

Charge en Pesticides (*Pesticide Load*)

Mise à jour de l'indicateur de risque PPP danois pour la Wallonie

Version : juillet 2025

Recherche et rédaction : Noé Vandevoorde

Cette étude a été menée par Sytra, équipe de recherche de l'UCLouvain.

1. L'INDICATEUR DE CHARGE EN PESTICIDES

La *charge en pesticides* (ou “*Pesticide Load*”) est un indicateur de risque qui permet d'évaluer l'impact potentiel de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques (PPP) sur l'environnement et la santé humaine. Inspiré de l'indicateur danois développé à la fin des années 2000 —qui a permis de réduire la charge de plus de 40 % au Danemark depuis sa mise en place en 2013^{1,2,3}—, la version de l'indicateur présentée ici est celle mise à jour par l'équipe de recherche Sytra (Earth & Life Institute, UCLouvain) sur la base connaissances scientifiques les plus récentes et adaptée au contexte wallon⁴.

La *charge en pesticides* combine les propriétés intrinsèques des substances actives (leur dangerosité, telle que leur toxicité ou leur persistance dans l'environnement) et les quantités appliquées (exposition dans l'environnement). L'indicateur prend en compte les risques à court et à long terme pour l'environnement et la santé humaine (utilisateur·ices et population générale).

L'indicateur est multi-usage et multi-échelle et s'adresse aussi bien aux utilisateur·ices de PPP et leurs conseiller·ères, aux organismes d'encadrement et de recherche, ainsi qu'aux responsables politiques aux différents niveaux en Wallonie et en Belgique. Il permet, entre autres, de comparer les *charges* de différents produits contre la même cible (comme outil d'aide à la décision), de comparer les charges de différentes cultures ou dans différentes régions agricoles, d'analyser les contributions de différentes filières de production (e.g. agriculture biologique), de décliner la *charge* des différentes destinations des productions agricoles (alimentation humaine ou animale, énergie, exportations) ou encore servir de base pour l'élaboration de politiques publiques (e.g. définir des objectifs de réduction de l'impact des pesticides, définir une taxation sur les PPP basée sur leur dangers intrinsèques).

¹ Per Kudsk, Lise Nistrup Jørgensen, et Jens Erik Ørum, « Pesticide Load—A New Danish Pesticide Risk Indicator with Multiple Applications », *Land Use Policy* 70 (1 janvier 2018): 384-93, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.010>.

² Miljøstyrelsen, « The Agricultural Pesticide Load in Denmark 2007-2010 », Environmental review (Danish Environmental Protection Agency (Miljøstyrelsen). Copenhagen, Denmark, 2012), <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2012/03/978-87-92779-96-0.pdf>.

³ Miljøstyrelsen, « Evaluering af den omlagte pesticidafgift: betydningen af beslutningsadfærd for pesticidanvendelsen (Evaluation of the pesticide tax change: The impact of decision-making behaviour on pesticide use) », Bekæmpelsesmiddelforskning (Danish Environmental Protection Agency (Miljøstyrelsen). Copenhagen, Denmark, avril 2020), <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/10/978-87-7038-116-1.pdf>.

⁴ La méthode de calcul détaillée de l'indicateur, ainsi que l'explication des choix méthodologiques, sera disponible dans la thèse de Noé Vandevoorde, disponible sur le site sytra.be à partir du 10 octobre 2025.

2. MÉTHODE DE CALCUL

a. Paramètres de danger

L'indicateur de *charge en pesticide* s'articule en trois grands compartiments de danger :

1. Le **devenir environnemental** évalue le comportement des substances actives dans le sol et les eaux de surface ou souterraines via les paramètres suivants : persistance (DT_{50}) dans le sol et dans l'eau, risque de transfert depuis les sols vers les eaux de surface (K_{oc}) et souterraines (GUS) et potentiel de bioaccumulation (BCF) ;
2. L'**écotoxicité** prend en compte la toxicité pour diverses espèces non-cibles, à court et long termes. Pour le biome terrestre, l'indicateur intègre la toxicité pour les oiseaux (LD_{50} et NOEL), les vers de terre (LD_{50} et NOEC), les abeilles (LD_{50}), les mammifères (LD_{50} et NOAEL), les acariens prédateurs (LR_{50}) et les guêpes parasitiques (LR_{50}). Pour le biome aquatique, l'indicateur intègre la toxicité pour les algues (EC_{50}), les plantes aquatiques (EC_{50}), les invertébrés aquatiques (EC_{50} et NOEC) et les poissons (EC_{50} et NOEC).
3. La **toxicité humaine** considère la toxicité à court et long terme, aussi bien pour les utilisateurs direct-es que la population générale et intègre la toxicité aiguë par inhalation et par contact cutané (LD_{50}), ainsi que les effets chroniques tels que cancérogénicité, génotoxicité, reprotoxicité, neurotoxicité et inhibition de la cholinestérase.

