

Approche de l'exposition professionnelle des travailleurs agricoles

Exploitation de quelques résultats issus de la compilation des index phytosanitaires Acta de 1961 à 2014

Johan Spinosi^{1,2}, Laura Chaperon^{1,2}, Laurent Perrier², Mounia El Yamani¹

1/ Institut de veille sanitaire (InVS), Département santé travail (DST), Saint-Maurice, France

2/ Université Lyon 1, université de Lyon, Unité mixte de recherche épidémiologique et de surveillance en transport, travail et environnement (Umrestte), Lyon, France

PRÉAMBULE

Ce travail est issu de la collaboration entre l’Institut de veille sanitaire (InVS), l’Association de coordination technique agricole (Acta) et l’université Claude Bernard Lyon 1. Il fait partie intégrante du projet Matphyto développé au sein du Département santé travail (DST) de l’InVS. Il est financé dans le cadre de l’axe 9 du plan national Ecophyto. Les informations issues de ce travail sont mises dans leur totalité à disposition du public et des professionnels sur le site <http://index-matphyto.univ-lyon1.fr>.

OBJECTIF

Les produits phytopharmaceutiques sont définis, au sens du règlement européen CE n°1107/2009 [1], comme les substances actives ou préparations contenant une ou plusieurs substances actives destinées à protéger les végétaux contre les nuisibles (insectes, acariens, champignons...), contre les végétaux indésirables, à réguler leur croissance et à assurer leur conservation. Ils sont utilisés depuis des décennies en agriculture et représentent un grand nombre de molécules chimiques (>1 000) réparties dans de nombreuses spécialités commerciales (>10 000). Ce sont des substances ou des micro-organismes qui empêchent la prolifération des plantes indésirables dans le cas des herbicides ou protègent les plantes contre des champignons ou des insectes dans le cas des fongicides et des insecticides.

La mise à disposition de ces produits a considérablement varié au cours du temps : découverte de nouvelles molécules, interdiction de certaines, évolution des usages et de la réglementation... L’application des pesticides est très dépendante des cultures agricoles : type de produits utilisés, nombre de traitements réalisés, matériels d’épandage disponibles... Les substances actives contenues dans les pesticides constituent le composant essentiel permettant au produit d’exercer son action.

Un certain nombre d’études épidémiologiques internationales menées sur les agriculteurs montrent un lien entre l’exposition répétée aux pesticides et des maladies chroniques spécifiques comme les cancers, les troubles de la reproduction ou les maladies neurodégénératives [2;3]. En France, plus d’un million de personnes sont concernées par une activité agricole [4] et potentiellement exposées aux pesticides. À ces personnes doivent s’ajouter l’ensemble des retraités ayant travaillé dans ce secteur d’activité. Il est cependant difficile d’établir un lien direct entre les pathologies constatées et l’exposition passée.

Les raisons sont multiples, parmi lesquelles un manque de données longitudinales sur l’exposition des agriculteurs aux pesticides. En effet, l’évaluation rétrospective des expositions aux pesticides dans la population des travailleurs agricoles se heurte à l’absence d’un recueil permanent et continu des substances phytosanitaires utilisées au cours du temps. Cet écueil est majeur quand on connaît le nombre de substances actives homologuées en France depuis cinquante ans.

Une seule culture peut nécessiter l’utilisation de plusieurs dizaines de substances, de même qu’une seule substance peut être épandue sur plusieurs cultures. Du fait de la latence de certains effets sanitaires et de la multiplicité des usages, il est essentiel de recenser non seulement l’ensemble des molécules autorisées au cours du temps mais également les cultures pour lesquelles l’homologation a été donnée. Un premier pas pour la mise en place d’un système de traçabilité des expositions agricoles professionnelles est de compiler sous forme d’une base de données l’ensemble des substances actives autorisées depuis les 50 dernières années et de renseigner pour chaque substance la culture pour laquelle elle a été utilisée ainsi que les dates où réglementairement elle a été autorisée pour un tel usage. C’est le but poursuivi par le projet Compilation des index Acta (CIA).

