
**Qualité du sol — Lignes directrices pour
la sélection et l'application des méthodes
d'évaluation de la biodisponibilité des
contaminants dans le sol et les matériaux
du sol**

*Soil quality — Requirements and guidance for the selection and
application of methods for the assessment of bioavailability of
contaminants in soil and soil materials*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17402:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-66d4ed2e70eb/iso-17402-2008>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17402:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-66d4ed2e70eb/iso-17402-2008>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2008

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Biodisponibilité relative à l'évaluation de la fonction du sol	6
4.1 Fonctions du sol et organismes à protéger	6
4.2 Évaluation du risque	6
4.3 Objectifs de protection	7
5 Concepts de biodisponibilité	8
5.1 Définitions	8
5.2 Liens entre la biodisponibilité et les effets biologiques et/ou la bioaccumulation	10
6 Description des méthodes d'évaluation de la biodisponibilité	12
6.1 Généralités	12
6.2 Évaluation de la biodisponibilité par des méthodes d'essais chimiques	12
6.3 Évaluation de la biodisponibilité par des méthodes d'essais écotoxicologiques	14
7 Voies d'exposition relatives à la qualité du sol (organisme et sol)	15
7.1 Généralités	15
7.2 Être humain	15
7.2.1 Généralités	15
7.2.2 Ingestion de sol	15
7.2.3 Contact dermique	16
7.2.4 Inhalation de sol	16
7.2.5 Eaux souterraines utilisées pour l'eau potable	16
7.3 Exposition des animaux supérieurs	16
7.4 Exposition des organismes du sol	16
7.4.1 Généralités	16
7.4.2 Exposition des micro-organismes du sol	16
7.4.3 Exposition des invertébrés du sol (micro-, méso- et macrofaune)	17
7.5 Exposition des végétaux	17
8 Méthodes disponibles pour mesurer la biodisponibilité	18
8.1 Généralités	18
8.2 Méthodes chimiques pour mesurer la disponibilité environnementale	18
8.2.1 Généralités	18
8.2.2 Méthodes pour l'ingestion de sol	20
8.2.3 Méthodes pour l'absorption dermique	20
8.2.4 Méthodes pour les végétaux	20
8.2.5 Méthodes pour la lixiviation de la phase solide vers la solution de sol	21
8.2.6 Méthodes pour la biodégradation	21
8.2.7 Méthodes pour les organismes du sol	22
8.2.8 Méthodes chimiques disponibles et prometteuses pour mesurer la biodisponibilité	22
8.3 Méthodes d'essais écotoxicologiques pour mesurer la biodisponibilité	24
9 Exigences	27
9.1 Généralités	27
9.2 Exigences pour la sélection et l'application	27
9.2.1 Exigences pour la sélection	27
9.2.2 Exigences pour l'application	29

9.3	Exigences pour le développement.....	29
Annexe A (informative)	Biodisponibilité relative à la biodégradabilité	31
Annexe B (informative)	Normes internationales pour la détermination de la toxicité des substances chimiques sur les organismes des sédiments (essais de laboratoire).....	32
Bibliographie		33

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17402:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-66d4ed2e70eb/iso-17402-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-66d4ed2e70eb/iso-17402-2008>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 17402 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 7, *Évaluation des sols et des sites*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17402:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-66d4ed2e70eb/iso-17402-2008>

