



HAL
open science

Aide au choix de substances prioritaires en Santé environnementale : un processus associant un avis d'expert et une analyse multicritère participative.

Guillaume Karr, Céline Boudet, Anne-Christine Le Gall, Jean-Marc Brignon,
Laurence Rouil, Martine Ramel

► To cite this version:

Guillaume Karr, Céline Boudet, Anne-Christine Le Gall, Jean-Marc Brignon, Laurence Rouil, et al.. Aide au choix de substances prioritaires en Santé environnementale : un processus associant un avis d'expert et une analyse multicritère participative.. Environnement, Risques & Santé, 2014, 13 (2), pp.135-143. 10.1684/ers.2014.0686 . ineris-01710263

HAL Id: ineris-01710263

<https://ineris.hal.science/ineris-01710263>

Submitted on 15 Feb 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Noms des auteurs : Guillaume KARR (1), Céline BOUDET (1), Anne Christine LE-GALL (1), Jean-Marc BRIGNON (1), Laurence ROUIL (1), Martine RAMEL (1).

Aide au choix de substances prioritaires en Santé environnementale : un processus associant un avis d'expert et une analyse multicritère participative.

Decision aid for the selection of priority substances in Environmental Health: associating an expert opinion and a participatory multi-criteria analysis.

(1) Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS)

Parc Technologique Alata - BP2

60 550 Verneuil en Halatte

guillaume.karr@ineris.fr – Tel. : 03 44 55 68 70 – Fax : 03 44 55 65 56

celine.boudet@ineris.fr, anne-christine.le-gall@ineris.fr, jean-marc.brignon@ineris.fr,

laurence.rouil@ineris.fr, martine.ramel@ineris.fr.

Résumé

Identifier et hiérarchiser des substances préoccupantes est une tâche complexe, car la notion même de substance préoccupante revêt un sens différent selon les réglementations, les politiques publiques, les exercices de hiérarchisation existants ou les opinions individuelles.

En termes d'actions publiques, le choix de substances prioritaires s'appuie généralement sur des ordres de substances construits sur la base d'un avis d'experts. Le processus décrit dans cet article propose de fournir, en complément, des ordres de substances basés sur des points de vue identifiés parmi d'autres acteurs de la décision : groupe de décideurs, représentants d'intérêts divers, personnes issues de la société, etc.

Pour ce faire, le processus invite à mettre en œuvre des méthodes multicritères participatives. Ces méthodes permettent de structurer l'implication des différents acteurs, explicitent la logique sous-jacente de chaque ordre généré et s'adaptent aux données disponibles.

Leur mise en œuvre auprès de parties prenantes a été réalisée dans d'autres exercices de hiérarchisation, portant sur des problématiques environnementales diverses. A notre connaissance, elle n'a pas encore été réalisée dans le cadre de la hiérarchisation de substances préoccupantes.

En utilisant ce processus de hiérarchisation à l'occasion d'un choix de substances prioritaires, répondant à un objectif spécifique, les décideurs pourront éclairer et nourrir leurs réflexions en s'appuyant sur plusieurs ordres de substances, accompagnés de leur logique sous-jacente, plutôt que sur un ordre unique qui supposerait un consensus qui n'existe pas nécessairement. Ces différents ordres leur permettront, dans une certaine mesure,

d'appréhender et de tenir compte de la diversité des points de vue pouvant être choisis pour répondre à l'objectif retenu.

Ce processus peut s'adapter à tout type de contexte et d'objectif de hiérarchisation. Une application réalisée en 2012, pour appuyer le choix des substances prioritaires du futur Plan National Santé Environnement (PNSE3), permet d'illustrer chaque étape du processus dans cet article.

Most clés : hiérarchisation, substances, analyse multicritère participative.

Abstract

Identifying and ranking substances of concern is a complex task, because the notion of substance of concern has a different meaning depending on regulations, public policies, existing ranking exercises or individual opinions.

In terms of public actions, the choice of priority substances is generally supported by orders of substances constructed on an expert opinion. The process described in this article suggests providing, in addition, orders of substances elaborated on the basis of views identified among other people involved in the decision process: groups of decision makers, stakeholders, people from society, etc.

To do so, this process advises using participatory multi-criteria methods. These methods structure the participatory approach, they make explicit the underlying logic of each generated order and they can be adapted to the available data.

The implementation of these methods with stakeholders has already been carried out in other ranking exercises, dealing with various environmental issues. To our knowledge, it has not yet been carried out for ranking substances of concern.

Using this ranking process for choosing priority substances, responding to a specific objective, decision makers can enlighten their reflections being supported by several orders of substances, characterized by their underlying logic, rather than by a unique order which would presuppose a consensus that does not necessarily exist. These different orders will enable them, to a certain extent, to understand and to take into account the various views that can be selected to respond to the considered objective.

The process can adapt to any type of context and ranking objective. An application conducted in 2012, to support the choice of the priority substances of the future French Environmental Health National Action Plan (PNSE3), enables to illustrate each step of the process.

Key words: ranking, substances, participatory multi-criteria analysis.