MÉTHODE

L’index phytosanitaire [5] est un ouvrage publié chaque année par l’Acta, tête de réseau des instituts techniques des filières animales et végétales. C’est un répertoire de produits phytopharmaceutiques présentant les substances actives homologuées et commercialisées en France pour l’année. Il regroupe en un seul document un ensemble des données permettant d’utiliser les pesticides dans le respect de la réglementation.

Les substances actives sont répertoriées et accompagnées d’informations concernant leur famille chimique, leur toxicité, leurs utilisations et conditions d’emploi... Elles sont réparties en 6 chapitres : insecticides et acaricides, fongicides, associations, herbicides, moyens biologiques, produits divers (nematicides, rodenticides, molluscicides, taupicides...).

L’ensemble des index phytosanitaires Acta ont été repris depuis l’année 1961 et compilés dans une base de données sous format Access® en libre accès, téléchargeable à partir du site : <http://index-matphyto.univ-lyon1.fr>.

La réalisation d'un index historique nécessite de retracer dans le temps les différents usages homologués de chacune des substances. Or, l'évolution des index au cours des cinquante dernières années et leur degré de précision, notamment sur la dénomination des usages, rendent difficile le suivi chronologique détaillé des substances actives.

Cette contrainte a nécessité d'engager un intense travail technique et scientifique d'homogénéisation afin d'assurer une cohérence et une logique interne de la base de données développée au sein du projet Matphyto.

La complexité du processus et la multiplicité des items concernés ont donné lieu à des choix de regroupement. Un regard critique a été porté sur les documents techniques Acta afin de se positionner sur plusieurs options de regroupement de cultures. Les rassemblements ont été effectués en fonction de la contrainte historique d'élaboration des index phytosanitaires Acta évoquée plus haut et de critères agronomiques : pratiques culturelles homogènes, niveau d'intrants...

Un référentiel a été réalisé afin de proposer un rassemblement harmonisé des groupes de cultures. Les critères de sélection dans l'organisation des thématiques ont été choisis selon une cohérence globale aussi bien pour les niveaux hiérarchiques (i.e les différents groupes de cultures retenus) que pour les associations retenues (i.e les cultures regroupées issues de l'index phytosanitaire Acta).

Chaque regroupement est réalisé en fonction de critères agronomiques, d'usages phytosanitaires et de considérations factuelles concernant les données disponibles. D'autres choix ont été faits sur la dénomination des familles chimiques, l'interprétation des usages lorsque n'étaient indiqués que les ravageurs cibles, etc. L'ensemble des choix d'homogénéisation ont été soumis à l'avis d'experts issus d'instituts techniques agricoles.

Les informations ont été structurées sous format de tables dans une base de données informatisée. Les champs disponibles dans cette base sont : le groupe (herbicides, fongicides, insecticides...), la famille chimique, le nom de la substance active, le groupe de cultures ou d'usages, la culture ou l'usage, l'année de première présence dans l'index, l'année de dernière présence dans l'index, la précision sur les cultures ou les usages, l'utilisation de la substance seule (vendue dans une spécialité commerciale contenant seulement cette substance active), l'utilisation de la substance en association (vendue dans une spécialité commerciale contenant cette substance active en association avec une ou plusieurs autres substances actives), ainsi que les années d'absence de la substance entre la première et la dernière année de présence dans l'index.

Par ailleurs chaque substance active a fait l'objet d'une fiche de synthèse récapitulative reprenant des données sur : son nom usuel, ses synonymes, son groupe, sa famille chimique, son inscription sur la liste positive européenne, les années de

présence dans les index, ses différents usages (traitements des parties aériennes, autres usages) et leur recensement dans les différents index, ses caractéristiques (spectre, persistance d'action), certaines données toxicologiques, l'évolution de la formulation ainsi que le nom de la première spécialité commerciale ; 1 053 fiches ont été élaborées.

RÉSULTATS-DISCUSSION

Cet outil du projet Matphyto met à disposition les données d'intérêt sous la forme :

- de fiches individuelles (une par substance) reprenant les données sur : la famille chimique, les usages par année, certaines caractéristiques (solubilité, toxicité...), l'évolution de la formulation, etc.
- d'une base informatique Access® permettant des requêtes multicritères à partir d'une interface utilisateur simple : liste des substances par culture, par année, par famille chimique, etc.
- d'un recueil de graphiques à partir des principales extractions possibles : évolution du nombre de substances actives depuis 1961 (946 substances), répartition de celles-ci dans les différents groupes de produits (28 groupes), groupes de cultures (7 groupes et 32 sous-groupes), au sein des différentes familles chimiques (210 dont 28 majeures)...

