figure 3: Figure retravaillée, tirée de l'aide à l'exécution [18], pour les PCDD/F, pour les sites à usage agricole ou horticole (annexe 3, ch. 1, OSites)

* faute d'un système approprié pour déterminer une valeur K selon l'annexe 3, ch. 1, OSites, la valeur d'assainissement OSol de 1'000 ng I-TEQ/kg est utilisée.

Il faut noter que l'OSites est une « lex specialis » par rapport à l'OSol^{8,9}. La législation sur les sites contaminés supplante donc l'application des mesures de l'OSol lorsqu'il s'agit d'un site pollué nécessitant un assainissement au sens de l'art. 32c LPE et de l'OSites. Cela ne signifie pourtant pas que les Cantons n'ont pas de possibilité de limiter les risques en attendant les mesures d'assainissement après le constat du besoin d'assainissement en vertu du droit sur les sites contaminés. Pour les mesures qui ne sont pas en contradiction avec l'OSites, l'OSol peut également être appliquée en complément. Cela est notamment indiqué pour les mesures d'urgence pour la protection de l'environnement (art. 24, let. a, OSites ; p. ex. restrictions d'utilisation selon l'OSol jusqu'à la réalisation des mesures d'assainissement). Ces restrictions d'utilisation n'affectent cependant pas le besoin d'assainissement (art. 12, al. 1, OSites).

L'OSites « supplante » l'OSol

Selon la situation rencontrée, un sol pollué par les PCDD/F peut être concerné par l'OSol, l'OSites ou les deux ordonnances en même temps. Pour l'exemple d'un jardin privé avec une contamination du sol entre 20 et 1'000 ng TEQ/kg de PCDD/F, l'utilisation visée à l'annexe 3, ch. 2, OSites (ingestion directe de sol par des enfants qui jouent) est régie par l'OSites puisqu'il s'agit d'une pollution par des déchets d'origine connue (« lex specialis »). La teneur en PCDD/F de ce sol dépasse la valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites et il existe donc un besoin

Relation OSites – OSol sur un même site

⁸ 1C_609/2014 03.08.2015 https://www.bger.ch/ext/eurospider/live/fr/php/aza/http/index.php?highlight_docid=aza%3A%2F%2F03-08-2015-1C_609-2014&lang=fr&type=show_document&zoom=YES&

⁹ 1C_404/2021 24.02.2022 https://www.bger.ch/ext/eurospider/live/fr/php/aza/http/index.php?highlight_docid=aza%3A%2F%2Faza://24-02-2022-1C_404-2021&lang=fr&zoom=&type=show_document

d'assainissement selon la législation sur les sites pollués. L'exécution sur ce site se fera selon la LPE et l'OSites.

Le fait que l'utilisation par les enfants (ingestion directe) est régie selon l'OSites n'empêche pas que d'autres utilisations de ce même sol (p.ex. élevage de poules) soient régies par l'OSol. Dans l'exemple précité, pour ces utilisations autres que par les enfants, des seuils d'investigation OSol sont dépassés, mais pas la valeur d'assainissement OSol pour les utilisations agricoles et horticoles. Il revient aux cantons d'évaluer la menace et, le cas échéant, d'émettre des restrictions d'utilisation (cf. chap. 3.3). L'OSites ne prévoit pas de mesures pour ce type d'utilisations d'un sol dont la pollution inférieure à 1'000 ng I-TEQ/kg de PCDD/F, c.à.d. inférieure à la valeur d'assainissement OSol utilisée comme valeur concentration selon l'annexe 3, ch. 1, OSites (cf. chap.1.3). Ainsi, dans l'exemple précité, l'OSites n'entre pas en application. Ces pollutions sont évaluées selon l'OSol.

3.2 Enseignements pour la mise en œuvre de l'OSites

3.2.1 Quels critères, quelles surfaces ?

Certains critères d'application de la valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites doivent être concrétisés pour la mise en œuvre :

- « **enfants** » : Le groupe de travail renonce à définir un critère d'âge numérique précis ; ceci même si certains Cantons et la Ville de Lausanne souhaiteraient qu'il soit clarifié. Il recommande de se servir des principes suivants : la valeur de concentration du SCAHT a été déterminé pour les enfants entre 1 et 3 ans. Selon la définition du message du Conseil fédéral du 16.12.2022 concernant la modification de la loi sur la protection de l'environnement [22] « sont considérés comme des enfants en bas âge les enfants ayant entre un et trois ans. À cet âge-là, les enfants passent par une « phase orale » durant laquelle ils portent très souvent les objets qui les entourent à leur bouche. Ils avalent ainsi de plus grandes quantités de poussière et de particules du sol que les autres enfants plus âgés. De plus, c'est la tranche d'âge pour laquelle on dispose de la plupart des données toxicologiques et sur laquelle repose la définition des valeurs d'assainissement *[Remarque de l'auteur : il s'agit des valeurs de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites]*»
Le groupe de travail recommande toutefois d'adopter une interprétation plus large et d'appliquer cette valeur aux surfaces utilisées par des enfants un peu plus âgés : la voie d'absorption (contacts main-bouche) sur laquelle se base la détermination de la valeur de concentration par le SCAHT peut également être pertinente pour des enfants un peu plus âgés. En outre, il faut veiller à ce que les jeunes enfants puissent également jouer (régulièrement) sur des surfaces prévues pour des enfants plus âgés (p. ex. terrains de jeu près des écoles).
- « **régulièrement** » : le groupe de travail renonce à définir un critère numérique précis pour la fréquence d'utilisation à partir duquel il y aurait une utilisation régulière, même si la Ville de Lausanne et le Canton de Vaud le souhaitaient. Cette question doit éventuellement être discutée plus en détail dans un autre cadre. Par ailleurs, les Cantons sont chargés d'évaluer les situations au cas par cas, en prenant en compte les principes de précaution et de proportionnalité

au but visé. Selon la définition du message du CF du 16.12.2022 concernant la modification de la loi sur la protection de l'environnement [22] « jouer régulièrement » signifie que « les mêmes enfants passent du temps plusieurs fois par semaine à jouer par terre sur la surface concernée et avalent chaque jour 0,25 g de terre. La fréquence quotidienne est plutôt élevée au regard des mois d'hiver en Suisse. Dans le même temps, le taux d'absorption calculé est plutôt bas. En effet, l'expérience montre que dans une seule phase de jeu, un enfant peut parfois avaler jusqu'à 2 g de terre, ce qui correspond selon les hypothèses du modèle à la charge d'une semaine entière ».

Lors de l'évaluation des surfaces à prendre en compte selon l'annexe 3, ch. 2, OSites, il est important qu'elles soient évaluées sur la base de leur utilisation effective et « possible » conformément à la zone et non sur la seule base de l'utilisation prévue par l'aménagement du territoire. Ainsi, partant du principe que dans des jardins privés, les jeunes enfants devraient en principe pouvoir jouer, il est recommandé de les considérer comme surfaces selon l'annexe 3, ch. 2, OSites, indépendamment du fait que des enfants y jouent ou non actuellement (cf. Figure 4). Un assainissement de ces surfaces permet aussi d'éviter qu'un besoin d'assainissement n'apparaisse qu'ultérieurement (p.ex. en cas de changement de locataire), ce qui serait très difficile à suivre par l'autorité compétente. L'utilisation actuelle peut toutefois être prise en compte dans le cadre de l'évaluation de l'urgence et de la priorisation des assainissements (p.ex. les jardins des bâtiments où vivent des familles avec des enfants en bas âge peuvent être assainis en priorité).

Évaluation sur la base de l'usage

En outre, il faut éviter les délimitations trop petites, comme par exemple la mise à l'écart d'une surface avec des buissons à l'intérieur d'un jardin privé. Même si aucun enfant ne joue actuellement sur cette surface, il est tout à fait possible de le faire après défrichement des buissons. Dans l'optique de l'efficacité à long terme de mesures d'assainissement, il est donc préférable, dans la mesure du possible, d'inscrire l'ensemble de la surface du jardin au cadastre des sites pollués (du moins la partie qui pourrait être réutilisée par des enfants pour jouer sans travaux importants).

Éviter les démarcations trop détaillées



Figure 4: pour les jardins privés, l'entièreté du sol du jardin dépassant la valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites proposée de 20 ng OMS₀₅-TEQ/kg de PCCD/F devrait être considéré comme une surface selon l'annexe 3, ch. 2, OSites, même s'il n'y a pas d'enfants qui y jouent régulièrement dans la situation *actuelle*.

Le groupe de travail recommande de suivre les principes suivants lors de l'identification des surfaces avec sol selon l'annexe 3, ch. 2, OSites :

Principes pour l'identification des surfaces

- si une surface présente un usage sensible, le besoin d'assainissement est à évaluer *indépendamment de l'affectation* (p.ex. des places de jeu en zone industrielle sont à évaluer comme d'autres places de jeu). Ce principe s'applique d'ailleurs généralement à tous les sites pollués, pas seulement aux surfaces selon l'annexe 3, ch. 2, OSites.
- les utilisations dans des endroits où le sol n'est pas accessible pour l'ingestion directe ne doivent pas être évaluées comme des surfaces selon l'annexe 3, ch. 2, OSites (p. ex. les places de jeux avec une couverture dense et durable).
- pour chaque modification (construction ou utilisation), il convient de procéder à une nouvelle évaluation de la situation relativement à l'annexe 3, ch. 2, OSites.