I. Introduction

Le deuxième Plan National Santé Environnement (PNSE2) décline les engagements issus du Grenelle de l'Environnement en matière de Santé Environnement, pour la période 2009 – 2013. L'action 5 demande de définir une méthode d'identification et de hiérarchisation des substances toxiques les plus préoccupantes.

Le caractère préoccupant d'une substance ne relève pas d'une définition absolue ou consensuelle. Des significations différentes peuvent être observées parmi les actions de hiérarchisation existantes, les réglementations en vigueur, les politiques publiques en cours ou les opinions individuelles. Différents critères peuvent être mis en avant. Par exemple :

- le danger, comme dans l'interdiction de produits CMR 1 et 2 dans les matériaux de construction [1] ;
- le caractère *Persistant Bioaccumulable et Toxique* (PBT), comme dans l'interdiction de Polluants Organiques Persistants (POP) requise par la Convention de Stockholm [2] ;
- la protection de populations sensibles, comme dans l'interdiction du Bisphénol A dans les biberons, afin de réduire le risque sanitaire pour les nourrissons [3] ;
- le risque individuel inacceptable, comme pour les actions de réduction des émissions de perchloroéthylène incluses au PNSE2 [4], dans le but de réduire le risque sanitaire des personnes habitant au-dessus d'une entreprise de nettoyage à sec.

Parfois, les critères utilisés et leurs échelles de mesure ne sont pas explicités.

Mettre en avant un critère de santé publique inviterait à hiérarchiser les substances selon le risque collectif associé [5], c'est-à-dire selon leur nombre de cas attribuables - décès, pathologies. Se focaliser sur le risque collectif des substances présente deux limites principales :

- la diversité des points de vue portant sur la signification d'une substance préoccupante n'est pas prise en compte ;
- certaines caractéristiques d'une substance, pouvant être jugées préoccupantes, ne sont pas aujourd'hui quantifiables en termes de cas attribuables. C'est par exemple le cas du caractère perturbateur endocrinien.

Dans ce contexte d'attentes multiples et de connaissances imparfaites, quelle aide peut être fournie aux décideurs pour appuyer leur choix de substances devant faire l'objet d'actions prioritaires ?

Les décideurs disposent généralement d'un unique point de vue, construit par des experts scientifiques et techniques, qui peut éventuellement être accompagné de commentaires de parties prenantes.

A notre connaissance, les travaux d'appui existants ne proposent pas d'ordres de substances (co)construits par plusieurs types d'acteurs de la décision.

II. Matériels et méthodes

La méthode de construction du processus objet de la présente publication, décrit au paragraphe *Résultats*, a compris trois étapes principales.

1) Analyse des listes de substances prioritaires existantes

Identifier et hiérarchiser des substances n'est pas un exercice nouveau : un recensement et une analyse des principaux travaux existants ont donc été réalisés [6]. Cette analyse a conclu notamment que :

- chaque exercice fournit un avis d'expert, uniquement, sous la forme :
 - d'une liste hiérarchisée de substances, comme dans le cadre des travaux portant sur les substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau [7], ou
 - d'un ensemble hiérarchisé de groupes de substances, comme dans le cadre des travaux de l'OQAI¹ sur les polluants de l'air intérieur [8], ou
 - de propositions de substances candidates, dont les aspects préoccupants sont détaillés dans un dossier spécifique, comme dans le cadre du Règlement REACH portant sur la gestion des produits chimiques en Europe [9] ;
- quelques exercices comprennent une consultation de parties prenantes, portant sur les résultats obtenus. Par exemple, l'AFSSET² consulte la Commission des Produits Chimiques et Biocides sur les résultats de certains de ses travaux de hiérarchisation [10]. Néanmoins, les parties prenantes ne participent pas à la hiérarchisation des substances en tant que telle ;
- les méthodes de construction de ces avis d'experts ne sont pas toujours explicitées.

¹ Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur.

² Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, aujourd'hui intégrée dans l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES).

Cette analyse montre également qu'un exercice de hiérarchisation de substances se déroule dans un contexte d'attentes multiples. La définition d'une *substance préoccupante devant faire l'objet d'actions prioritaires* dépend de l'objectif retenu³ et du point de vue⁴ que l'on considère pour y répondre.

Dans ce contexte, les décideurs pourraient trouver utile de pouvoir s'appuyer sur plusieurs ordres de substances, correspondant à plusieurs points de vue explicites, notamment construits avec des acteurs qui ne soient pas des experts. Pour ce faire, différentes méthodes peuvent être mises en œuvre.

2) Recensement et analyse des méthodes multicritères utilisées comme aide à la décision

Une *méthode d'analyse multicritère*, ou plus simplement une *méthode multicritère*, est un ensemble de règles systématiques permettant, à partir d'un certain nombre de critères prédéfinis, de générer des éléments d'aide à la décision. Ces règles décrivent comment les informations fournies par chaque critère sont associées pour pouvoir comparer les objets de l'analyse. On parle de *synthèse* ou d'*agrégation*.

Un recensement et une analyse de ces méthodes ont donc également été réalisés [11]. Les deux types d'agrégation les plus utilisés sont :

³ Compartiment environnemental et cible considérés, actions que l'on envisage d'entreprendre, types de substances considérées, etc.

⁴ Représenté, en première approximation, par une sélection de critères pondérés. Cette sélection traduit une logique de décision sur laquelle on peut s'appuyer pour répondre à l'objectif retenu.