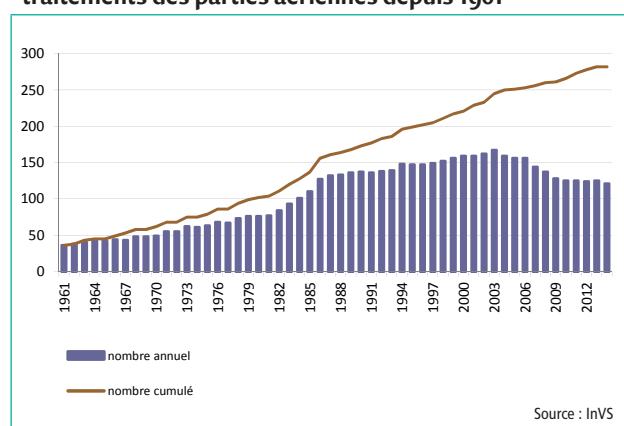
Les figures ci-dessous donnent une illustration graphique des éléments d'information que la base de données peut procurer.

Nombre de substances actives homologuées par an et nombre cumulé de substances actives différentes homologuées depuis 1961 pour le traitement des parties aériennes

L'exploitation de la base de données Acta permet de disposer d'un certain nombre d'informations relatives à l'utilisation des produits phytosanitaires au cours du temps en France.

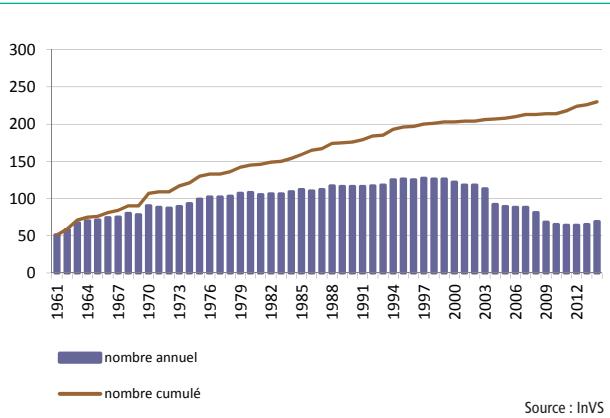
I FIGURE 1

Nombre annuel et cumulé de substances actives fongicides homologuées sur toutes cultures en traitements des parties aériennes depuis 1961



I FIGURE 2 I

Nombre annuel et cumulé de substances actives insecticides homologuées sur toutes cultures en traitements des parties aériennes depuis 1961



Les figures 1 à 3 représentent le nombre annuel de substances actives fongicides, insecticides ou herbicides homologuées en traitements des parties aériennes sur toutes cultures. Le nombre de substances actives homologuées pour une année connaît un pic dans les années 1990-2000 pour les trois groupes de pesticides (entre 120 à 150 substances actives homologuées par an et par groupe de pesticides). Ce nombre tend à décroître légèrement dans la seconde moitié des années 2000 avec une centaine de substances actives homologuées par an pour les herbicides et les fongicides et près de 60 substances actives homologuées par an pour les insecticides, puis demeure stable jusqu'en 2014. Si on s'intéresse au nombre cumulé de substances (nombre total de substances actives différentes qui ont été homologuées depuis 1961 et jusqu'en 2014) il est respectivement de 282 pour les fongicides, 230 pour les insecticides et 242 pour les herbicides. Une des explications de la baisse du nombre de substances homologuées au cours des années 1990 et 2000 est réglementaire. En effet la mise sur le marché et le suivi post-homologation des produits phytosanitaires et des substances actives qui les composent ont été strictement encadrés et harmonisés au niveau européen avec la directive 91/414/CEE [6] en application à partir de 1993 puis par le règlement (CE) n°1107/2009 [1], en application depuis 2011. Le « paquet pesticides », adopté en octobre 2009, vise à réduire de façon sensible les risques liés aux pesticides ainsi que leur utilisation. Cela a conduit à des critères d'exclusion plus stricts pour l'approbation des substances et un renforcement de l'étude des risques sur la santé humaine et sur l'environnement.