Introduction

Des études conduites en laboratoire et sur le terrain ont démontré que les effets biologiques ne sont pas liés à la concentration totale d'un contaminant dans le sol. En fait, un organisme répond seulement à la fraction qui est biologiquement disponible (biodisponible) pour cet organisme. Cela est particulièrement vrai dans les sols qui subissent l'interaction de molécules de contaminant avec le sol de telle sorte que le contaminant ne peut plus être atteint par l'organisme ou se présente sous une forme non disponible (à laquelle il est parfois fait référence sous le nom de séquestration ou sorption irréversible). Les fractions biodisponibles de contaminants dépendent des propriétés du sol et de différents processus variant dans le temps ainsi que des récepteurs biologiques. L'approche conservatrice de l'évaluation de l'exposition telle qu'elle est typiquement décrite dans un contexte réglementaire suppose que la concentration totale d'un contaminant présent dans un sol ou un matériau du sol est disponible pour être absorbée par des organismes, y compris l'homme, ce qui surestimera les risques. Par conséquent, une évaluation du risque peut être optimisée en utilisant une approche basée sur une exposition estimée représentant la concentration disponible efficace du ou des contaminant(s) et sur des données de toxicité intrinsèque (existantes).

Cette hypothèse n'est pas nouvelle car dès la dernière moitié du XIX^e siècle, les agronomes et les scientifiques du sol avaient commencé à chercher des méthodes chimiques permettant de déterminer la concentration des nutriments individuels disponibles pour les végétaux dans les sols agricoles. Cette recherche était motivée par le besoin d'ajouter des nutriments recommandés pour obtenir un rendement de culture maximal. En 1860, Mulder^[1] indiquait déjà: «*L'analyse de la composition du sol pour établir la fertilité n'a aucun sens. Le problème est la disponibilité qui ne peut être définie à l'avance. L'analyse montre la réalité des faits et c'est l'agriculture qui doit en tirer ses propres conclusions.*» Des méthodes chimiques qui prédisent raisonnablement la disponibilité des ions inorganiques nécessaires au développement des végétaux ont été conçues. Les méthodes chimiques d'extraction partielle sont désormais communément utilisées pour évaluer les niveaux disponibles de nutriments dans les sols. Les méthodes d'extraction ont été optimisées en corrélant les résultats d'extraction avec la réponse des espèces de cultures sensibles à l'ajout d'engrais.

Le concept de disponibilité est de nos jours appliqué à l'évaluation du risque des contaminants et peut être adapté à des besoins de protection spécifiques. Selon l'utilisation prévue d'un sol ou d'un matériau du sol, la caractérisation du sol pour différents besoins (par exemple l'évaluation des fonctions d'habitat et de rétention, l'évaluation du risque et la conformité aux valeurs réglementaires) peut inclure des essais chimiques et des essais écotoxicologiques avec une sélection d'organismes d'essai représentatifs. Ces essais seront dans de nombreux cas spécifiques au sol ou au site à un point donné dans le temps et ne peuvent pas être extrapolés à d'autres sols ou temps pour lesquels d'autres facteurs peuvent contrôler la biodisponibilité.

La biodisponibilité peut être évaluée selon deux manières complémentaires (voir également la Figure 1).

- Les méthodes chimiques (par exemple méthodes d'extraction) qui déterminent la fraction disponible d'une classe de contaminants bien définie pour des récepteurs biologiques spécifiques ou leur mobilité dans le sol. Ces méthodes chimiques ont généralement été développées pour prédire la quantité de contaminants absorbée par les organismes. Néanmoins, ces valeurs déterminées de manière analytique peuvent également être corrélées avec les effets. Dans une évaluation de routine de la qualité du sol, il est possible de remplacer les essais biologiques par des mesurages chimiques si une corrélation a été démontrée entre les valeurs chimiques résultantes et l'effet ou l'accumulation.
- Les méthodes biologiques qui exposent les organismes au sol ou aux éluats du sol afin de surveiller les effets. En cas d'accumulation et/ou d'effets (par exemple la mortalité, l'inhibition de la croissance), des contaminants biodisponibles sont susceptibles d'être présents même s'ils ne peuvent pas être chimiquement identifiés. Des connaissances supplémentaires sur les processus de contrôle de la biodisponibilité peuvent combler la brèche qui existe encore entre les mesurages chimiques et les effets biologiques.