Tous ces paramètres sont évalués sur base de la composition en substances actives des PPP formulés (aucune donnée sur les co-formulants n'étant disponibles, ils ne sont pas pris en compte) ; la version de l'indicateur proposée ici ne prend pas en compte les métabolites des substances actives. Les valeurs de ces paramètres sont collectées dans la PPDB (Pesticide Properties DataBase)^{1,2}. La toxicité chronique est prise en compte partout où des données scientifiquement validées sont disponibles pour au moins 60% des substances actives utilisées en Wallonie sur les 17 cultures principales. Pour cette raison, la perturbation endocrinienne n'est pas intégrée à l'indicateur, faute de données suffisantes. L'indicateur, calculé par substance active, est évalué pour les PPP formulés en pondérant la *charge* des substances actives par leurs concentrations dans la composition des produits, d'après les données des actes d'autorisation telles que disponibles sur phytowebe.be.

¹ Kathleen A. Lewis et al., « An international database for pesticide risk assessments and management », *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 22, n° 4 (18 mai 2016): 1050-64, <https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242>.

² AERU, « PPDB - Pesticides Properties DataBase », Agriculture & Environment Research Unit, University of Hertfordshire, United Kingdom, 2025, <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>.

b. Normalisation

Pour rendre comparable les paramètres de dangers entre eux, chaque paramètre est normalisé sur base de seuils scientifiques ou réglementaires. Les scores obtenus permettent une lecture directe du niveau de risque :

- De 0,0 à 0,5 : risque faible à modéré ;
- De 0,5 à 1,0 : risque modéré à élevé ;
- Au-delà de 1,0 : risque très élevé.

Les seuils utilisés pour la normalisation des différents paramètres de danger sont repris à la table 1.

Table 1 : Seuils de normalisation pour les différents paramètres de danger.

Paramètre de danger		Unités	0,00	0,10	0,25	0,33	0,50	0,67	1,00	1,50
Persistance dans le sol	DT ₅₀ ^{sol}	j	0		20		60		180	1800
Persistance dans l'eau	DT ₅₀ ^{eau}	j	0	1			14		30	300
Transfert eaux de surface	K _{foc}	ml g ⁻¹	10000		1000	500		75	15	0
Transfer eaux souterraines	GUS	—	-18	0	1,8				2,8	28
Bioaccumulation	BCF	—	0				100		5000	50000
Oiseaux (aiguë)	LD ₅₀	mg kg ⁻¹	20000		2000				100	0
Oiseaux (chronique)	NOEL	mg kg ⁻¹ j ⁻¹	2000		200				10	0
Vers de terre (aiguë)	LC ₅₀	mg kg ⁻¹	10000		1000				10	0
Vers de terre (chronique)	NOEL	mg kg ⁻¹	1000		100				1	0
Abeilles (aiguë)	LD ₅₀	µg abeille ⁻¹	1000		100				1	0
Mammifères (aiguë)	LD ₅₀	mg kg ⁻¹	20000		2000				100	0
Mammifères (chronique)	NOAEL	mg kg ⁻¹ j ⁻¹	2000		200				10	0
Mites prédatrices (aiguë)	LR ₅₀	g ha ⁻¹	4000		400				20	0
Guêpes parasites (aiguë)	LR ₅₀	g ha ⁻¹	4000		400				20	0
Algues (aiguë)	EC ₅₀	mg l ⁻¹	100		10				0,01	0
Plantes aquatiques (aiguë)	EC ₅₀	mg l ⁻¹	100		10				0,01	0
Invertébrés aqua. (aiguë)	EC ₅₀	mg l ⁻¹	1000		100				0,1	0
Invertébrés aqua. (chronique)	NOEC	mg l ⁻¹	100		10				0,01	0
Poissons (aiguë)	LC ₅₀	mg l ⁻¹	1000		100				0,1	0
Poissons (chronique)	NOEC	mg l ⁻¹	100		10				0,01	0
Mammifères (cutanée aiguë)	LD ₅₀	mg kg ⁻¹	50000		5000		2000		200	0
Mammifères (inhalation aiguë)	LC ₅₀	mg l ⁻¹	100		10		4		0,1	0
Toxicité humaine chronique ¹	—	—	Non				Possible		Oui	