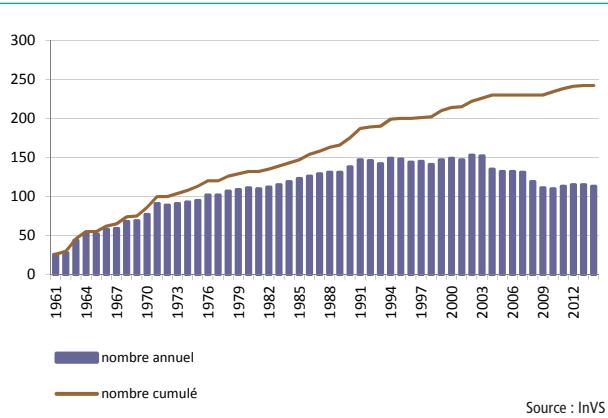
Présentation de quelques familles chimiques particulières

Les organochlorés en décroissance constante jusqu'au retrait d'homologation

Les organochlorés sont des substances très lipophiles qui peuvent être absorbées par toutes les voies (digestive, pulmonaire et cutanée) plus ou moins facilement selon les composés et les espèces considérés. Tous les organochlorés s'accumulent dans les tissus riches en graisse des organismes

I FIGURE 3 I

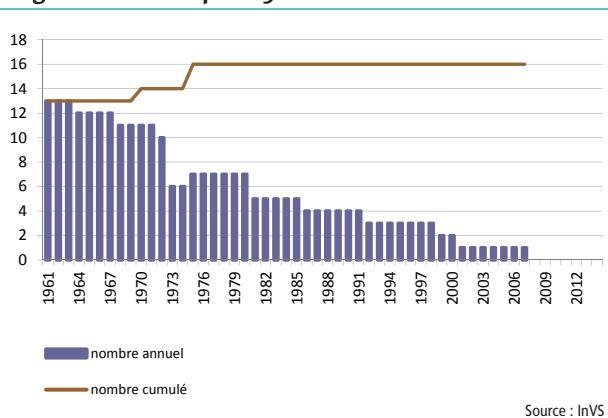
Nombre annuel et cumulé de substances actives herbicides homologuées sur toutes cultures en traitements des parties aériennes depuis 1961



vivants (tissus adipeux, foie et système nerveux central). Leur élimination est très lente après cessation de toute exposition. Ils traversent la barrière placentaire, passent dans le lait et peuvent de ce fait être retrouvés chez le fœtus et le nourrisson. La propriété chimique dominante de ces pesticides est leur grande stabilité (à la fois aux agents chimiques et physiques) qui explique leur grande rémanence dans les organismes et les milieux naturels. Les deux propriétés clés de ces produits sont la liposolubilité et la stabilité. Le lindane et le DDT, certes interdits depuis longtemps en France, font partie de cette famille. Les organochlorés, du fait de leurs effets sanitaires et leur rémanence sont des pesticides dont l'usage est aujourd'hui interdit. Le DDT, l'aldrine, la dieldrine et le lindane, qui ont une toxicité reconnue, sont souvent mis en cause pour de potentiels effets cancérogènes dus à leurs effets de bioaccumulation.

I FIGURE 4 I

Nombre annuel et cumulé de substances actives insecticides appartenant à la famille chimique des organo-chlorés depuis 1961



La figure 4 représente le nombre annuel de substances actives insecticides de la famille chimique des organochlorés depuis 1961, toutes cultures et types d'application confondus. On constate une nette décroissance au cours du temps de

l'homologation de ces produits qui passent d'une douzaine de substances actives homologuées par an dans les années 1960 à une substance par an dans les années 2000 et aucune à partir de 2007. À cette date, 16 substances actives différentes de la famille chimique des organochlorés ont fait l'objet d'une homologation depuis 1961.