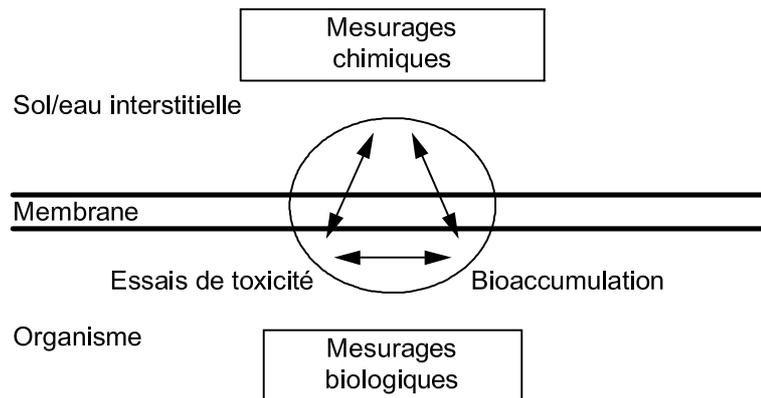


Figure 1 — Méthodes d'évaluation de la biodisponibilité — Relation entre les essais chimiques, biologiques et la bioaccumulation

Dans le cadre des aspects réglementaires de la protection du sol, il convient que l'évaluation du risque soit basée sur le même concept commun relatif à la détermination/l'évaluation du degré d'exposition et à la mesure/évaluation des effets. Les concepts existants et les valeurs de seuil d'action obtenues à partir des concentrations totales de polluants dans les sols ou les matériaux du sol peuvent donc être transférés au concept proposé basé sur la prédiction de la fraction biodisponible en utilisant la description d'exposition la plus exacte. Par exemple, la traduction d'informations sur la biodisponibilité en évaluations acceptables de «dans quelle mesure propre est propre» (par exemple, les limites spécifiques au site pour réglementer dans quelle mesure la remédiation du sol est nécessaire) est essentielle afin d'établir des évaluations du risque réalistes et de déterminer des critères d'effet adéquats pour la remédiation.

Un cadre harmonisé sur la biodisponibilité est envisagé afin de promouvoir le développement et l'introduction de méthodes normalisées exploitables à utiliser dans le cadre de l'évaluation du sol et du site. Des méthodes permettant d'estimer les concentrations biodisponibles efficaces de contaminants en fonction des objectifs de protection envisagés sont également nécessaires. Il convient que ces méthodes soient de préférence décrites dans des Normes internationales et il convient que ce processus de normalisation donne lieu à un ensemble limité de méthodes établies pour la mesure de la biodisponibilité [2]. Comme cela est décrit dans la présente Norme internationale, ce processus ne conduira pas à une seule méthode de mesure de la biodisponibilité, puisque la biodisponibilité dépend de variables telles que le contaminant, la cible et les propriétés réelles du sol. Il convient par conséquent que ces méthodes n'utilisent pas seulement le mot biodisponibilité, mais qu'elles se réfèrent également à ces variables (biodisponible *pour*).

La présente Norme internationale propose des conditions et des lignes directrices permettant de sélectionner des méthodes d'évaluation de la biodisponibilité pour différentes espèces cibles par rapport à plusieurs classes de contaminants. Les méthodes permettant d'évaluer la biodisponibilité ne sont pas décrites dans la présente Norme internationale. Il est fait référence à des Normes internationales existantes et à d'autres principes de mesure qui pourraient être développés dans des Normes internationales. Comme il existe peu de normes dans ce domaine, il est également fait référence à des principes de mesure. Les lignes directrices indiquent donc également des méthodes pour lesquelles des premiers résultats prometteurs sont rapportés en vue d'une normalisation ultérieure.