Afin d'avoir un aperçu concret des surfaces concernées par ces principes, le groupe de travail a discuté de la pertinence comme surfaces selon l'annexe 3, ch. 2, OSites **des sols** des surfaces suivantes (liste non exhaustive) :

Surface	Surface selon l'annexe 3, chiffre 2, OSites ?	Justification / remarques
	Est-il établi ou très probable que de jeunes enfants y jouent régulièrement ?	
Habitation		
Jardins privés, alentours de bâtiments habités, y.c. les potagers	Oui *	Directement de l'annexe 3, ch. 2, OSites ; il faut s'attendre à la présence régulière de jeunes enfants.
Sols sur lesquels jouent des enfants (p.ex. surfaces vertes), attenantes à des zones habitées	Oui *	Utilisation similaire à celle des alentours de bâtiments habités.
Accueil d'enfants		
Alentours de structures d'accueil pour enfants (jardin d'enfants, crèches, groupes de jeux pour enfants, maisons de quartier et autres bâtiments accueillant des enfants, incl. surfaces attenantes, y.c. si en forêt)	Oui *	Directement de l'annexe 3, ch. 2, OSites ; beaucoup de jeunes enfants concernés.
Écoles	Au cas par cas	À considérer si des jeunes enfants y jouent régulièrement
Loisirs		
Places de jeu (y compris en forêt etc.)	Oui *	Directement de l'annexe 3, ch. 2, OSites ; beaucoup de jeunes enfants concernés.
Jardins ouvriers, jardins communautaires, <i>urban gardening</i> (plantages urbains)	Oui *	Directement de l'annexe 3, ch. 2, OSites ; il faut s'attendre à la présence régulière de jeunes enfants.

Piscines	Au cas par cas	À considérer si des jeunes enfants y jouent régulièrement
Places de camping	Au cas par cas	À considérer si des jeunes enfants y jouent régulièrement. La couverture végétale du sol est souvent incomplète.
Parcs	Au cas par cas	A considérer si les jeunes enfants y jouent régulièrement (sur base de l'aménagement et des installations comme des bancs, jeux, tables pour pic-nic)
Terrains de sport	Au cas par cas	À considérer si des jeunes enfants y jouent régulièrement
Autres surfaces		
Autres surfaces sur lesquelles les jeunes enfants jouent régulièrement	Oui*	Directement de l'annexe 3, ch. 2, OSites
Sites industriels et commerciaux	Non *	En général, pas de présence régulière de jeunes enfants
Berges de cours d'eau sans fonction récréative	Non *	En général, pas de présence régulière de jeunes enfants
Alentours de surfaces attenantes au trafic (sols aux alentours de places de parc, aires d'autoroute, gares), fosses de plantation	Non *	En général, pas de présence régulière de jeunes enfants
Forêt (hormis utilisation spécifique pour les enfants, comme les aires de pic-nic ou places de jeu)	Non *	En général, pas de présence régulière de jeunes enfants
Surfaces agricoles	Non *	En général, pas de présence régulière de jeunes enfants

*Dérogation justifiée possible au cas par cas, par exemple pour les cas bagatelles.

3.2.2 Gestion du cadastre des sites pollués (CASIP)

Pour les sites pollués selon l'OSites en raison d'une contamination des sols par voie aérienne, selon l'aide à l'exécution [18] et la pratique des dernières années, seules les surfaces dont les concentrations dépassent la valeur de concentration (selon l'annexe 3, ch. 1 ou 2, OSites) pour l'utilisation actuelle doivent être inscrites au CASIP (cf. chap. 1.3. et 3.1, Figure 2 et Figure 3).

Pratique selon l'aide à l'exécution [18]

Au cours des discussions du groupe de travail, l'idée d'une procédure alternative allant au-delà de l'aide à l'exécution [18] a été discutée. Elle pourrait consister à également inscrire au cadastre les sols pollués qui ne sont pas des surfaces selon l'annexe 3 ch. 1 ou 2 OSites et/ou dont les concentrations en PCDD/F sont inférieures à la valeur de concentration correspondante.

Procédure alternative

A la demande du groupe de travail et dans un but d'exhaustivité, cette démarche alternative a été discutée et est brièvement esquissée ci-dessous, en plus de la procédure actuelle basée sur l'aide à l'exécution, avec les avantages et les inconvénients correspondants.

En principe, l'ensemble de la surface de sol polluée par voie aérienne doit être considérée comme *un* grand site d'exploitation, car elle a la même source et le même historique de pollution, c.à.d. que les nombreuses surfaces inscrites au cadastre, coïncidant parfois avec les parcelles, devraient appartenir au même site d'exploitation.

Pratique actuelle selon l'aide à l'exécution [18]

En procédant comme indiqué dans l'aide à l'exécution [18], ce qui correspond à la pratique courante pour des cas comparables^{10, 11, 12, 13} jusqu'à présent, le périmètre nécessitant un assainissement au sens de la législation sur les sites contaminés est d'abord identifié par des campagnes d'analyses, sans que les surfaces potentiellement polluées ne soient préalablement inscrites au CASIP. Après la campagne d'analyses, les surfaces avec des sols avec dépassement d'une valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 1 ou 2, OSites et utilisation correspondante

Investigation, puis inscription au CASIP si nécessaire

¹⁰ Bodenbelastungsgebiet Dornach SO:

<https://so.ch/verwaltung/bau-und-justizdepartement/amt-fuer-umwelt/boden-untergrund-geologie/boden/bodenbelastungsgebiete/bodenbelastungsgebiet-dornach/>

¹¹ Pollution des sols Reconvilier/Loveresse BE:

<https://www.bvd.be.ch/fr/start/themen/umwelt/belastete-standorte---allasten/reconvilier---pollution-des-sols.html>

¹² Pollution au mercure Luxram AG, Goldau SZ:

https://www.sz.ch/public/upload/assets/31562/Luxram_Plan.pdf?fp=1510730062350 et
https://www.sz.ch/public/upload/assets/60863/USB-Tagung%201_2022_Luxram.pdf?fp=1

¹³ Pollution au mercure entre Visp et Raron VS :

https://sitonline.vs.ch/environnement/sites_pollues/de/#/?locale=de&E=870787&N=5827532&scale=72224&wkid=102100&layers=World_Hillshade_3689,t,0,3;VectorTile_6451,t,1;VectorTile_2864,t,1;Communes_8487,t,1;MO_4064,t,1;sites_pollues_surface_7123,t,1;sites_pollues_surface_886,0,t,0,74;sites_pollues_7292,t,1;18a081e9f53-layer-15,t,1

(voir chap. 3.1) sont inscrits au CASIP comme « nécessitant un assainissement », s'ils ne sont pas assainis immédiatement. Après l'assainissement, l'inscription au cadastre est adaptée, c'est-à-dire que les surfaces sont radiées du CASIP.

Cette approche présente deux avantages principaux : elle se fonde sur l'aide à l'exécution [18] et son objectif (le CASIP ne doit pas recenser toutes les pollutions du sol causées par voie aérienne, mais les pollutions prioritaires où des mesures sont nécessaires) et reflète la pratique courante. En renonçant à inscrire de nombreuses parcelles « nécessitant une investigation » (dont une partie devra être supprimée après l'investigation en raison d'une absence de pollution), la charge de travail de l'autorité compétente est réduite (décision d'inscription au cadastre, recours, radiation etc.). De plus, les ressources limitées dans les Cantons sont attribuées aux mesures concrètes (investigations et assainissements si nécessaire) plutôt qu'à des procédures administratives sans réelle plus-value.

La charge administrative entraînée par cette procédure est surtout liée au fait que les propriétaires des sites concernés par des mesures d'investigation doivent être informés au préalable et, le cas échéant, obligés de tolérer ces mesures.

Les sols pollués qui ne présentent pas d'utilisation au sens de l'annexe 3, ch. 1 ou 2, OSites et/ou dont la pollution ne dépasse pas la valeur de concentration correspondante ne sont pas inscrits au CASIP et l'information sur ces surfaces n'est donc pas accessible au public.

CASIP ne contient pas tous les sols pollués connus

Les Cantons sont libres de mettre en place d'autres outils que le CASIP, basé sur l'OSites, pour conserver les informations sur les sols pollués et assurer le flux d'informations vers les parties concernées (p. ex. les autorités cantonales et communales concernées ainsi que les propriétaires et maîtres d'ouvrage en cas de changement d'affectation ou de projet de construction). Toutefois, il manque encore fondamentalement une base légale pour rendre ces informations publiques et officielles et répondre ainsi par exemple au devoir d'information et de prévention contre la dissémination des sols pollués par les chantiers. Les expériences faites lors des débuts du CASIP montrent que le manque d'information accessible au public peut poser des problèmes, notamment lors des transactions foncières et des procédures de construction.

Autres outils pour les informations sur les sols

Il convient de noter que l'art. 3 OSites s'applique également aux projets de construction lorsqu'une pollution n'est pas inscrite au CASIP. Si après le projet de construction le sol doit être utilisé au sens de l'annexe 3, ch. 1 ou 2, OSites et que les valeurs de concentration correspondantes seraient dépassées, il en résulterait à un certain moment un site pollué nécessitant un assainissement (cf. chap. 3.2.3, Figure 5). En vertu de l'art. 3 OSites, l'autorité devrait en tenir compte avant même l'octroi du permis de construire et ordonner les mesures préventives correspondantes (généralement la décontamination). Il convient d'assurer un bon flux d'informations entre les autorités cantonales et communales afin que l'application de l'art. 3 OSites ne soit pas oubliée pour les pollutions des sols non inscrites au CASIP et donc pas visibles au public lors de la procédure d'autorisation.