Des carbamates en substitution des organophosphorés dont le nombre diminue

La famille chimique des carbamates présente le même profil toxicologique que les organophosphorés, mais avec une toxicité de moindre importance. Cette famille agit sur l'enzyme acétylcholinestérase, essentielle aux transferts nerveux chez les insectes et la bloque de manière plus ou moins réversible. La capacité à inhiber l'acétylcholinestérase (et donc la toxicité) peut varier de façon importante d'un composé à l'autre. Les propriétés inhibitrices des cholinestérases expliquent l'activité immédiate des carbamates mais également leur toxicité pour les animaux domestiques et l'homme. Les insecticides carbamates pénètrent aisément par toutes les voies d'absorption : digestive, pulmonaire et cutanée. Leur liposolubilité explique leur affinité pour les tissus riches en lipides comme le système nerveux central. L'action des carbamates étant réversible, avec destruction du carbamate et restauration de l'activité enzymatique, ils sont considérés comme moins nocifs que les organophosphorés.

La figure 5 indique que les substances actives appartenant à la famille chimique des carbamates toutes cultures et types d'application confondus ont connu une homologation massive (entre 20 et 30 substances de cette famille homologuées par an) depuis les années 1970 et jusqu'aux alentours de 2010. À partir de cette date, une baisse du nombre de substances actives homologuées appartenant à cette famille est observée. Ainsi à peine une douzaine de

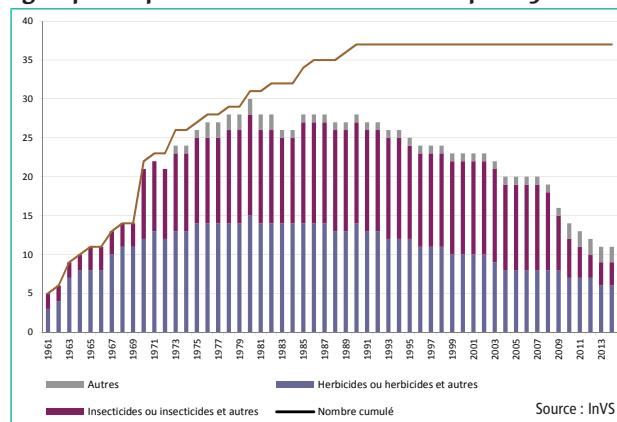
substances actives étaient homologuées pour l'année 2014. Ces substances appartiennent majoritairement aux groupes des herbicides et des insecticides. Certaines substances peuvent en plus appartenir à un autre groupe de produit. Le chlorprophame est par exemple une substance herbicide et une substance de croissance, le méthiocarbe une substance insecticide et molluscicide. La figure 5 présente également le nombre cumulé de substances actives appartenant aux carbamates depuis 1961, toutes cultures, types d'application et groupes de produits confondus. Au total, 37 substances actives différentes de la famille chimique des carbamates ont été homologuées depuis 1961.

Les pyréthrinoïdes qui se maintiennent en nombre de substances homologuées annuelles

Les pyréthrinoïdes sont des insecticides synthétiques dont la structure moléculaire comprend certaines des caractéristiques des pyréthrines naturelles. Ces dernières sont d'origine végétale et extraites des fleurs appartenant à la famille des marguerites (Asteraceae, genre chrysanthemum). Les pyréthrinoïdes sont moins photolabiles que leurs homologues naturels, ils se maintiennent donc plus longtemps dans l'environnement. Tout comme la plupart des pesticides, il y a trois principales voies par lesquelles ils peuvent pénétrer dans le corps humain : par ingestion (directe ou indirecte), par contact cutané (direct ou avec des surfaces contaminées) et par inhalation de gouttelettes, de vapeurs ou de fumée. Les pyréthrinoïdes sont généralement considérés comme étant parmi les pesticides ayant le moins d'effets sanitaires, mais ce constat est basé sur un nombre restreint d'études qui datent souvent du moment initial de leur homologation. Les résultats d'études récentes de toxicité *in vitro* ainsi que des études cliniques et épidémiologiques soulèvent des questionnements relatifs à leur toxicité notamment au regard de leur neurotoxicité et de la perturbation endocrinienne dont ils seraient responsables [7].