- *le critère unique de synthèse.*

Les critères sont combinés en un critère unique. Par exemple :

- une somme des scores de chaque critère est utilisée par l'IEH⁵ pour hiérarchiser les substances devant faire l'objet d'actions de Recherche prioritaires [12] ;
- une multiplication des scores de chaque critère a été utilisée par l'ANSES pour hiérarchiser des substances reprotoxiques [13].

Ce type d'agrégation permet d'obtenir une liste complètement ordonnée. Il présuppose que les critères de hiérarchisation puissent s'exprimer en une même grandeur, ce qui peut s'avérer délicat⁶ ;

- *le surclassement de synthèse.*

Les substances sont comparées deux à deux, selon un système de règles appelé *relation de surclassement*. L'ensemble des résultats est synthétisé sous la forme d'un arbre ordonné de substances (*Figure 1*).

Figure 1

Par exemple, ce type d'agrégation a été utilisé dans le cadre du projet Sph'Air [14], afin de hiérarchiser des pesticides à surveiller dans l'air.

L'analyse effectuée montre que les méthodes d'agrégation par surclassement de synthèse offrent plusieurs avantages. Elles permettent notamment de :

⁵ (Medical Research Council) Institute for Environment and Health - Angleterre

⁶ en théorie et en pratique

- décrire finement les logiques de décision, par l'intermédiaire de poids entre critères, de seuils de vétos, de seuils d'indifférence, de seuils de préférence, etc. [15]
- agréger des critères de nature différente (quantitatifs / qualitatifs), sans nécessairement les transformer au préalable en une même grandeur ;
- considérer que deux substances peuvent être incomparables. Par exemple :
 - si les substances S_1 et S_2 ont des profils de performances très différents sur l'ensemble des critères, sans qu'une dominance globale significative ne se dégage ;
 - si S_1 domine faiblement S_2 pour une majorité de critères, mais que S_2 domine très fortement S_1 pour un nombre réduit de critères.

Cette notion d'incomparabilité se traduit graphiquement par l'absence de flèche entre deux substances situées à un même niveau vertical. Par exemple, sur la Figure 1, le Benzo[a]pyrène et le DEHP sont considérés comme incomparables.

Un arbre contient donc plus d'informations qu'une liste hiérarchisée.

Cette richesse d'information peut rendre l'interprétation des résultats moins évidente que dans le cas d'un critère unique de synthèse. Elle permet néanmoins de favoriser les échanges entre les différents acteurs de la décision.

Les méthodes multicritères ont déjà été utilisées pour encadrer des démarches participatives associant des parties prenantes, lors de travaux de hiérarchisation portant sur des problématiques environnementales diverses - anciennes zones minières risquant de s'effondrer [16], gestion d'un territoire en cas de contamination radiologique accidentelle [17], réglementation des nanotechnologies [18], réhabilitation de milieux aquatiques pollués [19], répartition de la ressource en eau [20], politique énergétique [21], etc. - mais pas encore, à notre connaissance, dans le cas particulier de la hiérarchisation de substances préoccupantes.

3) Implication de deux types d'acteurs

Le processus de hiérarchisation, décrit au paragraphe *Résultats*, a été construit en s'appuyant sur une démarche participative. Deux types d'acteurs ont été impliqués :

- des experts scientifiques et techniques, spécialisés dans les domaines de l'évaluation des risques et de l'aide à la décision, issus d'organismes de référence nationaux et internationaux : HCSP⁷, InVS⁸, ANSES⁹, INSPQ¹⁰, OQAI¹¹, LAMSADE¹², École Centrale de Paris et INERIS.

Une première version du processus leur a été soumise. Les experts ont été sollicités pour examiner la robustesse de certaines composantes et formuler des suggestions d'amélioration.

Les experts de l'INERIS ont notamment élaboré des critères de hiérarchisation, ainsi que les échelles de mesure associées.

- des parties prenantes, réparties en différents *collèges*, s'inspirant de ceux définis à l'occasion du Grenelle de l'Environnement : *Industriels, ONG/associations, Élus, État, Monde Académique et Syndicats*.

Les parties prenantes ont contribué aux réflexions portant sur la construction du processus [22, 23] : compréhension par des personnes non-impliquées, articulation des axes de travail envisagés, nécessité d'une démarche participative à chaque

⁷ Haut Conseil de Santé Publique

⁸ Institut de Veille Sanitaire.

⁹ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

¹⁰ Institut National de Santé Publique du Québec.

¹¹ Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

¹² Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la DEcision

étape, intégration de la perception sociale, positionnement en stricte aide à la décision, etc.

III. Résultats

Le présent paragraphe décrit les différentes composantes du processus d'identification et de hiérarchisation élaboré par l'INERIS.

Une application du processus a été réalisée en 2012 [24], pour aider à l'identification des substances prioritaires du futur Plan National Santé Environnement (PNSE3). L'objectif retenu était *Quelles sont les substances préoccupantes dont il faut réduire prioritairement les expositions ?* Cette application permet d'illustrer ici chacune des composantes du processus¹³.

