

# Médecine environnementale

Les effets des pesticides sur les écosystèmes et la  
santé publique



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

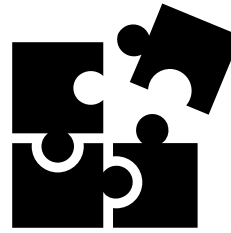
---



## Les pesticides

- Les pesticides sont des **substances chimiques** utilisées pour **éliminer les organismes nuisibles** aux cultures, comme les **insectes**, les mauvaises herbes et les **champignons**.
- Bien qu'ils puissent être efficaces pour augmenter la production agricole, les pesticides ont également des effets **néfastes sur les écosystèmes et la santé publique**.





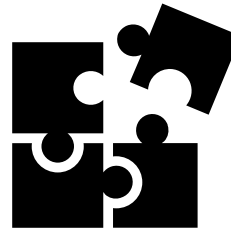
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

## Les pesticides

- L'utilisation des pesticides dans l'agriculture vise principalement à:
- protéger les cultures des ravageurs,
- des maladies et des mauvaises herbes,
- d'augmenter le rendement des cultures et de
- garantir la sécurité alimentaire.





# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

Les pesticides sont classés par grandes familles selon un double classement :

**1. Les insecticides:** destinés à **lutter contre les insectes**. Ils interviennent en tuant ou en **empêchant la reproduction** des insectes, ce sont **souvent les plus toxiques**.

- **L'ARSENIC**, très utilisé avant la seconde guerre mondiale.
- LES POP- notamment le **fameux DDT** (dichlorodiphényltrichloroéthane), insecticide très puissant très utilisé jusqu'à son interdiction, très persistant, très mobile et très soluble puisque l'on retrouve des traces de DDT dans les glaces et les mammifères de l'Arctique et de l'Antarctique.



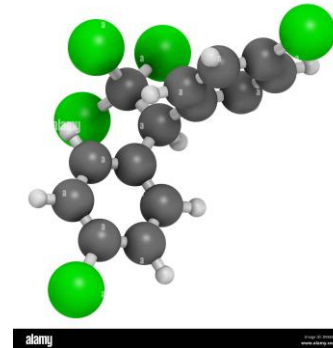
LES POP=**P**olluants **o**rganiques **p**ersistants



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



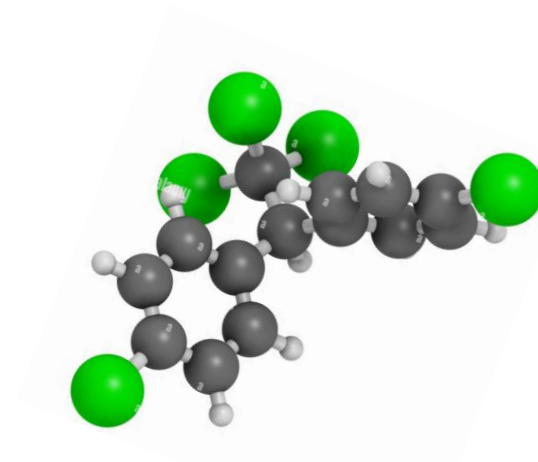
- Le DDT a été **synthétisé par Müller** en 1939 (ce qui lui a valu le **Prix Nobel** en 1948) et **utilisé par l'armée américaine** pour **combattre les poux** lors de la **Seconde Guerre Mondiale**.
- Il fut ensuite très **largement utilisé pour combattre les moustiques** et tenter d'éradiquer le paludisme.
- Il fut **interdit dans les années 70** car soupçonné d'être **cancérogène**.

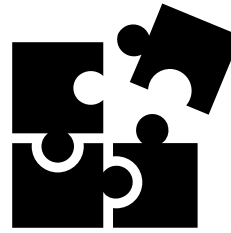


# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- Après de **nombreuses années de recherches**, en septembre **2006**, l'**OMS** (Organisation Mondiale de la Santé ) a **préconisé son retour** sous forme de **moustiquaires imprégnées** de DDT.
- Cette décision fait suite aux **rapports catastrophiques** chiffrant à **plusieurs millions de morts** par an dues au **paludisme** dans les pays les plus pauvres.

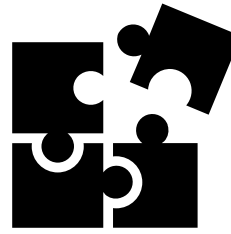




# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

- **Polluants organiques persistants (POP)**
- Les POP sont des substances chimiques qui persistent dans l'environnement du fait de leur résistance aux différentes formes de dégradation (chimique, biologique, etc.).
- Ils font l'objet d'une bioaccumulation tout au long de la chaîne alimentaire et peuvent provoquer des effets indésirables sur la santé humaine et l'environnement.
- Ce groupe de polluants prioritaires comprend les pesticides (comme le DDT), les produits chimiques industriels (comme les polychlorobiphényles [PCB]) et les sous-produits non désirés des processus industriels (comme les dioxines et les furannes).





# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

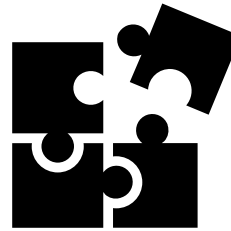
---

**2. Les fongicides** : destinés à éliminer les parasites (champignons) des plantes.

- Les fongicides les plus anciens sont le soufre, le cuivre et ses dérivés organiques comme la bouillie bordelaise.
- La bouillie bordelaise est un mélange de sulfate de cuivre et d'hydroxyde de calcium (ou chaux éteinte), traditionnellement utilisée dans le vignobles depuis les années 1880, elle est commercialisée et de plus en plus utilisée dans les cultures.