I FIGURE 5 |

Nombre annuel de substances actives appartenant à la famille chimique des carbamates pour différents groupes de produits et nombre cumulé depuis 1961



Les substances sont regroupées selon 3 catégories : (1) herbicides exclusifs ou herbicides et autres groupes de produits (i.e substance de croissance), (2) insecticides exclusifs ou insecticides et autres groupes de produits (i.e acaricides) et (3) autres groupes de produits (i.e fongicides).

I FIGURE 6 |

Nombre annuel et cumulé de substances actives appartenant à la famille chimique des pyréthrinoïdes de synthèse depuis 1961



Source : InVS

La figure 6 représente le nombre annuel de substances actives de la famille chimique des pyréthrinoïdes de synthèse depuis 1961, toutes cultures et types d'application confondus. Ces substances sont toutes des insecticides. Les molécules homologuées ont été en croissance constante pendant plus de vingt ans (entre 1974 et 1997). Un pic est atteint en 1997 avec 19 substances homologuées différentes par an ; on note depuis une lente décroissance mais une persistance d'homologation de cette famille d'insecticides au cours des années 2000 jusqu'à maintenant. Le nombre cumulé de substances actives appartenant aux pyréthrinoïdes de synthèse depuis 1961, toutes cultures et types d'application confondus en 2014 était de 21.

Présentation des substances homologuées pour quelques cultures agricoles fréquentes en France

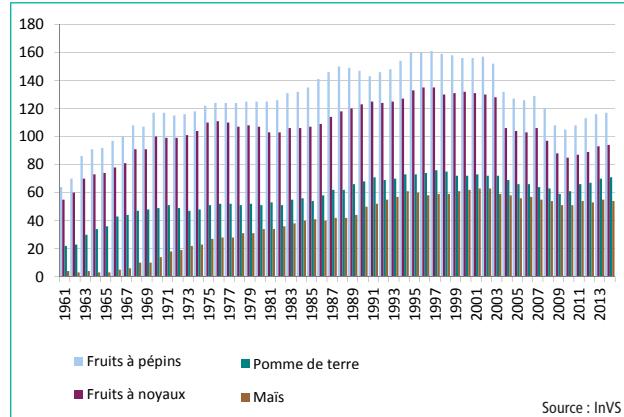
L'utilisation des produits phytosanitaires est très dépendante des cultures agricoles. Le nombre de substances actives homologuées varie très fortement d'une culture à une autre.

À titre d'illustration, les figures 7 et 8 présentent l'évolution du nombre de substances actives homologuées en traitement des parties aériennes, chaque année, depuis 1961 pour les cultures de fruits (à pépins et à noyaux), la pomme de terre, le maïs, la betterave, la viticulture et les céréales.

Quelles que soient la culture et la période prises en compte, un nombre très important de substances actives homologuées sont recensées. Le minimum est atteint pour les céréales avec 10 substances en 1961. On note par la suite une croissance importante des nombres de substances homologuées annuellement jusqu'à la fin des années 1990 et le début des années 2000. Le pic est atteint pour les fruits à pépins avec 161 substances en 1997. Depuis, une décroissance du nombre de substances autorisées annuellement est observée. En 2014, la culture bénéficiant du plus grand nombre de substances actives est la viticulture avec 126 substances. En cumulé, le nombre de substances actives disponibles entre 1961 et 2014 atteint 294 pour les fruits à pépins. Le tableau n°1 présente les données pour les 7 cultures prises en compte.

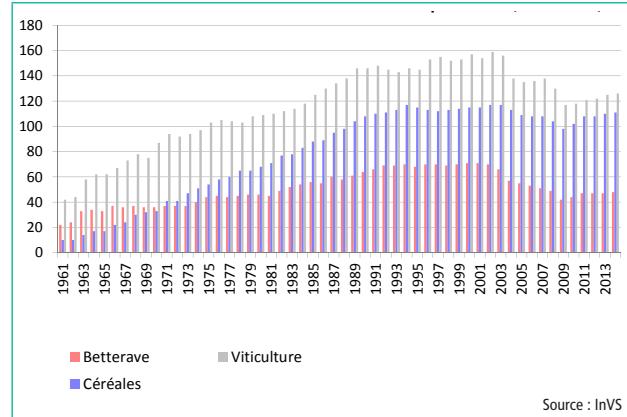
I FIGURE 7 I

Nombre annuel de substances actives homologuées sur les cultures de (fruits à noyaux, fruits à pépins) pomme de terre et maïs en traitement des parties aériennes depuis 1961