¹ Cancérogénicité, génotoxicité, reprotoxicité, neurotoxicité et inhibition de la cholinestérase.

c. Agrégation

Pour obtenir un score global par substance, les paramètres de danger des différents compartiments sont combinés en attribuant des poids spécifiques. Chacun des trois compartiments a un poids d'un tiers. Au sein de ces compartiments, afin de limiter les biais liés à des valeurs extrêmes ou à la redondance entre paramètres corrélés (par exemple entre espèces proches), l'agrégation repose sur des coefficients de corrélation inverse plutôt qu'une simple moyenne.

Les poids utilisés dans cette agrégation sont présentés en table 2.

Table 2 : Poids par compartiment, sous-compartiment et paramètre de danger.

Compartiment	Paramètre	Corrélation inverse	Poids total (%)
Devenir environnemental (33%)	Persistance dans le sol	31,4 %	10,5 %
	Persistance dans l'eau	19,9 %	6,6 %
	Transfert eaux de surface	15,7 %	5,2 %
	Transfer eaux souterraines	15,2 %	5,1 %
	Bioaccumulation	17,8 %	5,9 %
	Sous total	100,0 %	33,3 %
Écotoxicité (33%)	Oiseaux (aiguë)	12,1 %	2,0 %
	Oiseaux (chronique)	9,2 %	1,5 %
	Vers de terre (aiguë)	12,3 %	2,0 %
	Vers de terre (chronique)	13,0 %	2,2 %
	Abeilles (aiguë)	14,0 %	2,3 %
	Mammifères (aiguë)	10,1 %	1,7 %
	Mammifères (chronique)	9,1 %	1,5 %
	Mites prédatrices (aiguë)	10,2 %	1,7 %
	Guêpes parasites (aiguë)	10,1 %	1,7 %
	Sous total	100,0 %	16,7 %
	Algues (aiguë)	16,3 %	2,7 %
	Plantes aquatiques (aiguë)	29,9 %	5,0 %
	Invertébrés aqua. (aiguë)	12,8 %	2,1 %
	Invertébrés aqua. (chronique)	14,1 %	2,3 %
	Poissons (aiguë)	12,8 %	2,1 %
	Poissons (chronique)	14,1 %	2,3 %
	Sous total	100,0 %	16,7 %
Toxicité humaine (33%)	Toxicité cutanée (aiguë)	14,7 %	4,9 %
	Toxicité par inhalation (aiguë)	15,2 %	5,1 %
	Cancérogénicité	19,4 %	6,5 %
	Génotoxicité	12,6 %	4,2 %
	Reprotoxicité	18,6 %	6,2 %
	Neurotoxicité	10,9 %	3,6 %
	Inhibition de la cholinestérase	8,5 %	2,8 %
	Sous total	100,0 %	33,3 %
Total			100,0 %

d. Prise en compte des quantités de pesticides utilisées

L'indicateur de danger est ensuite pondéré par les quantités de pesticides utilisées, afin d'obtenir un indicateur de risque intégrant à la fois le danger et l'exposition : c'est la *charge en pesticide* à proprement parler.

Deux usages de l'indicateur sont possibles :

- Approche basée sur les doses réellement appliquée, pour estimer l'impact spécifique d'une pratique ou d'une culture, à des échelles allant de la parcelle à la Wallonie ;
- Approche basée sur la dose maximale autorisées, aboutissant à un *pesti-score*, c'est-à-dire un score de risque standardisé pour chaque substance active (ou PPP formulé), calculé à partir de la dose maximale déterminée sur base des données des actes d'autorisation telles que disponibles sur phytowebe.be). Ce pesti-score, représenté par un code couleur (du vert au rouge, à l manière du nutri-score), permet de comparer rapidement différents produits pour un même usage.

e. Déclinaisons possibles de l'indicateur

L'indicateur *de charge en pesticide* est versatile : il peut être présenté sous forme agrégée (un score unique) ou détaillée (par compartiment ou par paramètres de danger spécifiques), selon les besoins. Appliqué à des données d'usage à l'échelle d'une parcelle, d'une région agricole ou d'une filière, il permet d'éclairer les choix agronomiques, environnementaux ou politiques liés à l'usage des pesticides en Wallonie.



Version : juillet 2025

Recherche et rédaction : Noé Vandevoorde

Cette étude a été menée par Sytra, équipe de recherche de l'UCLouvain.