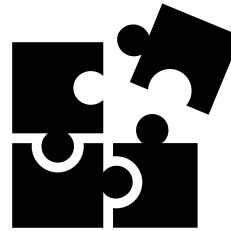


# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

- Les **fongicides de synthèse** (le plus souvent aromatiques) sont **utilisés à titre préventif et curatif**, ils ont l'avantage d'avoir une **faible toxicité et un large spectre d'action**.
- On distingue les **fongicides de contact** qui empêchent les champignons de pénétrer dans la plante (ex: le zinèbe, le captane) des **fongicides systémiques** qui ont un rôle curatif (ex: triadiméfon, morpholine)





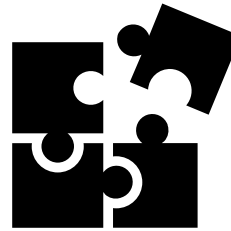
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

3. **Les herbicides**: destinés à **lutter contre certains végétaux** (les « mauvaises herbes »), qui **entrent en concurrence avec les plantes** à protéger en ralentissant leur croissance.

- Ils sont **de nature assez différente de celle des trois autres familles**.
- D'une part, **leur action n'est pas d'intervenir contre un intrus**, de nature différente (insecte/parasite), **mais de lutter contre un autre végétal**.

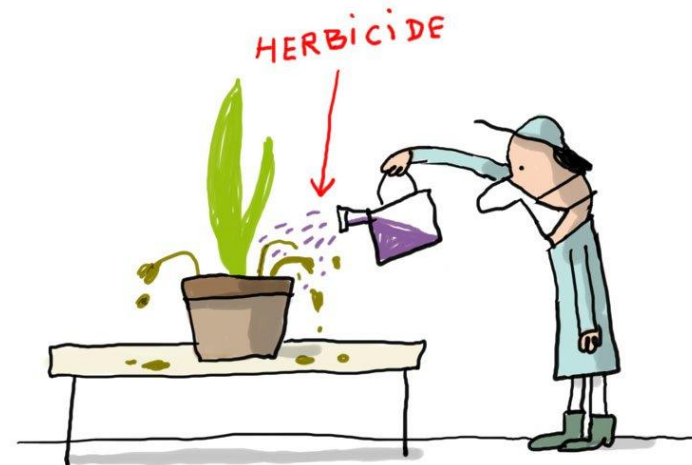


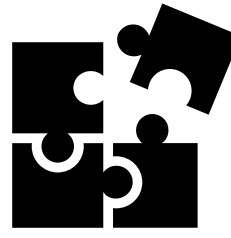


# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

- D'autre part, **leur mode d'épandage** est différent puisqu'ils **sont déposés directement au sol**, par opposition aux autres produits, plutôt pulvérisés sur la plante en croissance.
- Les herbicides **les plus connus** sont **l'acide sulfurique**, utilisé pour désherber les céréales dès 1911, et les **phytohormones** et les **sulfonylurées**.

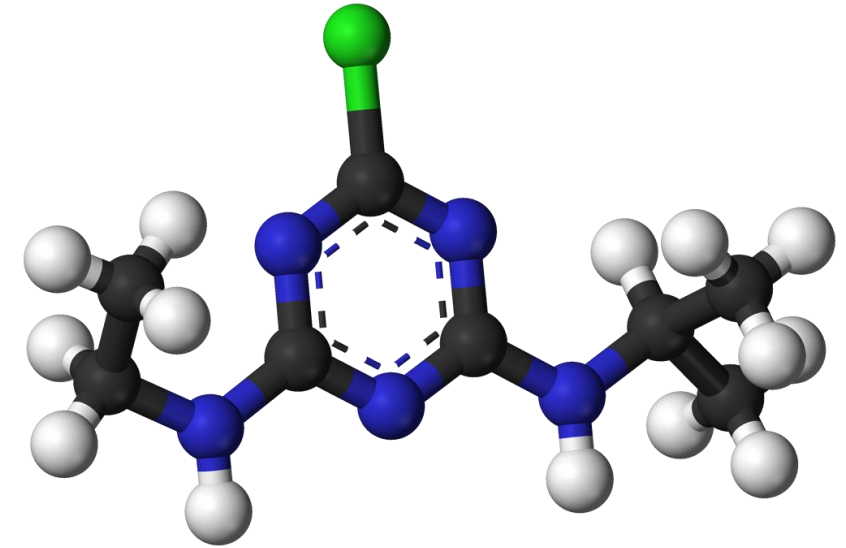




# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

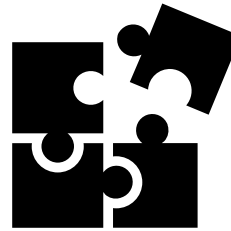
---

- Les herbicides constituent aujourd'hui le groupe **le plus important, le plus utilisé**.
- On y trouve d'ailleurs quelques uns des produits « sous surveillance », **notamment l'ATRAZINE**, (utilisé dans la culture du maïs) **et le DIURON**, désherbant total, utilisé surtout en voierie.



L'ATRAZINE





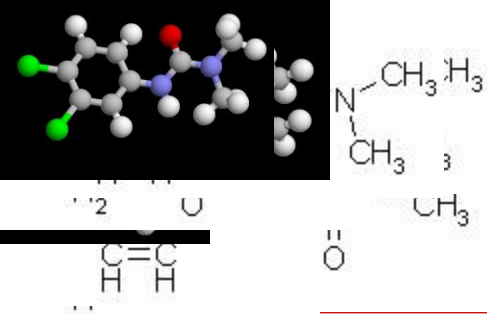
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

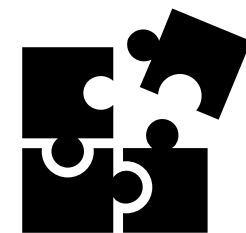
## 4. Les répulsifs de rongeurs

- Le dernier groupe est celui des *pesticides spéciaux*, tels que les **répulsifs de rongeurs**, **fumigènes**.
- Le **Dobol fumigateur** est un fumigène professionnel et il est donc **ultra puissant et efficace sur tous les nuisibles** aussi bien les **cafards**, **blattes**, **cancrelats** ou **fourmis** mais aussi les **puces**, **frelons**, **guêpes**, **araignées**.