Le nombre de substances chimiques présentes sur le marché européen est estimé à environ 100 000 [25]. La première étape d'un exercice de hiérarchisation, réalisé dans le cadre de contraintes budgétaires et temporelles classiques, consiste donc à présélectionner un nombre de substances plus limité.

Le processus suggère que cet *Univers de substances* soit construit sur la base d'une combinaison de listes existantes, à définir en fonction de l'objectif de hiérarchisation retenu. Cette construction constitue la phase d'identification des substances les plus préoccupantes, préalable à leur hiérarchisation.

Par exemple, dans le cadre de l'exercice du PNSE3, trois types de listes existantes ont été retenus :

- des listes spécifiques à certains types de polluants : pesticides (liste de l'ORP¹⁴), polluants organiques persistants (liste de la Convention de Stockholm), substances CMR les plus problématiques identifiées par l'AFSSET, etc.

¹³ L'objet de la présente publication est le processus de hiérarchisation : une analyse détaillée des résultats de l'application réalisée fera l'objet de publications spécifiques.

¹⁴ Observatoire des Résidus de Pesticides.

- des listes spécifiques à certains milieux d'exposition : substances de la deuxième Etude de l'Alimentation Totale française (EAT 2, ANSES) pour lesquelles le risque n'a pas pu être évalué comme non-préoccupant, substances identifiées dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau européenne, substances hiérarchisées par l'OQAI, etc.
- des listes génériques : substances ciblées par la loi américaine CERCLA, liste canadienne du programme *Le Défi*, liste australienne de l'Inventaire National des Polluants (NPI), etc.

Dans un deuxième temps, dans le cadre d'un objectif donné, le processus invite à fournir aux décideurs plusieurs ordres de substances, correspondant à différents points de vue sur ce qu'est une *substance préoccupante devant faire l'objet d'actions prioritaires*. Il s'articule autour de deux axes de travail complémentaires (Figure 2) :

1. la réalisation d'une analyse multicritère participative.

Un ordre de substances correspond à une logique de décision particulière, un point de vue multicritère. Plusieurs ordres de substances peuvent donc potentiellement être générés.

Des points de vue multicritères peuvent être identifiés parmi plusieurs types d'acteurs de la décision : groupe de décideurs, représentants d'intérêts divers, personnes issues de la société, etc.

Par exemple, dans le cadre de l'exercice du PNSE3 :

- la méthode multicritère retenue a été ELECTRE III. Développée par le LAMSADE, cette méthode se base sur une agrégation par surclassement de synthèse.

- huit critères ont été retenus (*Tableau 1*). Ces critères sont issus d'échanges avec les parties prenantes, sur la base d'une proposition initiale élaborée par des experts de l'INERIS. Leur échelle de mesure a été élaboré par un expert du domaine correspondant ;
- deux points de vue multicritères (*Tableau 1*) ont été identifiés parmi un groupe de personnes issues de la société, de profils variés, en utilisant des techniques de *révélation des préférences*.

En première analyse, le point de vue P_1 mettrait en avant la notion de population fragile à protéger des pollutions humaines, alors que le point de vue P_2 semblerait plutôt mettre en avant l'ampleur de la population exposée, quelque soit l'origine de la pollution.

Tableau 1

2. la construction d'un *Indicateur de Risque Collectif* (IRC).

Il s'agit ici de caractériser le risque collectif des substances considérées, à défaut d'en avoir une valeur exacte.

En première approximation, l'IRC matérialise un avis d'expert en matière de risque.

Classer les substances selon leur valeur respective d'IRC permet d'obtenir une liste hiérarchisée, monocritère, fondée sur la notion de risque collectif.

Par exemple, dans le cadre de l'exercice du PNSE3, la méthode de construction retenue pour l'IRC s'inspire de l'indicateur utilisé par *Eurostat* pour suivre l'efficacité de la mise en place du règlement REACH [26].

Ainsi, plusieurs ordres de substances sont générés (*Figure 2*), à l'aide de deux méthodes de nature différente : des ordres multicritères, basés des logiques sous-jacentes explicites, et un ordre monocritère, basé sur une logique de risque. Ces ordres partagent le même objectif mais y répondent de manière différente : ils constituent autant d'éléments permettant d'appuyer et de nourrir la réflexion des décideurs.

Figure 2

Dans le cadre de l'exercice du PNSE3, trois ordres ont été élaborés : deux par analyse multicritère et un par calculs d'IRC. En tête de ces ordres se trouvent des substances classiquement considérées comme préoccupantes¹⁵ et d'autres qui le sont moins¹⁶.

35 substances sont communes aux 100 premiers rangs de ces trois ordres (Tableau 2).

Tableau 2

De plus, puisqu'un exercice de hiérarchisation s'appuie sur les données disponibles caractérisant les substances et leurs effets, le processus demande que soit définie une Note de Qualité. Il s'agit d'une mesure simple de la disponibilité et de la qualité des données utilisées pour hiérarchiser une substance.

Par exemple, dans le cadre de l'exercice du PNSE3, la Note de Qualité est une mesure de la présence de données pour la substance parmi une sélection de bases de référence.