Après une brève description des méthodes (Article 6), les voies d'exposition d'un contaminant à l'organisme cible sont examinées (Article 7). Un résumé des méthodes existantes et des méthodes prometteuses qu'il convient de développer ultérieurement est donné à l'Article 8. L'Article 9 donne des recommandations et présente les conditions minimales relatives à l'application et au développement ultérieur.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17402:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-66d4ed2e70eb/iso-17402-2008>

Qualité du sol — Lignes directrices pour la sélection et l'application des méthodes d'évaluation de la biodisponibilité des contaminants dans le sol et les matériaux du sol

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des lignes directrices pour la sélection et l'application des méthodes permettant d'évaluer la biodisponibilité pour la caractérisation du sol et des matériaux du sol contaminés. Elle ne fournit pas une sélection des meilleures méthodes applicables, mais spécifie les principes et les conditions limites des méthodes à utiliser et indique les exigences minimales relatives au développement de méthodes. Les résultats obtenus à partir de telles méthodes peuvent être utilisés en tant qu'estimation de la biodisponibilité dans une approche d'évaluation du risque.

Dans la présente Norme internationale, lorsque le terme «sol» n'est utilisé qu'à des fins de simplification, le terme plus large «sol et matériau du sol» doit être considéré.

Les contaminants considérés dans la présente Norme internationale sont les métaux, y compris les métalloïdes et les contaminants organiques, notamment les composés organométalliques. La présente Norme internationale s'applique également aux métaux issus de processus géologiques et pédologiques naturels (teneur pédogéochimique naturelle).

La présente Norme internationale peut également s'appliquer aux sédiments.

NOTE Une procédure d'évaluation basée sur la fraction biodisponible de la quantité totale de contaminants dans le sol/matériau du sol peut contribuer au développement d'exigences réglementaires de procédures d'évaluation basées sur le risque pour les sols.

Selon les objectifs de protection envisagés, des applications de méthodes existantes sont recommandées et leurs limites sont discutées de façon à promouvoir le développement et l'introduction de méthodes normalisées exploitables, à utiliser pour l'évaluation des sols et des sites. Ces méthodes sont nécessaires pour permettre de quantifier les facteurs influençant la biodisponibilité.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11074:2005, *Qualité du sol — Vocabulaire*

ISO/TS 21268-1:2007, *Qualité du sol — Modes opératoires de lixiviation en vue d'essais chimiques et écotoxicologiques ultérieurs des sols et matériaux du sol — Partie 1: Essai en bûchée avec un rapport liquide/solide de 2 l/kg de matière sèche*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11074 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 biodisponibilité
degré auquel des substances chimiques présentes dans le sol peuvent être absorbées ou métabolisées par un récepteur humain ou écologique, ou être disponibles pour une interaction avec les systèmes biologiques

NOTE 1 Adapté de l'ISO 11074:2005.

NOTE 2 Le concept de biodisponibilité est plus amplement expliqué à l'Article 5.

NOTE 3 Dans l'ISO/TS 17924, une définition spécifique à l'absorption humaine par ingestion est donnée comme la fraction d'une substance présente dans le sol ingéré qui atteint la circulation systémique (circulation sanguine).

3.2 contaminant
substance ou agent présent(e) dans le sol du fait de l'activité humaine

[ISO 11074:2005]

NOTE La présente définition ne présuppose pas l'existence d'un danger dû à la présence du contaminant.

3.3 charge critique du corps en résidu CCCR
concentration interne accumulée dans un tissu, un organe ou le corps entier qui est corrélée avec un effet préjudiciable

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 17402:2008
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-66d4ed2e70eb/iso-17402-2008>

3.4 disponibilité environnementale
fraction du contaminant potentiellement disponible pour des organismes et qui résulte de processus physico-chimiques de désorption

NOTE 1 Voir également la Figure 2.

NOTE 2 La disponibilité environnementale comprend

- 1) une fraction disponible réelle ou la quantité réelle dissoute de polluant dans des conditions ambiantes, ou
- 2) une fraction potentiellement disponible, c'est-à-dire la quantité maximale qui peut être libérée dans les conditions (prédéfinies) du cas le plus pessimiste. La fraction disponible potentielle comprend la fraction disponible réelle.

3.5 biodisponibilité environnementale
fraction du composé environnementalement disponible qu'un organisme absorbe par des processus physiologiques

NOTE Voir également la Figure 2.