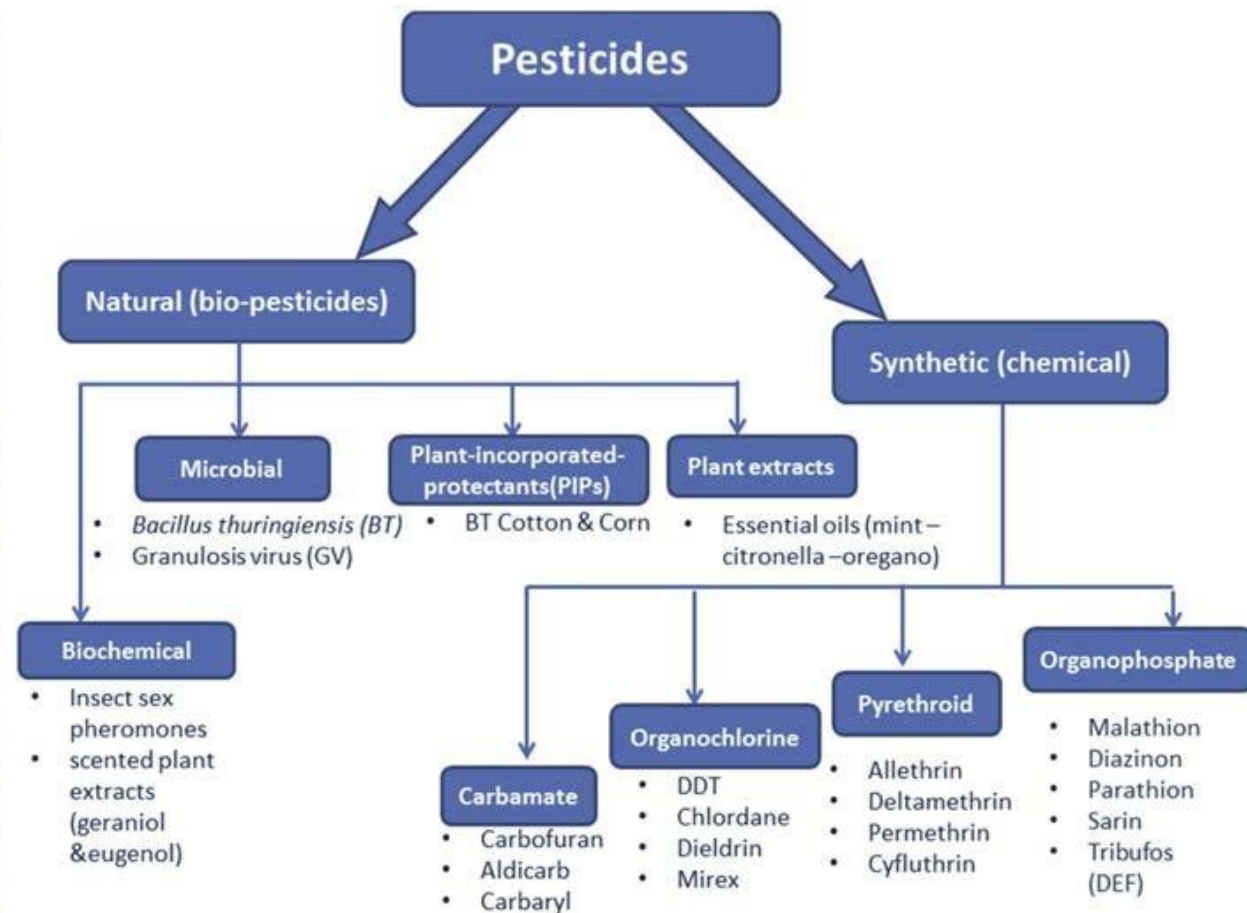


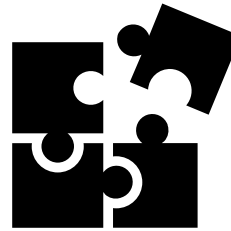


# des pesticides sur l'écosystème nté publique



| Évolution des produits |  |  |   |
|------------------------|--|--|---|
|                        | HERBICIDES                                 | FONGICIDES   | INSECTICIDES  |
| Avant 1900             | Sulfate de cuivre<br>Sulfate de fer        | Soufre<br>Sels de cuivre                                       | Nicotine  |
| 1900 - 1920            | Acide sulfurique                           |  | Sels d'arsenic  |
| 1920 - 1940            | Colorants nitrés                           |  |   |
| 1940 - 1950            | Phytohormones...                           |  | Organo-chlorés<br>Organo-phosphorés                         |
| 1950 - 1960            | Triazines, Urées substituées<br>Carbamates | Dithiocarbamates<br>Phtalimides                                | Carbamates  |
| 1960 - 1970            | Dipyridyles,<br>Toluidines...              | Benzimidazoles   |   |
| 1970 - 1980            | Amino-phosphonates<br>Propionates...       | Triazoles<br>Dicarboximides<br>Amides, Phosphites<br>Morholine | Pyréthrinoides<br>Benzoyl-urées (régulateurs de croissance) |
| 1980 - 1990            | Sulfonyl urées...                          |  |   |
| 1990 - 2000            |  | Phénylpyrroles<br>Strobilurines                                |   |





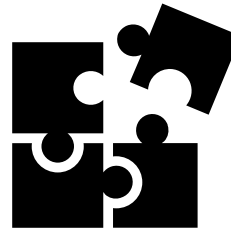
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

**Un classement par groupe chimique** : il s'agit d'un classement technique à partir de la molécule principale utilisée. On distingue :

- **Les organochlorés**, parmi les plus anciens et les plus persistants, dont le fameux **DDT** déjà évoqué. Utilisés comme insecticides en agriculture et dans les métiers du bois. (Ex: aldrine, dieldrine, etc.)
- **Les organophosphorés**, aussi utilisés comme insecticides.
- **Les carbamates, fongicides et insecticides.**
- **Les phénoxy, herbicides** - (Ex. 2-4 D)
- **Les organo-azotés**, repérables par le suffixe « zine », principalement **utilisés comme herbicides**. (Ex: atrazine, simazine, etc.)
- **Les urées**, repérables par le **suffixe « uron »**, utilisés comme **herbicides et fongicides**. (Ex.: DIURON, ISOPROTURON, etc.).