¹⁵ Par exemple : mercure, dioxines, benzo(a)pyrene, PolyChlorobiPhényles (PCB), pesticides classiques, benzène, DEHP, formaldéhyde, etc

¹⁶ Par exemple : 4,4-méthylènedianiline (MDA) ; 4-tert-butylphénol ; 2-nitrotoluène ; sulfite de sodium ; diméthoate, etc.

Des indicateurs peuvent également être construits en complément des ordres générés, selon les besoins des décideurs. Par exemple, dans le cadre de l'exercice du PNSE3, un Indicateur de Perception Sociétale a été construit. Il s'agit d'une mesure simple du niveau de préoccupation de la société, vis-à-vis de chaque substance et de ses effets. Il a été élaboré en se basant sur la présence de la substance dans une sélection de médias de référence. Ces deux types d'informations supplémentaires sont proposés en complément des ordres de substances générés. Ils ne participent pas à la hiérarchisation des substances en tant que telle.

Enfin, le processus élaboré par l'INERIS propose que la déclinaison de chaque étape s'appuie sur une démarche participative, impliquant des experts en matière de risque et des parties prenantes. La participation des parties prenantes porte notamment sur :

1. la complétude de l'univers de substances ;
2. le choix des critères ;
3. l'identification de points de vue multicritères – poids entre critères – en utilisant par exemple des techniques de révélation des préférences.
4. la correspondance des résultats obtenus avec les attentes sociétales du moment.

IV. Discussion

Ce processus constitue un mode de gestion de la complexité inhérente à un exercice de hiérarchisation appuyant une décision en matière de Santé Environnement : connaissances scientifiques imparfaites, diversité de points de vue, enjeux multiples, etc.

Son originalité consiste en :

- l'intégration de différents types d'expertises : évaluation des risques, technico-économie, aide multicritère à la décision, ingénierie de la participation, etc. ;
- le couplage de méthodes, d'outils et de données existants et validés par ailleurs ;
- l'application de méthodes multicritères participatives auprès de parties prenantes, pour compléter un avis d'experts en matière de risque.

Les méthodes multicritères présentent les avantages suivants :

- elles donnent un cadre formalisé pour la démarche participative : formulation de la problématique, favorisation des échanges contradictoires, révélation et prise en compte des préférences exprimées par les participants, etc.
- un ordre de substances peut être généré pour chaque point de vue multicritère considéré, c'est-à-dire pour chaque logique de décision retenue. Ces méthodes permettent donc de fournir aux décideurs des ordres de substances accompagnés de leur logique sous-jacente explicite, ce qui assure la transparence de l'aide à la décision ;
- les points de vue multicritères retenus peuvent être co-construits avec plusieurs types d'acteurs de la décision, ce qui donne de la légitimité aux résultats obtenus, en complément de leur validité technique ;
- les échelles de mesures des critères peuvent s'adapter aux données disponibles : l'ensemble des aspects préoccupants d'une substance peut donc potentiellement

être pris en compte, en s'adaptant au niveau de connaissances scientifiques du moment.

Le processus élaboré par l'INERIS propose d'appliquer ces méthodes dans le cas particulier de la hiérarchisation de substances préoccupantes, pour la première fois.

Dans un contexte d'enjeux multiples et de connaissances imparfaites, les décideurs disposent ainsi :

- avant de faire leur choix, d'une formalisation de plusieurs points de vue qui permet, dans une certaine mesure, d'appréhender la diversité des points de vue permettant de répondre à l'objectif retenu [26] ;
- une fois le choix effectué, d'éléments explicites et construits de manière transparente, permettant de justifier les raisons de leurs choix, et donc de leur donner plus de cohérence et de robustesse.

Fournir des avis complémentaires à des avis d'experts peut paraître ajouter trop de subjectivité dans l'aide à la décision. Néanmoins :

- les décideurs peuvent trouver utile de pouvoir appuyer leur décision sur des aides comportant une part de subjectivité bien explicitée, lorsqu'il n'existe pas de vérité scientifique sur le sujet étudié ;
- la plupart des évaluations comportent, implicitement ou explicitement, une part de subjectivité. Par exemple : le choix du taux d'escompte dans une analyse coût/bénéfice ou le choix des scénarios d'exposition dans une évaluation de risque. S'il est difficile d'être complètement objectif dans une évaluation, alors l'évaluateur doit plutôt s'attacher à expliciter les étapes où de la subjectivité intervient, ainsi que son influence sur les résultats obtenus.

La note de qualité permet d'apprécier la fiabilité du rang obtenu pour une substance dans un ordre. Elle peut également être utilisée pour établir des priorités d'actions de Recherche.

L'indicateur de perception sociétale renseigne sur le contexte sociétal lié à la substance. En particulier, si une substance est considérée comme hautement préoccupante par la société, à tort ou à raison du strict point de vue de l'évaluation des risques, on peut s'attendre à ce qu'une sélection de substances prioritaires ne comprenant pas cette substance soit fortement questionnée lors de sa publication.

Par exemple, dans le cadre de l'exercice du PNSE3, le Bisphénol A ne se trouve pas parmi le haut de la liste IRC¹⁷, principalement parce que la capacité de perturbation endocrinienne ne peut pas aujourd'hui être traduite en termes de cas attribuables. Un indicateur de perception sociétale élevé permet néanmoins d'alerter le décideur.