L'art. 3 OSites s'applique même sans inscription au CASIP

La prescription de telles mesures préventives selon l'art. 3 OSites pourrait toutefois soulever la question, du côté du maître d'ouvrage, de savoir pourquoi la pollution n'a pas été inscrite dans le CASIP (en particulier lorsque le site a été acquis récemment et que l'acheteur n'a pas été informé de la pollution). Selon la pratique

actuelle, les transferts de propriété s'appuient souvent sur le CASIP, qui fait également partie du cadastre des restrictions de droit public à la propriété foncière (RDPPF), ce qui n'est pas le cas d'autres cartes (p. ex. les cartes indicatives de la pollution des sols établies au niveau cantonal). Le RDPPF est le système d'information officiel pour les principales restrictions de droit public à la propriété foncière.

Il convient d'ajouter ici qu'un modèle minimal de géodonnées doit être établi par l'OFEV pour les restrictions et interdictions d'utilisation au sens de l'OSol (ID 199 selon l'annexe 1 de l'ordonnance sur la géoinformation (OGéo), RS 510.620), mais qu'il n'est pas prévu que ces informations soient saisies dans le RDPPF.

Esquisse d'une procédure alternative

Le groupe de travail a également discuté de procédures alternatives qui iraient au-delà de la procédure décrite dans l'aide à l'exécution [16] (voir ci-dessus). Une telle procédure n'a pas été appliquée jusqu'à présent, selon l'état des connaissances du groupe de travail.

Contrairement à la pratique habituelle, les sols pollués par voie aérienne qui ne nécessitent pas d'assainissement au sens de l'OSites seraient également inscrits au CASIP : il s'agirait des sols qui ne sont pas des surfaces au sens de l'annexe 3 OSites et/ou qui présentent des pollutions comprises entre la valeur indicative ou le seuil d'investigation OSol et la valeur de concentration OSites. Il serait aussi possible d'inclure des sols dans le CASIP avant une investigation s'ils présentaient au moins une forte probabilité de pollution.

Plus de surfaces inscrites au CASIP

Plusieurs (sous-)variantes seraient envisageables, mais aucun consensus n'a été trouvé au sein du groupe de travail pour savoir si une variante (et si oui, laquelle) ferait ses preuves dans la pratique.

L'un des objectifs d'une telle procédure par rapport à la pratique actuelle selon l'aide à l'exécution [16] serait que les surfaces dépassant la valeur K qui, dans l'état actuel, ne déclenchent pas de besoin d'assainissement (faute d'utilisation selon l'annexe 3, ch. 2, OSites), seraient inscrites au CASIP. Il convient toutefois de noter que cette inscription aussi ne couvrirait qu'une partie de la pollution du sol. Même avec cette variante, d'autres instruments que le CASIP seraient nécessaires pour la mise en œuvre du droit de la protection des sols (par exemple une carte indicative des atteintes aux sols, prévue dans le projet de révision de l'OSol). En outre, il ne devrait pas en résulter l'impression que toutes les surfaces qui ne sont pas mentionnées dans le CASIP soient exemptes de pollutions.

Objectif : information plus complète sur les sols pollués

Un inconvénient important de cette procédure pourrait en outre résider dans l'effort important que représente l'inscription d'un site de grande surface nécessitant une investigation, qui touche potentiellement des milliers de parcelles. A cela s'ajoute la crainte que cette pratique ne résiste pas devant un tribunal (p.ex. lors d'un éventuel recours d'un·e propriétaire concerné·e contre l'inscription au CASIP), car elle s'écarte de l'aide à l'exécution [18] et de la pratique en vigueur depuis plus de 20 ans.

Inconvénients

Pour ces raisons, l'OFEV recommande clairement de procéder conformément à l'aide à l'exécution [18] et donc à la pratique actuelle.

3.2.3 Application de l'art. 3 OSites

Selon l'art. 3 OSites, les sites pollués ne peuvent être modifiés par la construction ou la modification de bâtiments et d'installations qu'à certaines conditions : s'ils ne nécessitent pas d'assainissement, le projet (mesure constructive ou changement d'affectation) ne doit pas engendrer de besoin d'assainissement des sites (art. 3, let. a, OSites). S'ils nécessitent un assainissement, leur assainissement ultérieur ne doit pas être entravé de manière considérable par le projet ou ils doivent être assainis au plus tard en même temps que le projet (art. 3, let. b, OSites).

Art. 3, let. a, OSites

Selon l'art. 3, let. a, OSites, les constructions ou installations ne peuvent être modifiées que si cela n'entraîne pas de besoin d'assainissement (voir exemple dans la Figure 5). Le maître d'ouvrage doit prendre en charge tous les coûts des mesures préventives nécessaires pour éviter un besoin d'assainissement selon l'OSites (cf. également l'aide à l'exécution [23]). La zone actuelle d'affectation et une éventuelle adaptation de celle-ci dans le cadre du projet ne jouent aucun rôle à cet égard. Le seul élément décisif est de savoir si le projet déclencherait ou non un besoin d'assainissement.

Non seulement les projets de construction, mais aussi les simples changements d'utilisation (avec ou sans adaptation de la zone d'affectation) doivent être examinés selon l'art. 3 OSites et nécessitent, le cas échéant, des mesures préventives correspondantes. La pratique de mise en œuvre de la législation sur les sites contaminés ainsi que les arrêts rendus jusqu'à présent par le Tribunal fédéral soutiennent cette pratique¹⁴ ¹⁵.

L'art. 3 OSites touche aussi les changements d'utilisation

Le groupe de travail a également évalué si la loi sur l'aménagement du territoire (ou, en partie, les réglementations cantonales) définit essentiellement les conditions dans lesquelles un projet de construction peut ou non être réalisé, dans le sens où un maître d'ouvrage pourrait en principe construire dans une zone à bâtir, sans toutefois devoir supporter les coûts pour éviter un besoin d'assainissement selon l'art. 3, let. a, OSites. L'OFEV répond clairement par la négative, en se référant à la pratique et à la jurisprudence existante (notamment celle du Tribunal fédéral, concernant l'art. 3 OSites, cf. décisions précitées).

Rôle de la zone d'affectation

¹⁴ 1C_366/2015 04.07.2016 ..

https://www.bqer.ch/ext/eurospider/live/de/php/aza/http/index.php?lang=de&type=highlight_simple_query&page=1&from_date=&to_date=&sort=relevance&insertion_date=&top_subcollection_aza=all&query_words=1C_366%2F2015+&rank=1&azaclir=aza&highlight_docid=aza%3A%2F%2F04-07-2016-1C_366-2015&number_of_ranks=2

Extrait . E 3.2 «En vertu de l'art. 32d, al. 1, LPE, la commune (peut) éventuellement se voir imputer les frais d'investigation et de surveillance, mais pas les frais de décontamination, **si le site pollué ne nécessitait pas d'assainissement dans son état initial, c'est-à-dire si la mesure n'a été rendue nécessaire qu'en raison du projet de crue et de revitalisation «Linth 2000».** (souligné par Satenig Chadoian, OFEV)

¹⁵ A-5057/2013 - 2014-07-02 ..

https://entscheide.weblaw.ch/cache.php?link=02-07-2014-a-5057-2013&sel_lang=de

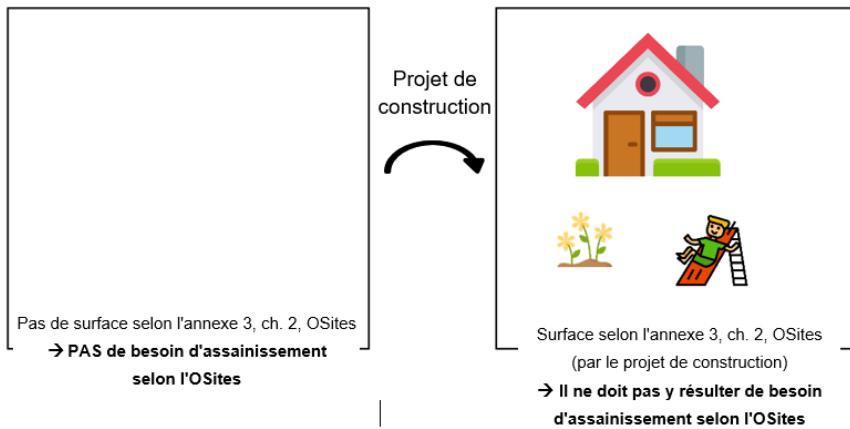


Figure 5: Avant le projet de construction (à gauche) : il y a une pollution des sols supérieure à la valeur K selon l'annexe 3, ch. 2, OSites, mais **pas d'utilisation** selon l'annexe 3, ch. 2, OSites (p. ex. prairie ou forêt) et donc pas de site nécessitant un assainissement. Le projet de construction entraînerait toutefois un besoin d'assainissement (p. ex. maison avec jardin privé, à droite). Dans cette situation, les coûts des mesures préventives nécessaires (pour qu'il n'y ait pas de besoin d'assainissement : p. ex. décontamination) seraient à la charge du maître d'ouvrage et ne pourraient être répartis selon l'art. 32d LPE.

Art. 3, let. b, OSites

Si un besoin d'assainissement selon la législation sur les sites contaminés existait déjà avant le projet ou le changement d'affectation (cf. Figure 6), on se trouve dans un cas selon l'art. 3, **let. b**, OSites. Un assainissement ultérieur ne doit pas être entravé ou rendu impossible par le projet de construction. Dans cet exemple, il faut partir du principe que le projet de construction entraverait de manière considérable un assainissement ultérieur du site. L'assainissement selon la législation sur les sites contaminés devrait donc être effectué si possible avant ou au plus tard en même temps que le projet de construction.