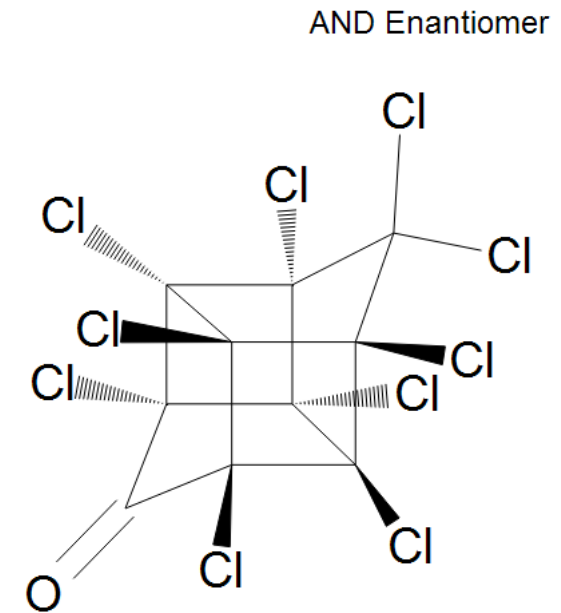




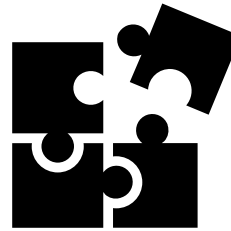
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

## Les pesticides

- Les molécules finissent par se dégrader, parfois au bout de **plusieurs décennies**, mais certains résidus persistent dans l'environnement.
- Le cas du chlordécone est édifiant.
- **Chlordécone**, également connu sous le nom de **kepone**, est un **insecticide organochloré** utilisé principalement dans le contrôle des ravageurs agricoles, **en particulier des insectes nuisibles dans les cultures de banane**.







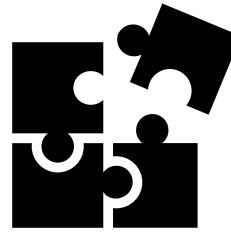
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

## Les pesticides

- Cependant, le chlordécone a été associé à de graves problèmes de santé publique et environnementaux.
- Il est considéré comme un perturbateur endocrinien et a été lié à des effets néfastes sur la santé humaine, notamment des problèmes neurologiques, des troubles hormonaux, des troubles de la reproduction et un risque accru de cancer, en particulier chez les populations exposées de manière chronique.





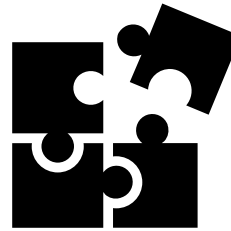
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

## Les pesticides

- De plus, le chlordécone est **très persistant dans l'environnement** et peut **s'accumuler dans les sols**, les **eaux de surface** et les **organismes vivants**, y compris les plantes, les animaux et les êtres humains, ce qui entraîne une **contamination à long terme** de la chaîne alimentaire.





# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

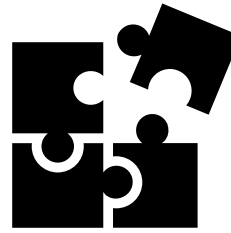
## Les pesticides

- En raison de ses effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement, l'utilisation **du chlordécone a été interdite dans de nombreux pays**, y compris la France en 1990.
- Cependant, **les résidus de chlordécone** demeurent un problème de santé publique préoccupant dans les **régions où il a été largement utilisé**, et **des mesures sont nécessaires pour atténuer les risques pour la santé humaine** et restaurer la qualité de l'environnement dans ces zones.



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

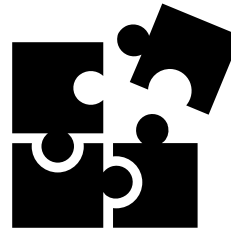


## Les pesticides

- Trente ans après, la chaîne alimentaire et la population locale sont toujours contaminées.
- Cet exemple illustre les difficultés auxquelles sont confrontés les pouvoirs publics qui autorisent ou non la commercialisation de ces produits ou en réglementent l'usage.
- Il faut parfois un temps long pour mesurer les impacts chroniques sur la santé et sur l'environnement. Cette échelle de temps est difficilement compatible avec le rythme élevé de créations de nouveaux pesticides chimiques.







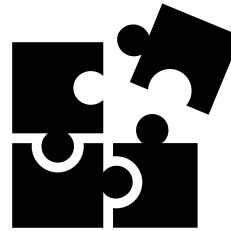
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

## Les pesticides

- Leur principe de fonctionnement repose sur une ou plusieurs molécules – les substances actives – contenues dans le produit.
- Ces dernières agissent par voie chimique dans le métabolisme des parasites ou des plantes qu'elles visent pour provoquer leur mort.





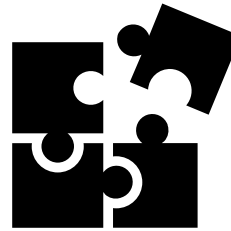
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

## Les pesticides

- Certaines substances sont très sélectives en n'agissant que sur des espèces ou des variétés bien spécifiques.
- D'autres ont un spectre de cibles plus large.
- Le glyphosate est, par exemple, une substance active qui tue toutes les plantes.
- On parle alors d'herbicide total.