3.6 fonction d'habitat
capacité du sol/des matériaux du sol à servir d'habitat aux micro-organismes, aux végétaux, aux animaux vivant dans le sol et leurs interactions (biocénose)

[ISO 11074:2005]

3.7**essai de lixiviation**

essai au cours duquel un matériau est mis en contact avec un lixiviant dans des conditions strictement définies et durant lequel certains des constituants du matériau sont extraits

[ISO/TS 21268-1:2007]

3.8**lixiviant**

liquide utilisé lors d'un essai de lixiviation

[ISO/TS 21268-1:2007]

3.9**teneur pédogéochimique naturelle**

concentration d'une substance dans les sols, due aux processus géologiques et pédologiques naturels, à l'exclusion de tout apport supplémentaire d'origine humaine

[ISO 11074:2005]

NOTE Dans la teneur de fond [concentration d'une substance dans les sols, due aux processus géologiques et pédologiques naturels, y compris les sources diffuses (ISO 19258)], la teneur pédogéochimique naturelle est combinée à la teneur due à une pollution diffuse.

3.10**polluant**

substance ou agent présent(e) dans le sol (ou les eaux souterraines) qui, du fait de ses propriétés, de sa quantité ou de sa concentration, a des effets préjudiciables sur les fonctions du sol ou l'utilisation du sol

NOTE Adapté de l'ISO 11074:2005.

[ISO 17402:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/917aede7-dad7-4f19-92f5-6614ed2e70eb/iso-17402-2008)

3.11**substance potentiellement dangereuse**

substance qui, lorsqu'elle est présente en concentration ou en quantité suffisante, peut être dangereuse pour les êtres humains ou l'environnement

NOTE Elle peut être présente soit du fait de l'activité de l'homme, soit naturellement.

3.12**récepteur**

personne ou partie de l'écosystème potentiellement exposée

3.13**fonction de rétention**

capacité des sols/des matériaux du sol à adsorber les contaminants de sorte qu'ils ne puissent pas être entraînés par le mouvement de l'eau ni transférés à la chaîne alimentaire terrestre

[ISO 11074:2005]

NOTE Dans la présente Norme internationale, les processus d'adsorption et de désorption réversibles sont également pris en compte.

3.14**sédiment ou sol subhydrique**

sol et son matériau d'origine sous la masse d'eau superficielle

3.15

sol

couche supérieure de la croûte terrestre composée de particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes

NOTE 1 Dans un sens plus large utilisé en génie civil, le terme «sol» inclut le sol superficiel et le sous-sol; les dépôts tels que les argiles, limons, sables, graviers, gravillons, pierres ainsi que les dépôts organiques tels que la tourbe; mais aussi les matériaux d'origine naturelle ou d'origine humaine (par exemple remblais et déchets des décharges).

NOTE 2 Adapté de l'ISO 11074:2005.

3.16

matériau du sol

matériau provenant du sol et déplacé et/ou modifié par l'activité humaine, comprenant les terres excavées, les matériaux de dragage, les sols artificiels, les sols traités et les matériaux de remblai

NOTE Pour les besoins de la présente Norme internationale, les sédiments sont considérés comme matériau du sol.

3.17

organismes du sol

tous les organismes vivant complètement ou durant des parties spécifiques de leur vie dans le sol ou à la surface du sol (y compris la couche de litière) et qui contribuent aux processus du sol (par exemple le recyclage des nutriments), comprenant des végétaux (y compris des algues du sol), une microflore, des espèces invertébrées et (quelques) espèces vertébrées

3.18

biodisponibilité toxicologique

concentration interne accumulée et/ou liée à un effet toxique

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

NOTE 1 Voir aussi Figure 2.

ISO 17402:2008

NOTE 2 Cette définition se réfère aux concentrations internes chez les humains, les mammifères et autres organismes.