Il s'agit ici d'un assainissement selon l'OSites et la répartition des coûts se fait selon le droit des sites contaminés conformément à l'art. 32d LPE et à l'art. 17, let. d, OSites, car le besoin d'assainissement n'a pas été déclenché par le projet de construction.

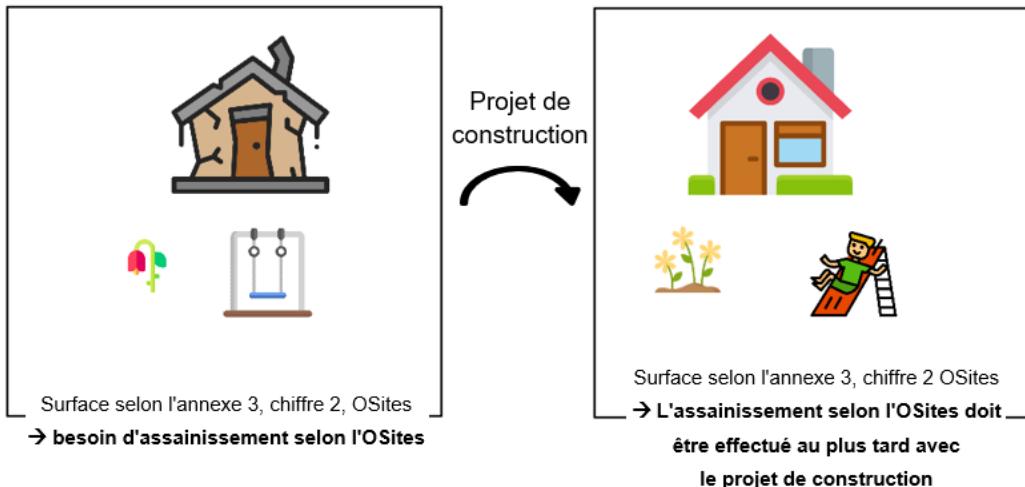


Figure 6: Exemple d'un cas selon l'art. 3, let. b, OSites : rénovation/remplacement d'une maison déjà existante avec jardin privé.
côté gauche : il y a une pollution supérieure à la valeur de concentration ainsi qu'une utilisation selon l'annexe 3, ch. 2 OSites. Il s'agit donc, avant même le projet de construction, d'un site pollué nécessitant un assainissement au sens de l'art. 2, ch. 2, OSites.
côté droit : l'assainissement du site devrait avoir lieu au plus tard en même temps que le projet de construction (art. 3, let. b, OSites). La répartition des coûts se fait selon art. 32d LPE/art. 17, let. d, OSites.

3.3 Enseignements pour la mise en œuvre de l'OSol et les mesures d'urgence en attendant l'assainissement selon l'OSites

Les Cantons de Vaud et de Zurich ont présenté au groupe de travail quelques mesures prises en lien avec l'application de l'OSol pour leurs cas concrets qui sont synthétisées ci-dessous.

Exemples des Cantons VD et ZH

Après l'identification du problème de la pollution des sols aux dioxines en région lausannoise, le Canton de Vaud a mené des campagnes d'analyses de sols¹⁶ afin de délimiter le périmètre de pollution. La pollution en région lausannoise s'étend sur un très large périmètre, soit sur une surface de 23 km² (zone > 5 ng OMS₀₅-TEQ/kg selon les modélisations).

Identification de l'étendue de la pollution

En l'absence de données pour l'évaluation de la menace concrète et en raison de l'ampleur sans précédent de ce type de pollution, le Canton de Vaud a mandaté Unisanté, le Centre universitaire de médecine générale et de la santé publique à Lausanne, pour évaluer les risques sanitaires pour la population. Il a été établi que les principaux risques sanitaires en région lausannoise sont liés à l'ingestion directe de terre et à l'ingestion de denrées alimentaires cultivées ou issues d'animaux élevés sur ces sols pollués. Des modèles de calcul de risque ont été développés pour évaluer et gérer les risques selon ces scénarios d'exposition (chap. 3.3.1 et

Travaux Unisanté

¹⁶ Pour un aperçu de toutes les mesures prises par le Canton de Vaud en rapport avec la contamination par les dioxines, voir : <https://www.vd.ch/sols-dioxine>

3.3.2) permettant de combler le manque d'information pour l'évaluation de la menace selon l'OSol [27].

Ces travaux ont conduit à la publication de recommandations spécifiques aux différents niveaux potentiels de pollution (chap. 3.3.3) et à l'émission de décisions de restrictions et d'interdiction d'utilisation. Ces décisions ont été émises uniquement pour les parcelles dont les analyses ont démontré que les teneurs effectives en dioxines dans les sols étaient supérieures aux seuils d'investigation ou à la valeur d'assainissement de l'OSol (chap. 3.3.4). La variabilité spatiale importante des résultats d'analyse, due aux très fréquentes perturbations du sol en contexte urbain dues aux divers chantiers (par exemple sur des quartiers construits après les contaminations) ne permettent pas d'envisager l'émission de décisions OSol sur les surfaces où aucune analyse de sol ne permet de déterminer la concentration effective en PCDD/F. Pour ces surfaces, seules des recommandations générales ont été émises, sous la forme de cartes de recommandations sanitaires.

Cartes et décisions

Comme il a été clarifié par la suite que la pollution des sols aux dioxines en région lausannoise constitue un cas à traiter selon l'OSites, ces mesures d'urgence représentent donc une application de l'art. 24, let. a, OSites. Dans le contexte d'urgence et dans l'attente de la mise en œuvre de l'OSites, les recommandations sanitaires et les décisions de restrictions et d'interdictions d'utilisation (art. 8, 9 et 10 OSol) ont été prononcées comme mesures immédiates pour prévenir les risques sanitaires liés à l'utilisation actuelle de ces sols.

Mesures d'urgence selon l'art. 24, let. a, OSites

Les mesures d'assainissement selon l'OSites permettront d'amener le niveau de pollution en dessous de 20 ng OMS₀₅-TEQ/kg pour les sites dans les jardins privés et familiaux, sur des places de jeux et d'autres lieux où des enfants jouent régulièrement. Ceci permettra d'éliminer la menace par ingestion directe de terre de façon durable, en respect des objectifs de l'OSites, contrairement aux mesures de l'OSol qui ne sont que transitoires dans le contexte présent (mesures d'urgence selon l'OSites). Pour les surfaces et les utilisations qui ne sont pas soumises à l'OSites, seule l'OSol restera applicable, avec des recommandations, des restrictions et des interdictions d'utilisation.

Solution à long terme : assainissement selon l'OSites

Suite aux constatations faites en région lausannoise, le Canton de Zurich a également entrepris des analyses complémentaires dans les environs de ses UIOM. Des pollutions supérieures à 20 ng I-TEQ/kg ont été constatées sur deux sites. Le Canton a directement évalué les dangers selon le système d'experts du manuel d'évaluation de la menace [27]. Des études approfondies n'ont pas été nécessaires en raison de la faible ampleur de la pollution.

Canton de ZH

L'un des sites concernés se trouve dans une zone de protection de la nature. Elle n'est pas accessible aux enfants et toute exploitation agricole est interdite par l'ordonnance de protection correspondante. D'autres mesures n'étaient pas nécessaires selon le service de protection des sols. Pour le deuxième site (parc public avec aires de jeux), l'évaluation a révélé un danger concret pour les enfants pour une partie des surfaces où le seuil d'investigation OSol de 20 ng I-TEQ/kg dans la couche supérieure du sol était dépassée. Le Canton de Zurich a fait part de son évaluation à la Ville de Zurich, qui a ensuite pris des mesures volontaires pour prévenir les risques et informer le public. Un projet d'assainissement a également été élaboré. Dans le parc, on trouve en outre des surfaces dont la couche sous-

Un site avec menace concrète

jacente du sol présente une concentration en PCDD/F > 20 ng I-TEQ/kg, mais sur lesquelles la couche supérieure du sol présente une pollution de moins de 20 ng TEQ/kg. Il n'y a donc actuellement aucun risque concret sur ces surfaces. Le Canton entreprend d'autres démarches selon l'OSol, car la détermination de l'étendue et de l'origine de la pollution n'est pas encore terminée au moment de la clôture du présent rapport.

La procédure à Zurich s'est entièrement orientée sur les directives de l'OSol, car la surface dans la réserve naturelle n'est pas soumise à l'OSites et l'origine de la pollution du parc n'est pas encore clarifiée. Dans les zones urbaines, en particulier celles qui ont un passé industriel, les dioxines peuvent être le résultat de différents processus et événements. De plus, il est difficile de trouver des gradients de pollution autour de sources ponctuelles en raison de la forte intensité de construction des dernières décennies. Le déplacement du sol peut éventuellement avoir modifié la relation avec le processus à l'origine de la pollution.