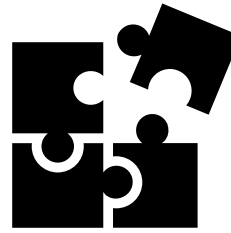
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

## Les pesticides

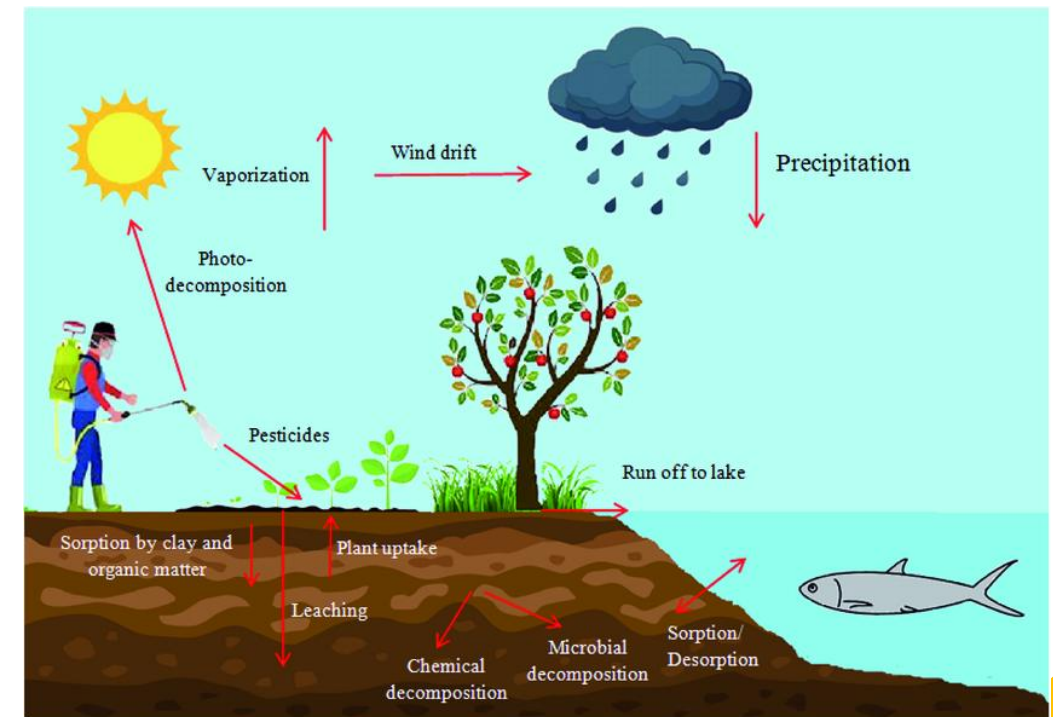
- Les substances actives peuvent être issues **de la chimie de synthèse ou d'un processus naturel**.
- Les **huiles essentielles**, par exemple, rentrent dans la catégorie des **biopesticides**.
- Ces produits s'inscrivent dans une **approche plus intégrée de protection des plantes** qui vise à moins perturber les écosystèmes.
- Elles représentent aujourd'hui moins de **10% du marché des pesticides**.



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- **Impact sur la biodiversité:**
- Les pesticides peuvent tuer non seulement les organismes ciblés, mais aussi d'autres espèces non ciblées (**pollinisateurs comme les abeilles, les oiseaux, les poissons** et d'autres animaux sauvages.)
- Cela peut entraîner un **déséquilibre** dans les écosystèmes et une **diminution de la biodiversité**.





# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---



## Stockage et transport des cultures:

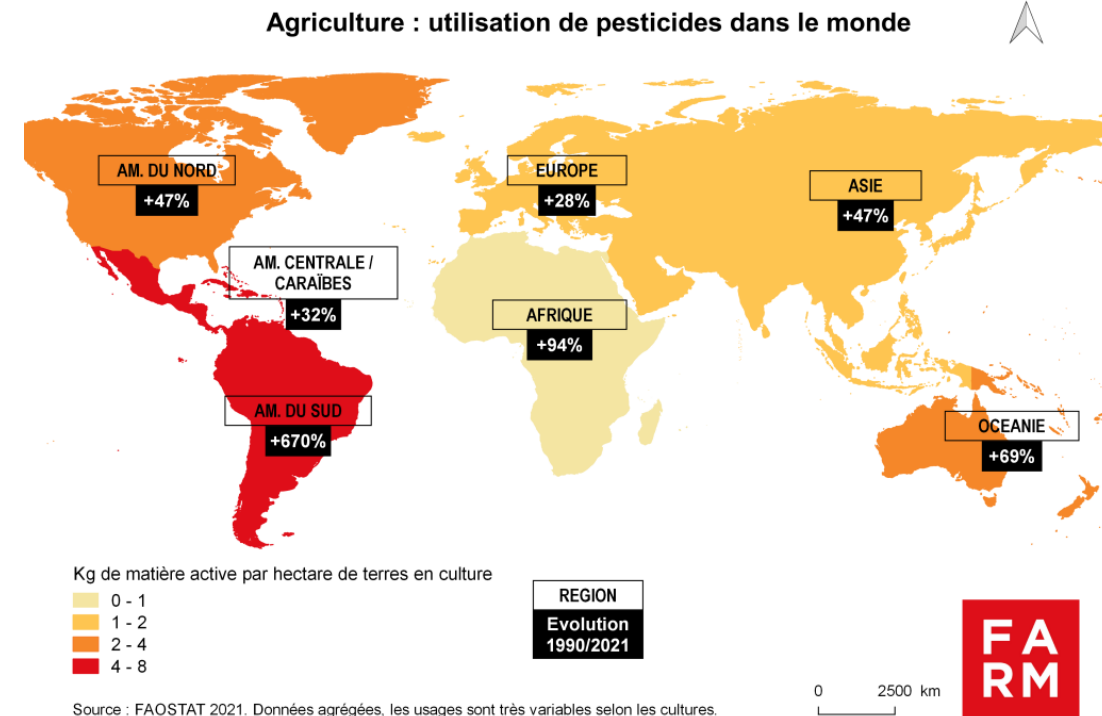
- Les pesticides sont parfois utilisés pour protéger les cultures après la récolte lors du stockage et du transport, en prévenant les infestations de parasites et en maintenant la qualité des produits agricoles.