66d4ed2e70eb/iso-17402-2008

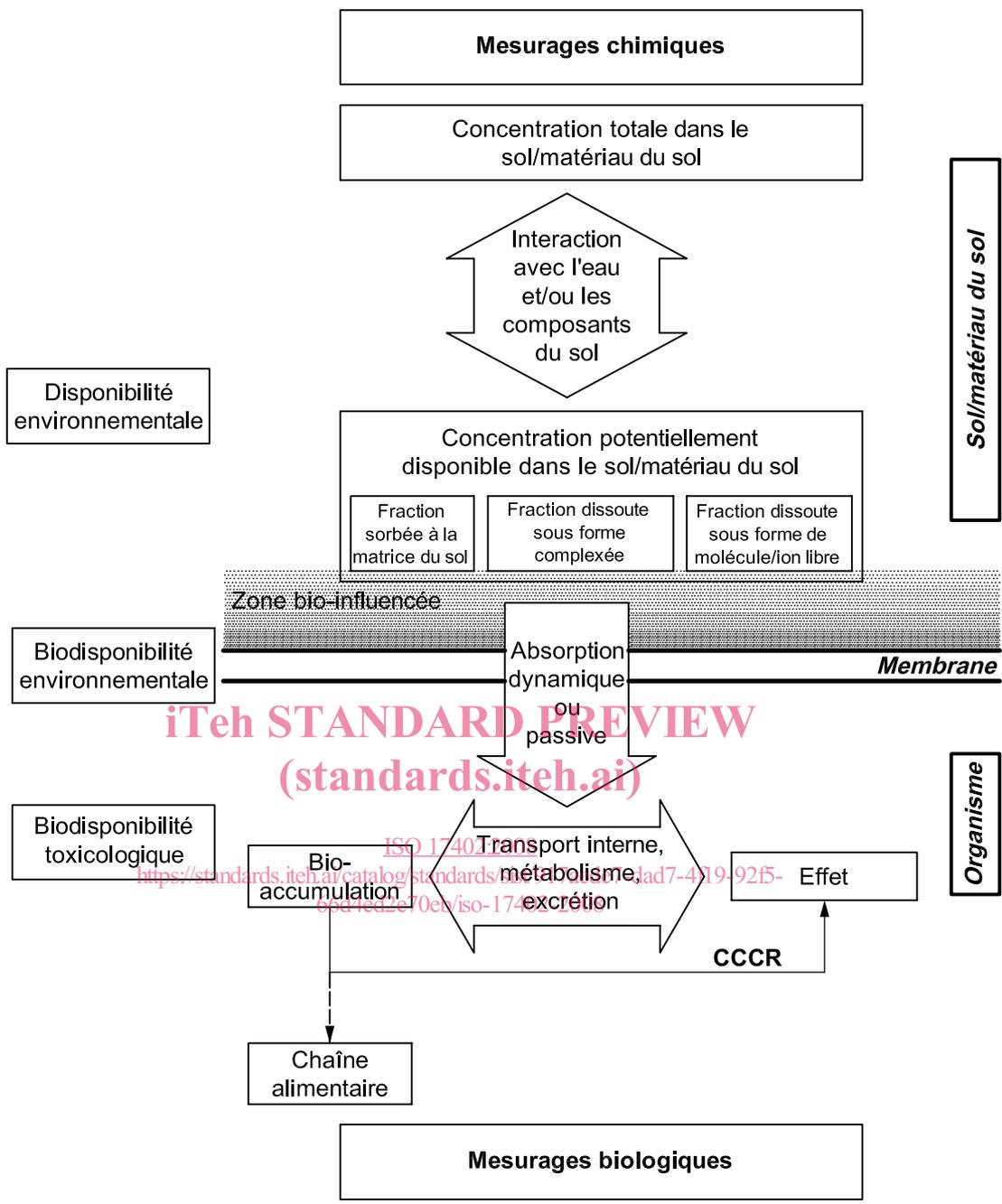


Figure 2 — De la concentration totale dans le sol à l'effet (modifié d'après la Référence [7] de la Bibliographie)