Procédure selon l'OSol

3.3.1 Ingestion directe

Pour le risque d'ingestion directe de terre, le seuil d'investigation selon l'OSol et la valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites (pas encore dans l'OSites mais fixée avec l'accord de l'OFEV pour le cas dans la région lausannoise) sont de 20 ng TEQ/kg (OSol : I-TEQ, OSites : OMS₀₅-TEQ). Cette valeur de concentration est fondée sur la détermination effectuée par le Centre Suisse de Toxicologie Humaine Appliquée (SCAHT). Elle est le résultat d'une procédure standardisée et conservatrice, basée sur des normes internationales, utilisée pour déduire les valeurs limites pour tous les polluants présents dans les sols pour l'ingestion directe de terre par les enfants (annexe 3, ch. 2, OSites & chap. 1.3). La valeur vise à garantir la sécurité de la population partout en Suisse, c'est-à-dire que les sols ne présentent aucun risque pour les enfants qui jouent, même à l'avenir. Pour les propriétaires, cela signifie qu'après l'assainissement, ils ne seront plus confrontés à des restrictions d'utilisation à cet égard.

Valeur K / seuil d'investigation

L'analyse de risque pour l'ingestion directe de terre en région lausannoise a été réalisée par Unisanté à partir de paramètres moins stricts que ceux utilisés par le SCAHT en fonction de scénarios courants d'exposition en région lausannoise. L'objectif était d'identifier les risques les plus probables et d'émettre des recommandations et des mesures d'urgence qui puissent être réalistes et proportionnelles avant la réalisation de mesures d'assainissement qui prendront plusieurs années. Pour chaque classe de potentiel de pollution, des recommandations pour prévenir l'ingestion directe de terre ont été émises. Au-delà de teneurs dans les sols de 115 ng OMS₀₅-TEQ/kg, il a été recommandé de restreindre la fréquentation des parcs et jardins.

Unisanté : paramètres moins stricts

Si des décisions d'interdiction d'ingérer de la terre ont été rendues pour de nombreux sites, aucune interdiction physique d'accès (barrière) ou couverture de sol n'ont généralement été mises en place par les propriétaires. Compte tenu des conclusions et recommandations d'Unisanté, de l'étendue de la pollution et des grandes aires de certains sites concernés (comme les parcs urbains, les forêts, etc.), il a été décidé que l'accès aux espaces verts pouvait être maintenu en attendant l'assainissement, sous réserve que les utilisateurs soient informés des comportements à adopter vis-à-vis de l'usage du sol afin d'atteindre le but visé de

Surfaces accessibles, information des utilisatrices

protection de la santé. Par conséquent, dans les parcs publics avec des places de jeux pour enfants, des panneaux d'information ont été installés pour avertir les utilisateurs de la pollution aux dioxines et les informer des mesures de précaution à prendre pour éviter toute ingestion directe de terre.

L'évaluation à Zurich a été effectuée selon les valeurs d'intervention de l'OSol (cf. chap. 1.3). L'évaluation de la menace a révélé une menace concrète pour les enfants jusqu'à 6 ans. Des mesures d'urgence ont été prises par la Ville dans un délai de 4 semaines afin d'éviter un éventuel contact direct des enfants avec le sol et de maintenir un maximum d'espace libre accessible à la population. Concrètement, sur une surface d'environ 0,5 ha, le sol des zones de jeu a été recouvert d'un géotextile non-tissé de séparation et de copeaux de bois. Les autres zones contaminées au-delà du seuil d'investigation OSol ont été marquées par du ruban et une signalisation (environ 0,3 ha). Ces mesures doivent être maintenues jusqu'à l'assainissement, c'est-à-dire pendant un été. L'utilisation du terrain n'a été que peu modifiée par les mesures. Les mesures étant volontaires, aucune décision de restriction d'utilisation n'a été émise. Le Canton et la Ville se sont soutenus mutuellement sur le plan de la communication.

Finalement, dans le cadre légal actuel, la protection des enfants contre l'ingestion directe de sols pollués est garantie aussi bien à travers l'OSol que l'OSites. Dans ce contexte où le risque sanitaire par ingestion directe de sols pour les enfants est très sensible, des mesures d'urgence doivent être entreprises dans l'attente de la clarification du statut du site au sens de l'OSites. Selon ce dernier, ces mesures peuvent être justifiées soit par l'application des art. 8, 9 et 10, OSol, soit par l'application de l'art. 24, let. a, OSites. Ces deux exemples illustrent les tâches d'exécution immédiates qui doivent être effectuées avant l'évaluation et l'assainissement selon le droit sur les sites contaminés dans le but de protéger le public et l'environnement.

Conclusion

3.3.2 Élevage de poules, cultures alimentaires

Pour les sites agricoles ou horticoles, la valeur d'assainissement OSol est de 1'000 ng I-TEQ/kg. En l'absence de valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 1, OSites pour ces utilisations, la valeur d'assainissement OSol peut aussi être utilisée pour évaluer le besoin d'assainissement selon l'OSites (cf. chap. 1.3). Les teneurs en PCDD/F mesurées en région lausannoise et à Zurich n'ont pas atteint cette valeur d'assainissement.

Pas de dépassement
valeur
d'assainissement OSol

Selon les études d'Unisanté, en dessous du seuil d'investigation OSol (20 ng I-TEQ/kg), des risques persistent pour la consommation régulière de légumes de la famille des cucurbitacées et d'œufs issus d'animaux élevés sur les terrains concernés par la pollution. Unisanté a établi des recommandations sanitaires pour la consommation de cucurbitacées à partir d'une valeur seuil de 13 ng OMS₀₅-TEQ/kg dans les sols. Pour la consommation d'œuf, il a été démontré que la teneur maximale de l'Ordonnance sur les contaminants (OCont [28]) pour les PCDD/F dans les œufs peut être dépassée à partir de teneurs de 5 ng OMS₀₅-TEQ/kg dans les sols. Le Canton de Vaud a donc émis des recommandations relatives à la consommation d'œufs de poule à partir de ce seuil pour les détenteurs de poules privés. Pour les exploitations avicoles, des analyses de dioxines dans les œufs ont

Unisanté : risques
persistent en-dessous
du seuil d'investigation
OSol

été effectuées et des décisions de délocalisation de l'effectif ou d'interdiction de vente ont été émises selon l'OCont lors de dépassement de valeurs limites.

Avant de réviser les valeurs d'intervention pour les PCDD/F dans les sols visant la production d'œufs pour l'ensemble de la Suisse, ces résultats devront être mis en perspective avec la pollution de fond par les PCDD/F en Suisse qui avoisine les 1.5 ng TEQ/kg (médiane ; [24], [25] et [26]). Ces résultats doivent, entre autres, être pris en compte lors des réflexions en cours sur l'éventuelle redéfinition des valeurs d'intervention de l'OSol (c.f. chap. 1.3).

Des études sont parallèlement menées par Agroscope pour évaluer l'accumulation des dioxines chez les bovins et les ovins afin d'assurer la sécurité alimentaire de ces produits animaliers. Des recommandations et des mesures de gestion des troupeaux seront éventuellement mises en place pour les élevages de ces ruminants en région lausannoise.

A Zurich, il est possible que des recommandations et des restrictions d'utilisation concernant les cultures alimentaires ou fourragères soient également émises une fois l'identification de l'étendue de la pollution terminée. Dans le parc concerné, de telles utilisations n'existent pas et ne sont pas prévues dans un avenir proche. L'évaluation d'autres surfaces concernées, par exemple les jardins situés à l'extérieur du parc ou les surfaces présentant une pollution de la couche sous-jacente du sol, n'a pas encore été effectuée. Sur les sols étudiés jusqu'à présent dans l'environnement très urbain, la culture de plantes alimentaires et fourragères pour l'autosuffisance joue un rôle secondaire. Les connaissances de base du Canton de Vaud constituent une aide précieuse pour la mise en œuvre dans d'autres Cantons, notamment pour les étapes à venir dans le Canton de Zurich.

Conséquences pour les valeurs d'intervention OSol à vérifier

Études Agroscope sur les ruminants

ZH : cultures alimentaires pas concernées

3.3.3 Informations : recommandations et restrictions d'utilisation

En région lausannoise, sur la base des analyses effectuées sur des sols a priori non remaniés et de modèles géostatistiques, divers périmètres avec forte suspicion de pollution ont été établis. Ces périmètres représentant des potentiels de pollution ont permis l'élaboration de diverses cartes :

Différents périmètres

- **Carte des recommandations sanitaires** établies sur la base des périmètres de classes de pollutions potentielles

La répartition spatiale des niveaux de pollution en PCDD/F en région lausannoise a permis de cartographier les recommandations sanitaires (point 3.3.1 & 3.3.2) pour les détenteurs de jardins potagers, les utilisateurs de parcs et jardins et les détenteurs de poules. Ces recommandations sont basées sur l'étude d'Unisanté.

- **Carte de gestion des matériaux terreux** : périmètre $> 5 \text{ ng OMS}_{05}\text{-TEQ/kg}$ (valeur indicative OSol).

Tout chantier impliquant une manipulation de matériaux terreux situé à l'intérieur de ce périmètre implique une suspicion de pollution aux PCDD/F et nécessite un diagnostic de pollution conformément au module d'aide à

l'exécution [10], traduit dans la directive cantonale vaudoise DCPE 877¹⁷. Il s'agit d'un outil essentiel pour l'application de l'art. 16 OLED, selon lequel les maîtres d'ouvrage sont tenus de préciser le plan de gestion des déchets (y.c. matériaux terreux) dans le cadre des demandes de permis de construire. Ce type de périmètre est également utilisé dans le Canton de Zurich

- **Carte pour l'investigation et les besoins d'assainissement** : périmètre > 20 ng OMS₀₅-TEQ/kg (valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites pour la région lausannoise).