Les différentes composantes du processus s'adaptent à tout contexte et objectif de hiérarchisation considéré : univers de substances, critères, poids des critères, méthode de construction de l'IRC, choix des acteurs à impliquer, etc.

La méthode permet également de mettre en synergie les actions de hiérarchisation existantes :

- leurs résultats peuvent être intégrés parmi les listes retenues pour construire l'univers de substances ;
- leurs critères explicites peuvent être réutilisés au sein de l'analyse multicritère.

¹⁷ Mais il se trouve dans le haut des ordres générés par analyse multicritère.

V. Conclusion

Dans un contexte de connaissances imparfaites et de diversité de points de vue, le processus élaboré par l'INERIS propose d'éclairer la réflexion des décideurs en leur fournissant plusieurs ordres de substances, accompagnés de leur logique sous-jacente explicite. Il invite à s'appuyer, notamment, sur des méthodes multicritères participatives.

Ce processus peut s'adapter à tout type de contexte et d'objectif de hiérarchisation. Il peut donc être entièrement redécliné pour d'autres objectifs que celui du PNSE3, par exemple dans des contextes plus locaux.

Si la problématique est proche de celle du PNSE3, une réutilisation partielle et/ou une adaptation des résultats obtenus peut être envisagée. Par exemple, des ordres multicritères ont été générés en ne retenant que le potentiel de perturbation endocrinienne dans le critère *Danger pour la santé*.

VI. Remerciements

Nous remercions les membres de la Commission d'Orientation de la Recherche et de l'Expertise (CORE) de l'INERIS, pour leurs avis critiques et leurs suggestions d'amélioration ; les experts sollicités lors de la construction de la méthode, internes et externes à l'INERIS, Philippe Hubert tout particulièrement, pour leur appui technique ; le Ministère en charge de l'Écologie, pour le financement de l'étude ; Myriam Merad, pour son aide précieuse tout au long du projet.

Bibliographie

1. Arrêté du 28 mai 2009 modifiant l'arrêté du 30 avril 2009 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2.
2. Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants. Annexe D ; Informations Requises et Critères de Sélection ;
http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_fr.pdf .
3. Loi n° 2010-729 du 30 juin 2010 tendant à suspendre la commercialisation de biberons produits à base de bisphénol A. ORF n°150 du 1 juillet 2010 page 11857 ; texte n° 1.
4. Deuxième Plan National Santé Environnement (PNSE2) ; <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNSE2.pdf>
5. Hubert P. Pour un meilleur usage du risque attribuable en santé environnementale. *Environnement, Risques & Santé* Septembre 2003 ; Volume 2, Numéro 5 : 266-78.
6. Grammont V, Boudet C. Hiérarchisation des substances : Identification des listes existantes de substances prioritaires. INERIS 2009 ; rapport N° DRC-09-104007-10463A ; <http://www.ineris.fr/centredoc/rapport-drc-09-104007-10463a-1352824865.pdf>.
7. Daginnus K, Gottardo S, Payá-Pérez A, Whitehouse P, Wilkinson H, Zaldívar JM. Model-Based Prioritisation Exercise for the European Water Framework Directive. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2011 ; 8 : 435-455.
8. Alméras C. Hiérarchisation sanitaire des polluants de l'environnement intérieur : mise à jour pour le cas des logements et extrapolation à d'autres environnements intérieurs. OQAI 2010, rapport n° ESE/Santé – 2010- 095, septembre 2010, 111 p.
9. Règlement (CE) n° 1907/2006 – Journal Officiel L 136 du 29 mai 2007 - procédure d'autorisation de REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*)

10. Avis de la Commission des Produits Chimiques et Biocides du 22 juin 2009 relatif aux substances extrêmement préoccupantes à proposer par la France en vue d'une inclusion à l'annexe XIV des substances soumises à autorisation du règlement Reach ;
11. Le Gall AC. Panorama des méthodes d'analyse multicritère comme outils d'aide à la décision. Rapport INERIS N°DRC-09-102861-12257A ;
<http://www.ineris.fr/centredoc/le-gall-2009-drc-09-102861-12257a-mcda-action-18a-1352824541.pdf>
12. A Screening Method for Ranking Chemicals by their Fate and Behaviour in the Environment and Potential Toxic Effects in Humans Following Non-occupational Exposure. MRC Institute for Environment and Health, 2004, Web Report W14 ;
<http://www.cranfield.ac.uk/health/researchareas/environmenthealth/ieh/ieh%20publications/w14.pdf>
13. Bonvallot N., Mullot JU, Solal C, Dor F. Méthode d'identification et de hiérarchisation des substances reprotoxiques pour la construction de valeurs toxicologiques de référence. Environnement, Risques & Santé 2009 ; 8-2 : 119-31.
14. N. L'Hermite, A. Gouzy - Rapport LCSQA - Utilisation de l'outil Sph'Air pour déterminer les substances phytosanitaires à surveiller dans le compartiment aérien - 2008.
15. Roy B, Bouyssou D. *Aide multicritère à la décision : Méthodes et cas*. Economica, 1993.
16. Merad MM, Verdel T, Kouniali S, Roy B. Méthodologie de hiérarchisation du risque d'effondrement minier sous bâti et infrastructures. Application au bassin ferrifère lorrain - *Colloque Après mine 2003* ; 5-7 Février 2003 ; Nancy.
17. Parache V, Renaud P, *et al.* Projet de recherche sur les indicateurs de la sensibilité radioécologique et les méthodes multicritères appliqués à l'environnement d'un site industriel. IRSN 2010 ; Rapport scientifique DEI/SESURE/2010-12 ;

http://www.irsn.fr/FR/Larecherche/publications-documentation/Publications_documentation/BDD_publi/DEI/Documents/PRIME-rapport-scientifique.pdf.