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



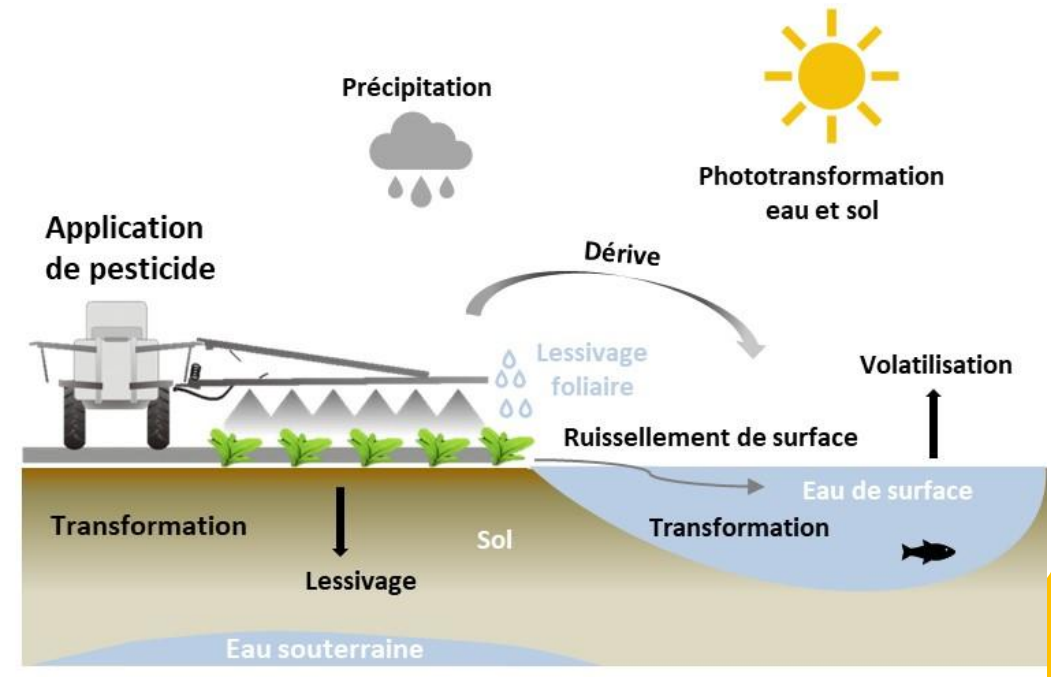
- En 2021 la consommation mondiale de pesticides a atteint 3,5 millions de tonnes de matière active, soit en moyenne 2,26 kg par hectare de terre agricole.
- Les herbicides constituent la catégorie de substances actives la plus utilisée et représentent près de la moitié de ce volume.



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



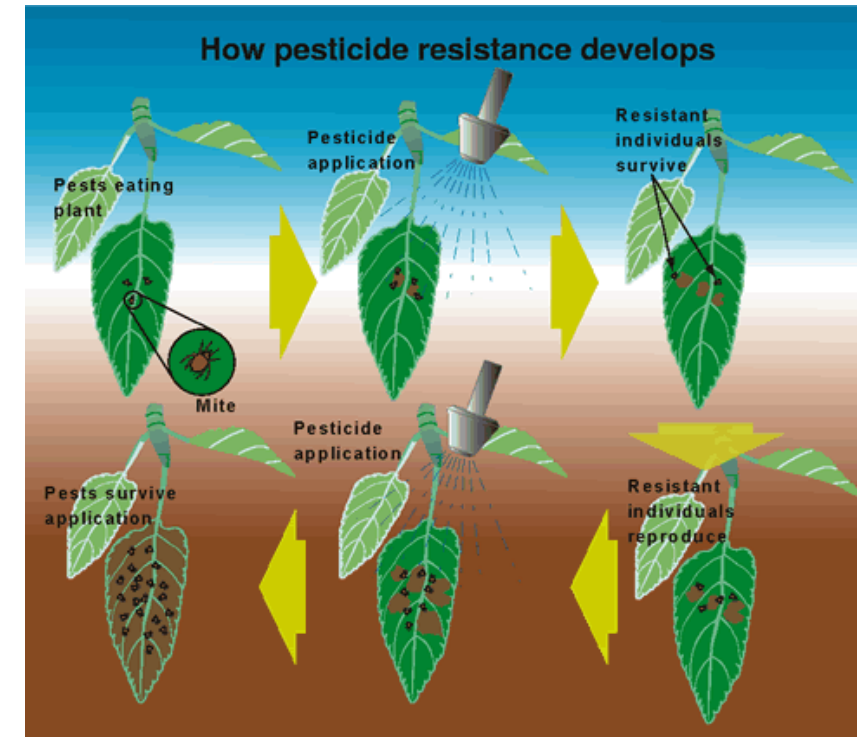
- **Pollution de l'eau:** Les pesticides peuvent s'infiltrer dans le sol et contaminer les eaux souterraines.
- Lorsqu'ils sont utilisés près des sources d'eau, ils peuvent également être emportés par les pluies et les ruissellements dans les cours d'eau, les lacs et les océans, ce qui entraîne une pollution de l'eau et des risques pour les écosystèmes aquatiques.



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- **Résistance aux pesticides:**
- Les organismes nuisibles peuvent développer une résistance aux pesticides avec le temps, ce qui signifie qu'il faut utiliser **des quantités plus importantes ou des pesticides** plus puissants pour obtenir le même effet.
- Cela peut entraîner une **utilisation excessive de pesticides et aggraver** les problèmes environnementaux et de santé.