À l'intérieur de ce périmètre, pour les jardins privés et familiaux, les places de jeux et les autres lieux où jouent régulièrement des enfants, des investigations de sols devront être réalisées afin de déterminer la nécessité d'un assainissement selon l'OSites. Cet instrument est utilisé parce que, conformément à la pratique selon l'aide à l'exécution [18] une inscription au cadastre des sites pollués n'a lieu qu'une fois la pollution et l'utilisation du site ont été déterminés (cf. chap.3.2.2).

Ces trois cartes ainsi que les résultats d'analyses de sol sur les surfaces publiques sont accessibles au public sur le portail cartographique cantonal¹⁸.

3.3.4 Assainissement selon l'OSol

L'OSol ne permet pas aux cantons d'ordonner un assainissement au sens d'une décontamination sur des sites où des enfants jouent régulièrement. Le cas du Canton de Zurich montre une manière possible de procéder dans de tels cas, lorsque l'exploitant et le propriétaire de l'installation font procéder aux investigations nécessaires et prennent l'initiative d'assainir les sols sur une base volontaire.

OSol : pas d'obligation de décontaminer

Dans le cas de Zurich, ces investigations se sont déroulées de manière similaire que pour les sites pollués selon l'OSites sur le plan technique, mais sans les étapes formelles de la procédure. Une investigation de détail a montré que les pollutions se trouvaient également dans des couches de sol plus profondes. En raison de l'étendue faible par rapport au cas du Canton de Vaud, le concept d'assainissement prévoyait la décontamination totale comme objectif. Cependant, une étude des variantes a montré qu'il fallait s'écarte de cet objectif : on s'est orienté vers une décontamination partielle avec une pollution résiduelle, qui pouvait toutefois garantir qu'aucune recontamination n'aurait lieu à l'avenir. La protection des enfants en bas âge est ainsi garantie à long terme. La décontamination totale a été rejetée pour éviter la destruction d'arbres protégés et en raison des exigences en matière d'aménagement des espaces libres. Le projet d'assainissement a été optimisé en fonction de ces circonstances. Sur toutes les surfaces où il existe un risque concret,

Procédure similaire à l'OSites, mais volontaire

¹⁷https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/DCPE_877_20.12.2021.pdf

¹⁸https://www.geo.vd.ch/?center=2539470,1153052&scale=37795&wkid=2056&theme=asity_d_couleur&mapresources=GEOVD_EAUX,GEOVD_DONNEESBASE&visiblelayers=%22GEOVD_EAUX%22:%22Concentration%20en%20dioxines%20dans%20le%20sol%22,%22Recommandations%20sanitaires%20par%20classe%20de%20pollution%20potentielle%22,%22GEOVD_DONNEESBASE%22:%22Adresses%22,%22Canton%22%22}

le sol doit être entièrement remplacé. Dans les zones où il y a des arbres sensibles, la couche supérieure du sol sera remplacée autant que possible. Une recontamination par mélange avec des couches plus profondes est évitée au moyen de couches minérales de séparation.

Sur les surfaces mentionnées ci-dessus, où seule la couche sous-jacente du-sol présente une pollution > 20 ng I-TEQ/kg, mais où la couche supérieure présente des teneurs inférieures à 20 ng I-TEQ/kg, un danger peut apparaître avec le temps. Dans ce cas, le Canton ordonne, sur la base de l'OSol, une surveillance de la pollution du sol à la charge de l'exploitant et du propriétaire du site. Cette surveillance est valable pour une durée indéterminée ou jusqu'à une éventuelle décontamination supplémentaire. Le Canton de Zurich estime que cette procédure est efficace et proportionnée.

Surveillance selon
l'OSol

4 ASSAINISSEMENT SELON L'OSITES

Un assainissement selon la législation sur les sites contaminés doit garantir que les objectifs d'assainissement définis dans la décision d'assainissement seront atteints de manière durable. Concernant l'utilisation, l'assainissement vise à atteindre un « état permettant une utilisation ou une exploitation du sol conforme au milieu »[31]. L'assainissement ne vise cependant pas à « rétablir complètement toutes les fonctions du sol (pas de multifonctionnalité) »

Atteindre les objectifs d'assainissement

L'assainissement ne vise donc pas à rétablir complètement toutes les fonctions du sol, mais seulement à atteindre un état permettant une utilisation ou une exploitation du sol conforme au milieu.

Avant d'entamer un assainissement d'une surface selon l'annexe 3, ch. 2, OSites (> 20 ng OMS₀₅-TEQ/kg dans le cas de la région lausannoise), il faut évaluer les variantes d'assainissement afin d'identifier la variante optimale pour le cas concret. Cette évaluation se base sur une connaissance détaillée de la pollution, apportée par l'investigation préalable et l'investigation de détail selon l'OSites. Les méthodes et critères à prendre en compte sont discutés ci-après majoritairement de façon générale. Il est cependant déjà possible de se prononcer en partie sur ce que les méthodes d'assainissement pourraient signifier pour le cas de la région lausannoise sur la base des informations actuellement disponibles. Ceci est décrit et discuté au chapitre 4.3.

Évaluation des variantes d'assainissement

Après l'évaluation des variantes et l'identification de la variante optimale, la proportionnalité de la mesure doit être vérifiée. Si elle s'avère disproportionnée, on s'écartera du but d'assainissement. Bien que l'art. 15 OSites ne le prévoie explicitement que pour les biens à protéger que sont les eaux souterraines et les eaux de surface, le principe de proportionnalité s'applique à toutes les mesures relevant du droit des sites pollués et donc également aux mesures d'assainissement des sols.

Évaluation de la proportionnalité

Après l'assainissement, il convient de vérifier si les objectifs de l'assainissement ont été atteints (contrôle des résultats).

Contrôle des résultats

4.1 Méthodes d'assainissement et évaluation légale

Ci-dessous différentes variantes d'assainissement (besoin d'assainissement selon l'art. 12, al. 1, OSites dû à un dépassement d'une valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 2, OSites) et leur évaluation légale sont décrites brièvement.

Les variantes présentées ici concernent les cas de besoin d'assainissement lors d'un dépassement de la valeur de concentration de l'annexe 3, ch. 2, OSites c.à.d. en cas de risque par ingestion directe. En effet, dans les cas discutés par le groupe de travail (région lausannoise et Ville de Zürich), aucun dépassement de la valeur de concentration selon l'annexe 3, ch. 1, OSites n'a été constaté (cf. chap. 1.3). Les variantes évoquées par le groupe de travail et présentées ci-dessous ont été brièvement évaluées juridiquement. Cependant, les questions et évaluations en suspens concernant l'atteinte des objectifs d'assainissement, l'état de la technique, l'acceptabilité, etc. n'ont pas été discutées de manière plus approfondie.

Besoin d'assainissement lié à l'ingestion directe de sol

En plus de l'accompagnement par des spécialistes des sites contaminés, les travaux sont idéalement suivis par des spécialistes des sols. Une fois les buts d'assainissement atteints, des mesures selon l'OSol sont à appliquer, le cas échéant.

- Décapage des matériaux terreux pollués, élimination (stockage ou valorisation, avec ou sans traitement préalable), remise en culture avec des sols non pollués.

Évaluation légale : admissible, pratique courante. La législation sur les sites contaminés ne prescrit pas de profondeur fixe jusqu'à laquelle le sol pollué doit être décapé. L'important est que l'objectif d'assainissement soit atteint de manière durable avec la profondeur d'assainissement choisie. Il est essentiel de s'assurer que si une pollution résiduelle est laissée en profondeur, aucune recontamination n'est possible au-delà de la valeur de concentration de l'OSites (notamment par la bioturbation). Si ce risque ne peut être exclu, il est envisageable d'essayer d'empêcher le mélange, par exemple en installant une couche de séparation. Un simple bilan de masse des couches de sol polluées et non polluées, en supposant un mélange complet, peut aider à évaluer le potentiel de recontamination et à adapter la profondeur d'assainissement si nécessaire.

- Mise en place de matériaux terreux non pollués sur une surface de sol polluée et mélange (par exemple par labour) afin de réduire la concentration en polluants dans la couche supérieure du sol pollué.
Évaluation légale : admissibilité à vérifier, devrait être clarifiée de manière plus approfondie.

Il est interdit de mélanger des déchets dans le but premier de réduire la concentration de polluants (art. 9 OLED). Pour les sols qui n'ont pas été décapés et ne constituent donc pas des déchets, il n'existe toutefois pas de prescription qui interdirait directement cette pratique.

Il semble toutefois très discutable de polluer des quantités (importantes) de sol non pollué dans le seul but d'abaisser la concentration moyenne de polluants sur le site par le biais d'un mélange. Ce procédé permettrait certes de réduire l'exposition et n'engendrerait pas de décapage et élimination de sols pollués. Par contre, la quantité de polluants sur le site resterait la même et le volume de sol pollué augmenterait, ce qui irait à l'encontre de l'objectif de protéger le sol en tant que bien rare, précieux et digne d'être protégé et créerait des volumes supplémentaires de déchets à gérer en cas de décapage.

- Mise en place directe de sols non pollués au-dessus de sols pollués, sans décontamination préalable.

Évaluation légale : en principe admissible, mais seulement judicieux en cas de faibles dépassements des valeurs de concentration. Il est important de vérifier soigneusement si les objectifs de l'assainissement peuvent être atteints à long terme (p. ex. que la bioturbation ne conduise pas à une augmentation des concentrations dans la couche supérieure du sol au-delà de la teneur fixée comme objectif d'assainissement). Si le potentiel de recontamination est trop élevé, le potentiel de pollution devrait être réduit au préalable par décapage (cf. première puce). La mise en place de sols non pollués est limitée par la surélévation du terrain par rapport à la zone environnante.