18. Hansen SF. Multicriteria mapping of stakeholder preferences in regulating nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research* 2010 ; Volume 12, Issue 6 : 1959-1970.
19. Linkov I, Welle P, Loney D *et al.* Use of Multicriteria Decision Analysis to Support Weight of Evidence Evaluation. *Risk Analysis* 2011 ; Volume 31, Numéro 8.
20. Messner F, Zwirner O, Karkuschke M. Participation in multi-criteria decision support for the resolution of a water allocation problem in the Spree River basin. *Land Use Policy* 2006 ; 23 : 63–75.
21. Stagl S. Multicriteria evaluation and public participation: the case of UK energy policy. *Land Use Policy* 2006 ; 23 : 53–62.
22. Karr G, Boudet C, Bureau J. Hiérarchisation de substances : définition d'une stratégie de hiérarchisation et mise en application sur un nombre limité de substances : premier rapport d'étape. Rapport INERIS réf. DRC-10-109446-08589B, 2011.
23. Karr G, Boudet C, Ramel M. Hiérarchisation de substances : définition d'une stratégie de hiérarchisation et mise en application sur un nombre limité de substances : second rapport d'étape. Rapport INERIS réf. DRC-11-115712-00485B, 2011.
24. Karr G, Boudet C, Ramel M. Définition d'une méthode d'identification et de hiérarchisation de substances préoccupantes. Application au cas particulier de la préparation du troisième Plan National Santé Environnement. Rapport INERIS ref. DRC-12-125943-04682A.
25. Dossier de Presse du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE). REACH, une réglementation ambitieuse pour contrôler les produits chimiques - http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/dossier_presse_Reach_13_dec_06.pdf - 2006.

26. The REACH baseline study - A tool to monitor the new EU policy on chemicals;

REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals).

Eurostat, 2009.

27. Stirling A. Keep it complex. *Nature* 2010 ; 468 : 1029–1031.

Conflits d'intérêts : aucun.

Financement : Ministère en charge de l'Ecologie

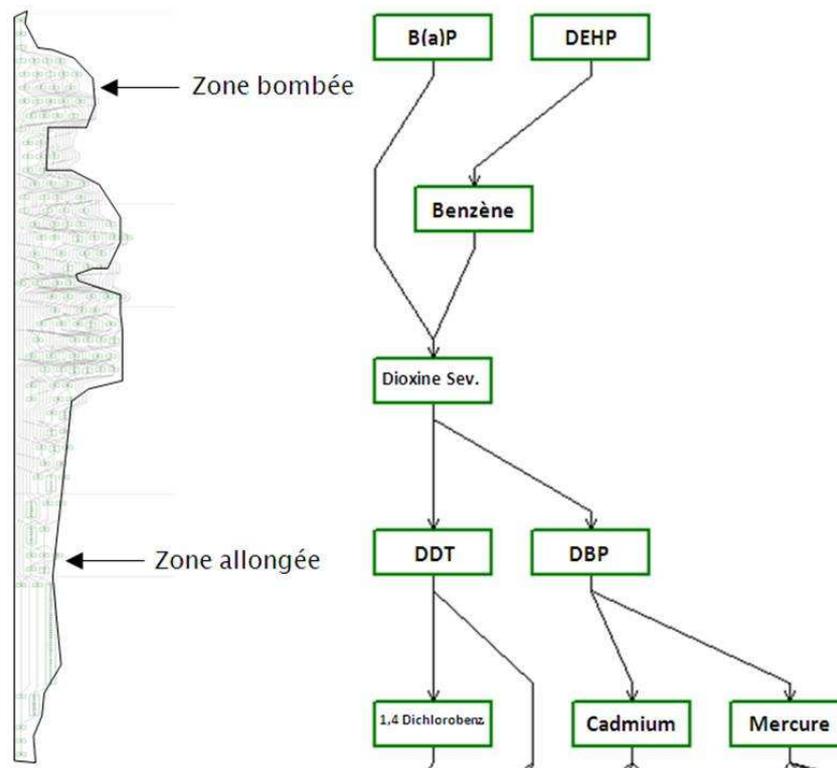


Figure 1 : exemple d'un arbre ordonné de substances, obtenu à l'aide d'une méthode multicritère utilisant une agrégation par surclassement de synthèse (ELECTRE III¹) – profil de l'arbre complet (à gauche) et zoom sur la partie haute de l'arbre (à droite).

Chaque flèche entre deux substances représente une relation de surclassement. Par exemple, dans l'arbre de la Figure 1, le DEHP surclasse le benzène.