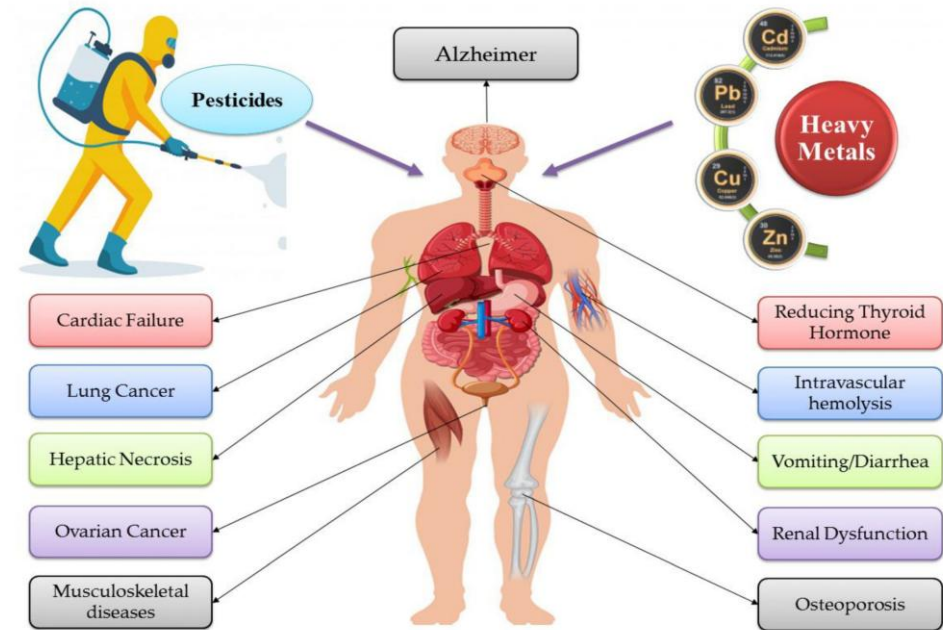




# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- **Risques pour la santé humaine:**
- Les pesticides peuvent être toxiques pour les humains s'ils sont **inhalés, ingérés ou absorbés par la peau**.
- Les effets sur la santé peuvent inclure des **irritations de la peau et des yeux, des troubles respiratoires, des troubles neurologiques, des cancers et des troubles de la reproduction**.



Heavy Metals and Pesticides Effect on Human Health



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

- **Risques pour la santé humaine:**
- Les producteurs, les travailleurs agricoles et les populations rurales qui vivent dans les zones de production sont parmi les plus exposés aux pesticides.
- Si les agriculteurs et agricultrices sont les plus exposés, les pesticides présentent également des risques pour d'autres catégories de la population.
- En effet, les molécules toxiques sont transportées par le vent et l'eau et ne restent généralement pas à l'endroit où elles ont été appliquées.



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- **Risques pour la santé humaine:**
- Les effets sanitaires peuvent être immédiats comme, par exemple, des réactions cutanées ou des gênes respiratoires.
- Des effets chroniques, qui se manifestent à plus long terme, sont également constatés.

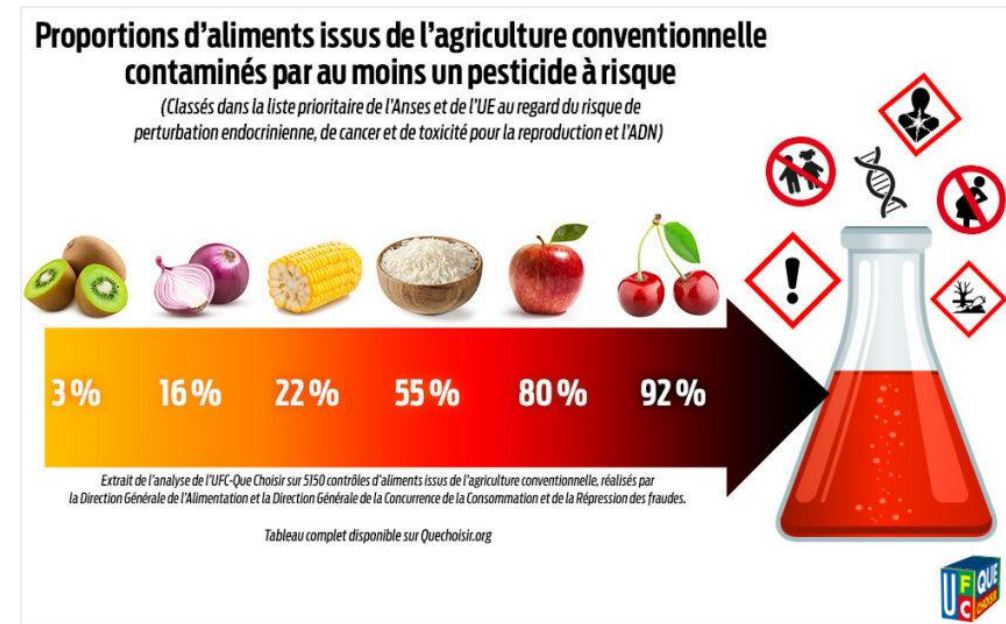




# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- **Contamination des aliments:**
- Les résidus de pesticides peuvent **rester sur les cultures traitées et être ingérés par les humains** via les aliments.
- En se **maintenant de nombreuses années** dans l'environnement, elles **contaminent l'eau et les sols** et risquent de se **retrouver dans les aliments** consommés.
- Bien que les **autorités réglementaires fixent des limites de résidus pour assurer la sécurité alimentaire**, **l'exposition à long terme** à de faibles doses de pesticides reste préoccupante.