Suivi, éventuellement
mesures OSol

- Enfouissement de sols pollués : décapage de la couche supérieure de sol polluée, puis enfouissement sous des couches du sol non/moins polluées situées en profondeur (cf. rapport [29]).
Évaluation légale : Provoque une atteinte à long terme à la fertilité du sol (aspects « succession » et « épaisseur », cf. art. 2, al. 1, let. a, OSol), donc valorisation du sol non autorisée selon l'art. 7, al. 2, let. a, OSol.
- Abandon de l'usage sensible (surface sur laquelle jouent des enfants) au profit d'un usage non sensible, conforme à la zone.
Évaluation légale : admissible. Peut être mis en œuvre moyennant des restrictions de droit public à la propriété ou des changements d'affectation pour assurer l'absence de risque d'exposition à long terme. Suite à l'abandon de l'usage sensible il n'y a plus de besoin d'assainissement selon l'OSites. Par la suite, des mesures selon l'OSol sont applicables ; le cas échéant, des restrictions d'utilisation doivent être décidées par les autorités.
- Assainissement par traitement *in situ* thermique
Évaluation légale : admissible.
- Assainissement par traitement *in situ* physico-chimique.
Évaluation légale : admissible. Si la durée nécessaire pour atteindre l'objectif de l'assainissement est longue, il faudra éventuellement prendre des mesures d'accompagnement pour prévenir les risques pendant le traitement.
- Assainissement par traitement *in situ* par organismes présents sur le site (microbiome natif), éventuellement avec stimulation.
Évaluation légale : admissible. Il faut s'attendre à une longue durée jusqu'à ce que l'objectif d'assainissement soit atteint. Le cas échéant, des mesures d'accompagnement sont nécessaires pour prévenir les risques pendant le traitement.
- Assainissement par traitement *in situ* par microorganismes, champignons ou plantes spécifiquement introduites
Évaluation légale : admissible sous réserve de leur admissibilité selon l'ORRChim, l'OEaux et l'OED. Il faut s'attendre à une longue durée jusqu'à ce que l'objectif d'assainissement soit atteint. Le cas échéant, des mesures d'accompagnement sont nécessaires pour prévenir les risques pendant le traitement.

4.2 Critères d'évaluation

L'évaluation des variantes d'assainissement selon l'OSites est décrite en détail dans l'aide à l'exécution [30]. Elle se base sur des connaissances détaillées de la pollution, apportées par l'investigation préalable et l'investigation de détail selon l'OSites. Base : connaissance de la pollution

L'étude des variantes commence par l'identification des mesures d'assainissement possibles. Cette liste des mesures possibles est ensuite restreinte aux mesures techniquelement réalisables au vu de la situation de pollution rencontrée. Sur cette base des variantes d'assainissement sont élaborées (éventuellement en combinant des mesures). Étapes de l'évaluation

Ces variantes sont ensuite évaluées selon les critères suivants, avec leurs sous- Critères et sous-critères critères respectifs :

- **Faisabilité et efficacité**
 - État de la technique / perspectives de réussite
 - Niveau de contrôle possible
 - Infrastructure requise
 - Sécurité au travail / protection de la santé
 - Flexibilité
 - Niveau d'acceptation
- **Respect de l'environnement et apport écologique**
 - Préservation des ressources et de l'espace disponible en décharge
 - Potentiel de pollution
 - Nécessité d'un suivi et d'une surveillance ; durée des opérations
 - Consommation d'énergie
 - Émissions (polluants atmosphériques, bruit, poussières et odeurs)
- **Coûts**
 - Coûts de réalisation
 - Coûts d'entretien et d'exploitation
 - Coûts de clôture des travaux

La liste des critères selon l'aide à l'exécution [30] n'est pas exhaustive. D'autres critères peuvent être pris en compte, comme par exemple :

- Conservation voire amélioration des fonctions du sol (contribute au critère « *Respect de l'environnement et apport écologique* »)
- Autres critères

4.3 Variantes d'assainissement dans le cas de la région lausannoise

Comme décrit au chapitre 4.1, la méthode de remplacement du sol est généralement utilisée dans le cadre de l'assainissement des sols. La couche de sol polluée est décapée, éventuellement traitée dans une installation (mécanique humide ou thermique), puis les matériaux sont en grande partie stockés dans une décharge ou, dans la mesure du possible et du raisonnable, valorisées. Le périmètre d'assainissement est ensuite reconstitué avec des matériaux terreux non pollués. Le danger est éliminé rapidement et durablement. Le cas des pollutions au mercure en Valais a toutefois déjà montré que cette méthode atteint ses limites en cas de pollution à large échelle, car d'une part, elle génère d'importants flux de déchets et, d'autre part, les matériaux terreux nécessaires à la reconstitution ne sont souvent pas disponibles dans la qualité et le délai souhaités.

Méthode généralement choisie : remplacement du sol

En région lausannoise, selon les estimations actuelles, 1'200'000 m³ de sol sont potentiellement contaminés. Le remplacement du sol est certes une méthode d'assainissement efficace et rapide (sous réserve des conditions de régénération des sols remis en place), mais à grande échelle il pose de grands défis logistiques de disponibilité de matériaux terreux non pollués et des volumes de décharge nécessaires. Il est à souligner que pour la pollution en région lausannoise, l'élimination en décharge de la couche de sol la plus polluée (horizon A) est contrainte en raison de sa forte teneur en matière organique par nature. La plupart des matériaux terreux pollués ne sont admissibles qu'en décharge de type E, par ailleurs non dédiée à ce type de matériaux. En outre, en raison des importants volumes de sol devant être décapés, transportés et remplacés, des impacts environnementaux liés à cette mesure sont à prévoir.

Échelle du cas lausannois

C'est pourquoi le cas de la région lausannoise fait actuellement l'objet de clarifications et de recherches sur d'autres mesures d'assainissement possibles. Ces mesures doivent être évaluées pour notamment déterminer leur efficacité, leur durée nécessaire pour atteindre l'objectif d'assainissement et leur impact sur les fonctions du sol, celles-ci demeurant essentielles dans l'espace urbain de la région lausannoise (régulation des eaux pour limiter les ruissèlements par exemple). En fonction de l'utilisation des sites, certaines méthodes ne pourraient être appropriées. Par exemple, les méthodes d'assainissement avec des traitements de longue durée (p. ex. bioremédiation) ne pourraient être que partiellement appropriées, si l'on pense aux jardins des zones résidentielles ou aux places de jeux. En effet, jusqu'à ce que l'objectif d'assainissement soit atteint, ce qui pourrait bien prendre plusieurs décennies, l'autorité devrait ordonner des restrictions et des interdictions d'utilisation et veiller à leur application, ce qui s'avère difficile. De telles mesures d'assainissement de longue durée ne seraient également difficilement acceptables par les propriétaires. Avec les méthodes thermiques, il faut en outre tenir compte du fait que non seulement les polluants sont détruits, mais que la structure naturelle du sol est également irrémédiablement détruite. Le traitement produit donc un substrat qui ne peut remplir les fonctions naturelles du sol que de manière très limitée. Enfin, en ce qui concerne les méthodes pouvant entraîner des conséquences sur la fertilité du sol comme le recouvrement avec du sol non pollué, les exigences en termes de fertilité du sol devront être évaluées ainsi que leur pertinence technique, traçabilité et faisabilité légale.

Recherche de méthodes alternatives d'assainissement

Dans l'ensemble, on peut retenir ici, qu'en l'état des connaissances actuelles, le remplacement du sol est la méthode la plus efficace pour atteindre les objectifs de l'OSites tenant compte des contraintes de l'OLED et de l'OSol en l'état actuel des connaissances, mais elle entraîne de grandes difficultés notamment logistiques et environnementales. Il convient donc de clarifier à quelle conditions générales et préalables d'autres méthodes d'assainissement peuvent être appliquées (cf. chap. 4.1). En fonction de la situation concrète, il convient d'examiner quelle mesure d'assainissement est optimale pour quel site.

Conclusion

5 PERSPECTIVES

Le rapport présente l'état des discussions et des connaissances au sein du groupe État: fin 2023 de travail à la fin de l'année 2023.

Les questions importantes pour la mise en œuvre qui n'ont pas pu être clarifiées Questions ouvertes dans le cadre du groupe de travail continueront d'être discutées et clarifiées dans d'autres instances (voir annexe 2).

Des connaissances approfondies sur l'applicabilité des méthodes d'assainissement Projets pilotes VD seront générées dans le cadre de projets pilotes initiés par le Canton de Vaud.

La réponse au postulat Suter (CN 21.4225, cf. chap. 1.1) sera donnée par le biais Réponse au Po. Suter d'un rapport séparé, dont la publication est prévue pour l'été 2024. Le rapport de réponse au postulat sera accompagné d'un rapport d'experts sur mandat de l'OFEV [4] contenant un aperçu des analyses de PCDD/F dans les sols autour des UIOM en Suisse.

Zurich, le 23 mai 2024



Leonard Zourek
MSc ETH Sc. de l'environnement

Chef de projet



Martin Hoffmann
Chimiste diplômé, Dr. sc. ETH

Chef du domaine sites pollués

ANNEXE

- Annexe 1 Fiche technique « Recommandations concernant les analyses de dibenzodioxines et dibenzofuranes polychlorés (PCDD/F, « dioxines ») dans les sols ». Office fédéral de l'environnement (OFEV), 14 janvier 2022.
- Annexe 2 Liste des questions ouvertes à discuter en dehors du groupe de travail

ANNEXE 1

Fiche technique « Recommandations concernant les analyses de dibenzodioxines et dibenzofuranes polychlorés (PCDD/F, « dioxines ») dans les sols ». OFEV, 14.01.2022.