Un arbre de substances présente :

- des zones allongées, où la hiérarchie entre substances est prononcée ;
- des zones bombées, où la hiérarchie est moins prononcée : au sein d'une de ces zones, les substances ont un degré de préoccupation relativement proche les unes des autres.

Example of an ordered tree of substances, generated with a multi-criteria method using an outranking approach for rank aggregation – zoom on the top of the tree.

¹ Méthode développée par le laboratoire d'Analyse et de Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la DEcision (LAMSAD) - Université Paris-Dauphine.

Each arrow between two substances represents an outranking relation. For example, into the tree shown in Figure 1, DEHP outranks benzene.

A tree of substances comprises:

- extended zones, where the ranking is quite marked;
- bulged zones, where ranking is less marked: into these groups of substances, the different degrees of concern are rather similar.

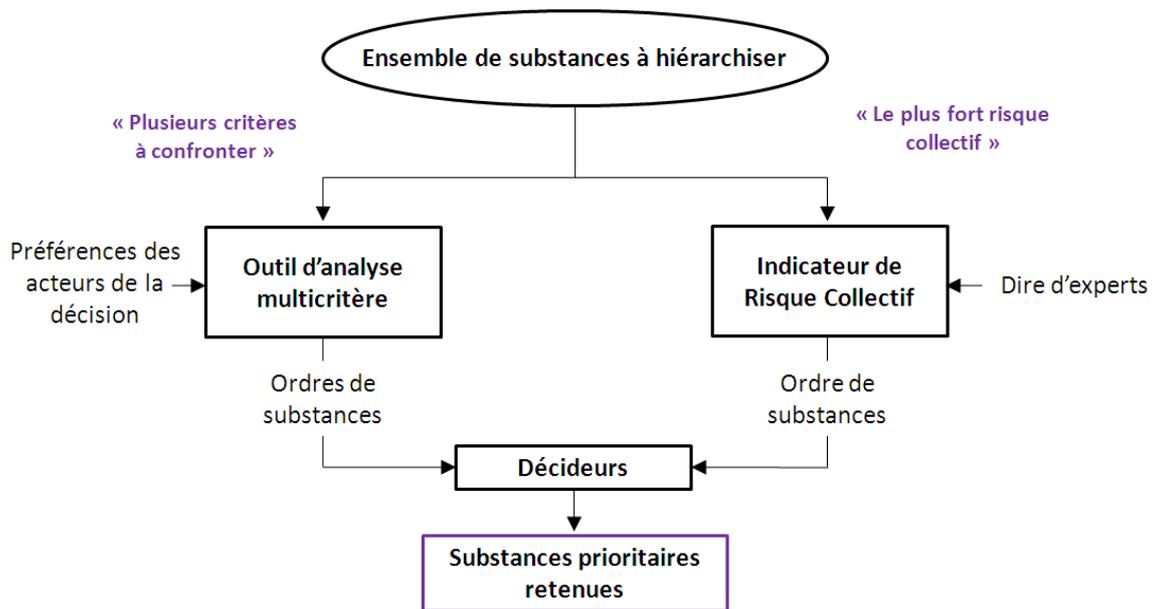


Figure 2 : Schéma présentant l'approche double retenue pour le processus d'identification et de hiérarchisation de substances préoccupantes élaboré par l'INERIS.

Diagram presenting the double approach chosen for the process of identification and ranking of substances of concern elaborated by INERIS.

Tableau 1 : Deux points de vue multicritères identifiés avec des parties prenantes, lors de l'exercice de hiérarchisation préparant le PNSE3 (troisième Plan National Santé Environnement)

Two multi-criteria points of view identified with stake holders, during the ranking exercise preparing the PNSE3 (third Environmental Health National Action Plan)

Critères	Sélections de poids	
	P ₁	P ₂
Sources anthropiques / naturelles	14%	7%
Dispersion de l'exposition	3%	20%
Enjeu groupe sensible	19%	4%
Risque pour l'Environnement	8%	9%
Risque sanitaire	5%	2%
Permanence de l'Imprégnation dans les Milieux	5%	11%
Danger intrinsèque pour la santé	30%	30%
Coût et difficulté technique de la réduction des émissions	16%	17%

Tableau 2 : Substances communes aux 100 premiers rangs des trois ordres obtenus lors de l'exercice de hiérarchisation préparant le PNSE3 (troisième Plan National Santé Environnement).

Substances that are present among the 100 first ranks of the three orders generated during the ranking exercise preparing the PNSE3 (third Environmental Health National Action Plan).

Arsenic	Chloroforme	Dichloroéthane	Furannes	PCB
Benzène	Chlorure de vinyle	Dieldrine	Hexachlorobenzène	Plomb
Benzidine	Chrome VI	Dioxines	Hexachlorocyclohexane	Tétrachloroéthylène
Benzo(a)anthracène	DBP	Endosulfan	Isodrine	Tétrachlorure de carbone
Benzo(a)pyrène	DDT	Endrine	Mercure	Toxaphène
Butadiène	DEHP	Epichlorohydrine	Paraffines chlorées à chaîne courte (SCCP)	Trichloroéthylène
Cadmium	(1,2- 1,3- 1,4-) Dichlorobenzènes	Formaldéhyde	Paraffines chlorées à chaîne moyenne (MCCP)	Vinclozoline