I FIGURE 8 I

Nombre annuel de substances actives homologuées sur les cultures de betterave, céréales et en viticulture en traitement des parties aériennes depuis 1961



I TABLEAU 1 I

Nombre de substances actives en 2014, nombre cumulé de substances actives entre 1961 et 2014 et nombre maximum de substances actives une année entre 1961 et 2014 en traitement des parties aériennes pour 7 cultures agricoles fréquentes en France

| Cultures | Fruits à pépins | Fruits à noyaux | Viticulture | Céréales | Pomme de terre | Betterave | Maïs |
|---|-----------------|-----------------|-------------|------------|----------------|-----------|-----------|
| Nombre de substances actives en 2014 | 117 | 94 | 126 | 110 | 71 | 48 | 54 |
| Nombre cumulé de substances actives entre 1961 et 2014 | 294 | 255 | 276 | 207 | 150 | 129 | 114 |
| Nombre maximum de substances actives pour une année entre 1961 et 2014 (année correspondante) | 161 (1997) | 135 (1997) | 159 (2002) | 117 (1997) | 76 (1997) | 71 (2000) | 63 (2001) |

CONCLUSION

L'exploitation des index phytosanitaires Acta sous forme de base de données montre la complexité de l'évaluation des expositions aux pesticides pour les travailleurs agricoles, au regard du nombre de substances actives homologuées chaque année par culture. Ces éléments valident notre stratégie d'appréhender l'exposition en considérant non pas, comme cela est habituellement le cas, la substance chimique à laquelle les travailleurs sont exposés, mais la culture produite au cours du temps.

Un choix arbitraire a été fait dans la présentation des résultats de cette base à travers cette plaquette. Le présent document n'est en aucun cas exhaustif mais montre la multitude d'extractions possibles de la base CIA. Du fait de son accès libre et non payant, tout professionnel pourra extraire les données

qui lui seraient utiles et les exploiter dans le respect de la procédure indiquée sur le site.

Cet outil CIA montre également par un autre biais l'effort de réduction de l'utilisation des pesticides, puisque, quelle que soit la culture, une baisse du nombre de substances homologuées annuellement a été notée au cours des dernières années.

Cette base de données sera fort utile pour la reconstitution *a minima* des usages passés des pesticides pour la médecine du travail.

Enfin cette base de données répond également à des enjeux de traçabilité des expositions professionnelles au cours du temps, que ces enjeux soient individuels, juridiques, collectifs, épidémiologiques ou de santé publique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Règlement (CE) N°1107/2009 du parlement européen et du conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:FR:PDF>.
- [2] Inserm (dir.). Pesticides : effets sur la santé. Rapport. Paris : Inserm, 2013, XII-1001 p. (Expertise collective).
<http://ipubli-inserm.inist.fr/handle/10608/4819#expert>.
- [3] Bassil KL, Vakil C, Sanborn M, Cole DC, Kaur JS, Kerr JK. Cancer health effects of pesticides. *Can Fam Physician* 2007;53:1704-11.
- [4] Agreste. Recensement agricole 2010. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/recensement-agricole-2010/publications-premieres-tendances>.
- [5] Les index phytosanitaires Acta, Acta-publications, de 1961 à 2014.
- [6] Directive 91/414/CEE du Conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0414&from=EN>.
- [7] EXTOXNET - Pesticide Information Profiles. <http://extoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html>.

Pour en savoir plus

Vous pouvez consulter le rapport complet dont est issue cette plaquette : Chaperon L, Perrier L, Spinosi J, El Yamani M. Éléments techniques sur la compilation des index phytosanitaires Acta. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2016. 30 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

Mots clés : pesticides, exposition professionnelle, agriculture, index Acta

Citation suggérée :

Spinosi J, Chaperon L, Perrier L, El Yamani M. Approche de l'exposition professionnelle des travailleurs agricoles. Exploitation de quelques résultats issus de la compilation des index phytosanitaires Acta de 1961 à 2014. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2016. 6 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>