Recommandations concernant les analyses de dibenzodioxines et dibenzofuranes polychlorés PCDD/F (« dioxines ») dans les sols

14.1.2022

Numéro du dossier : BAFU-357.22-45655/5/3/2/4/1

Méthode d'extraction et d'analyse

Il est recommandé d'utiliser l'extraction Soxhlet. Dans tous les cas, le laboratoire doit fournir avec les résultats le détail des méthodes utilisées.

Les dioxines dans les échantillons de sol analysées selon l'OSol [1] sont en principe analysées selon la directive de l'OFEV de 2001 sur les dioxines [2]. Les échantillons doivent être séchés à 40°C et tamisés pour éliminer la fraction >2mm. Les teneurs en eau et en matériel >2mm doivent être mentionnées dans le rapport d'analyses du laboratoire. Cette directive [2] recommande l'extraction Soxhlet pour l'analyse des dioxines dans les sols ; elle reste la méthode standard en Suisse et il est d'ailleurs prévu de l'introduire dans l'aide à l'exécution « Méthodes d'analyse dans le domaine des déchets et des sites pollués » [3].

Toutefois, selon la norme **DIN-EN 16190**, d'autres méthodes d'extraction peuvent être utilisées, s'il peut être démontré que ces méthodes présentent une même performance. Cela signifie notamment que la méthode doit être validée (c'est-à-dire que le laboratoire a participé à des essais d'intercomparaison / essais interlaboratoires réguliers) et que les résultats lors de cette validation se situaient dans la plage d'incertitude normale pour des méthodes comparables (p.ex. pour l'analyse de traces de polluants organiques dans des échantillons solides). Le laboratoire doit prouver qu'il est accrédité selon la norme **ISO 17025**. De plus, il doit déclarer et décrire la méthode d'extraction utilisée dans le cas concret. Cela peut notamment être crucial si l'on dispose de résultats d'analyses antérieures qui ont été effectuées à l'aide de méthodes d'extraction autres que la méthode Soxhlet, p.ex. l'extraction accélérée par solvant (*accelerated solvent extraction, ASE* en anglais).



Calcul de la quantité équivalente toxique (TEQ)

Le laboratoire doit fournir les résultats en I-TEQ et en WHO₀₅-TEQ. L'autorité peut comparer le résultat aux bases légales à l'aide du tableau ci-dessous.

Les concentrations individuelles des congénères de dioxines et furanes sont converties en TEQ à l'aide de facteurs de toxicité (TEF). Ces facteurs reflètent la toxicité individuelle des congénères. Leur dernière mise à jour a été effectuée par l'OMS en 2005 sur base des connaissances toxicologiques de l'époque, cependant d'autres TEF plus anciens continuent d'être utilisés:

- Les valeurs limites OSol ont été définies en **I-TEQ (TEF de l'OTAN 1988)**, calculées en utilisant les I-TEF figurant dans le tableau 8 de la directive [2].
- Les valeurs limites OSites [4] et OLED [5], validées au cas par cas sont définies en **WHO₀₅-TEQ (TEF de l'OMS 2005)** et sont calculées en utilisant les TEF figurant dans le tableau 8 de l'aide à l'exécution [3]. Il convient de noter que la valeur OSites comprend les 17 congénères de l'OSol et 12 dl-PCB (*dioxin-like PCB*). En principe, des teneurs élevées en dl-PCB ne sont pas à attendre aux alentours d'UIOM. L'OFEV recommande néanmoins d'effectuer des analyses ponctuelles de dl-PCB au début des campagnes de mesure afin d'éviter qu'une pollution importante aux dl-PCB ne reste inaperçue.

Afin de faciliter le travail avec les résultats d'analyse, il convient de demander aux laboratoires d'exprimer la somme des PCDD/F sur le rapport d'analyse en **I-TEQ et en WHO₀₅-TEQ**. Il s'agit ensuite de choisir les TEF adaptés en fonction de la question et de son contexte légal, comme illustré dans le tableau ci-dessous. Les différences entre les valeurs I-TEQ et les valeurs WHO₀₅-TEQ varient en fonction des substances présentes. Par exemple, on peut estimer que les valeurs I-TEQ sont généralement 10% inférieures aux valeurs WHO₀₅-TEQ dans les sols pollués par une usine d'incinération.

Cas d'application	WHO ₀₅ -TEF	I-TEF
Classement selon l'OSol		✓
Classement selon l'OSites	✓ Valeurs de concentration validées au cas par cas en WHO ₀₅ -TEQ	
Classement de matériaux terreux à valoriser		✓ pour savoir si le matériau peut/doit être valorisé ou éliminé (l'art. 18 OLED fait référence aux valeurs OSol, établies en I-TEQ)
Classement de matériaux terreux à éliminer	✓ Valeurs limites pour les décharges de type B et E validées au cas par cas en WHO ₀₅ -TEQ	✓ En cas d'élimination en décharge de type A, si le matériau n'est exceptionnellement pas valorisé (l'annexe 5 art. 1 let. c OLED fait référence à la valeur indicative OSol, établie en I-TEQ)
Classement de matériaux d'excavation	✓ Valeurs limites pour les décharges de type A, B et E validées au cas par cas en WHO ₀₅ -TEQ	

Cet aperçu détaillé (comme le reste du document) vise à fournir aux autorités cantonales les informations clés de manière complète. Le canton peut bien sûr simplifier ces informations lors de sa communication ou les compléter par des explications supplémentaires.

Prise en compte de la limite de quantification (LQ) dans le calcul de la somme des dioxines

Les concentrations de congénères <LQ sont considérées comme valeurs nulles.

Les congénères dont la concentration est inférieure à la limite de quantification respective (entre 1 et 10 ng/kg MS selon le congénère) sont à considérer comme des valeurs nulles, c'est-à-dire qu'ils contribuent pour 0 ng/kg à la somme pondérée selon les facteurs de toxicité des dioxines.

Sinon, même des échantillons non contaminés montreraient une contamination par la dioxine pour des raisons de calcul. Cette question est particulièrement importante dans le contexte du classement de matériaux d'excavation présentant des teneurs en dioxines proches de la valeur limite pour la décharge de type A. Si la somme pondérée selon les facteurs de toxicité est inférieure à 1 ng TEQ / kg MS le matériau est considéré comme non pollué. Si la somme pondérée selon les facteurs de toxicité dépasse cette valeur de 1 ng TEQ / kg MS, le matériau doit être considéré comme contenant des dioxines et donc comme pollué. La limite de quantification de 1 ng TEQ/kg MS se base sur la supposition qu'existe une contamination de fonds par les dioxines. L'intégration des facteurs de toxicité dans la limite de quantification pour la somme des PCDD/F garantit que d'éventuelles contaminations résiduelles minimes ne posent pas de risque sanitaire.

Références

1. Ordonnance sur les atteintes portées aux sols du 1er juillet 1998 (OSol, RS 814.12).
2. BAFU (2001) Bestimmung von polychlorierten Dioxinen und Furanen in Böden. VU-4810-D.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/publikationen-studien/publikationen/bestimmung-polychlorierten-dioxinen-furanen-boeden.html>.
3. OFEV (2017) Méthodes d'analyse dans le domaine des déchets et des sites pollués. L'environnement pratique. UV-1715-F. <https://www.bafu.admin.ch/uv-1715-f>
4. Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués du 26 août 1998 (OSites, RS 814.680).
5. Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets du 4 décembre 2015 (OLED, RS 814.600).

ANNEXE 2

Liste des questions ouvertes à discuter en dehors du groupe de travail

Domaine thématique	Dans quel cadre en discuter ?
Investigation / évaluation	
Cartes de pollution potentielle des sols pour gérer le déplacement de matériaux terreux pollués : ancrage juridique.	ReviSol (cartes internes ; état : première consultation des offices)
Cartes de pollution effectivement mesurée des sols, indépendamment des teneurs en polluants : quel outil pour conserver l'information ?	ReviSol (cartes internes ; état : première consultation des offices)
Registre des restrictions d'utilisation selon l'OSol suite à une évaluation de la menace	AGIR (selon annexe 2 OGéo et art. 13, al. 3, OSol, l'OFEV prescrit le modèle de géodonnées)
Surveillance	
Surveillance selon l'art. 4 OSol (en cas de dépassement de la valeur indicative), dans quels cas, quelles mesures ?	à définir
Élimination des déchets	
Admissibilité des matériaux terreux à forte teneur en matière organique (COT, COD) dans les décharges ?	ReviSol (description du problème) puis interne OFEV (en cours)
Propositions VD :	
Méthodes alternatives d'assainissement permettant de supprimer l'exposition sans éliminer la pollution : faisabilité légale ? marge de manœuvre des Cantons ?	Chamber of Deputies - OFEV
Définition d'exigences minimales concernant les fonctions des sols à remplir lors de la valorisation des sols en milieu urbain. Faisabilité juridique au regard des règles en vigueur pour la valorisation des sols ?	à définir
Exécution de l'art. 3 OSites en zone à bâtir : évaluation du besoin d'assainissement selon l'affectation ou l'usage ? Clarifications juridiques au regard de la LAT ?	à définir
Propositions ZH :	
Évaluation de l'applicabilité des nouvelles valeurs K selon l'annexe 3, ch. 2, OSites proposées	Éventuellement groupe de travail « questions de mise en œuvre - révision de l'OSites » ?