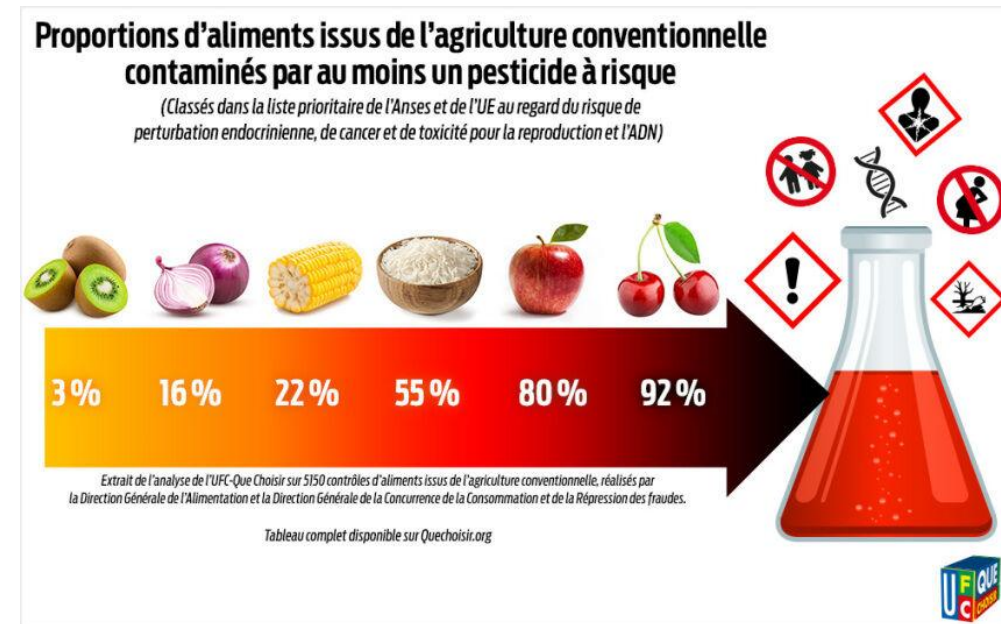


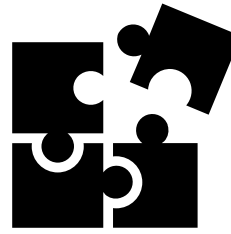


# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- **Contamination des aliments:**
- Certains pays, comme la France, mettent d'ailleurs en place des contrôles de résidus de molécules toxiques sur les produits alimentaires.
- Environ 4% des contrôles réalisés en 2017 ont révélé la présence d'une molécule interdite en France.
- Un tel système de contrôle apporte une certaine sécurité pour les consommateurs, mais il reste limité puisque seules certaines molécules connues sont analysées.





# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

## Les pesticides et la santé

- La plupart des études menées sur des populations agricoles ont **montré des taux de mortalité**, toutes causes confondues, **inférieurs à ceux de la population générale**.
- Cette moindre mortalité serait due: à **des taux de mortalité inférieurs** pour certains cancers dont les plus fréquents (**poumons, vessie**) et pour les maladies cardio-vasculaires, à un mode vie sain (alimentation, activité physique).

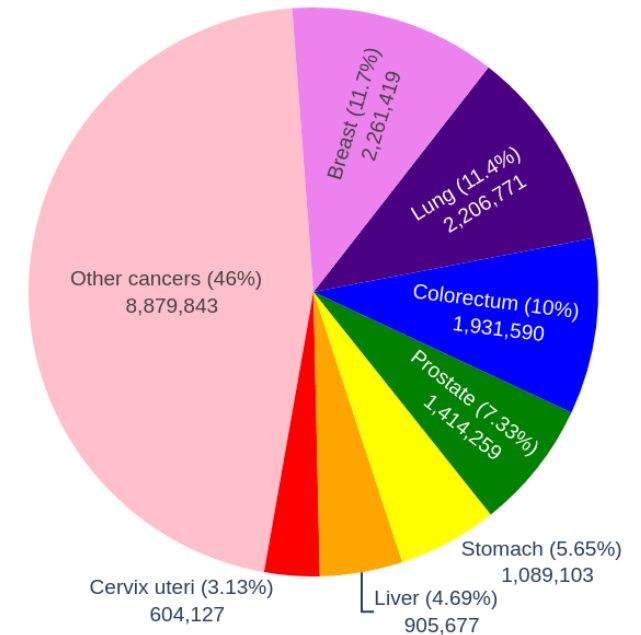


# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

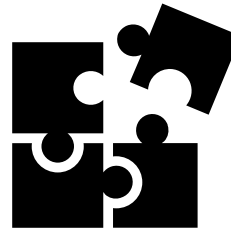


## Les pesticides et la santé

- Cependant, certains cancers, pour la plupart peu fréquents dans la population générale, ont **souvent été révélés en excès dans la population agricole** (leucémies, lymphomes non-Hodgkiniens, maladie de Hodgkin, cancer de la prostate, du cerveau, de l'estomac, de l'ovaire).



[https://www.researchgate.net/figure/Estimated-number-of-cancer-incidence-worldwide-in-2020-including-both-sexes-and-all\\_fig2\\_362568223](https://www.researchgate.net/figure/Estimated-number-of-cancer-incidence-worldwide-in-2020-including-both-sexes-and-all_fig2_362568223)



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

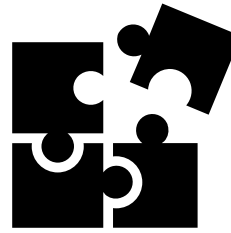
## Les pesticides et la santé

- Les études épidémiologiques recherchant les facteurs pouvant expliquer ces observations se sont essentiellement intéressées à **l'exposition professionnelle aux produits phytosanitaires** (agriculteurs, travailleurs de minoterie, jardiniers).
- **La recherche d'effets d'exposition précise, notamment à des pesticides, n'a débuté que récemment.**
- En effet, dans de nombreuses études, l'activité agricole a été longtemps **considérée comme un ensemble homogène** (manipulations de pesticides mais aussi de détergents locaux, d'hydrocarbures, de solvants, exposition au soleil).



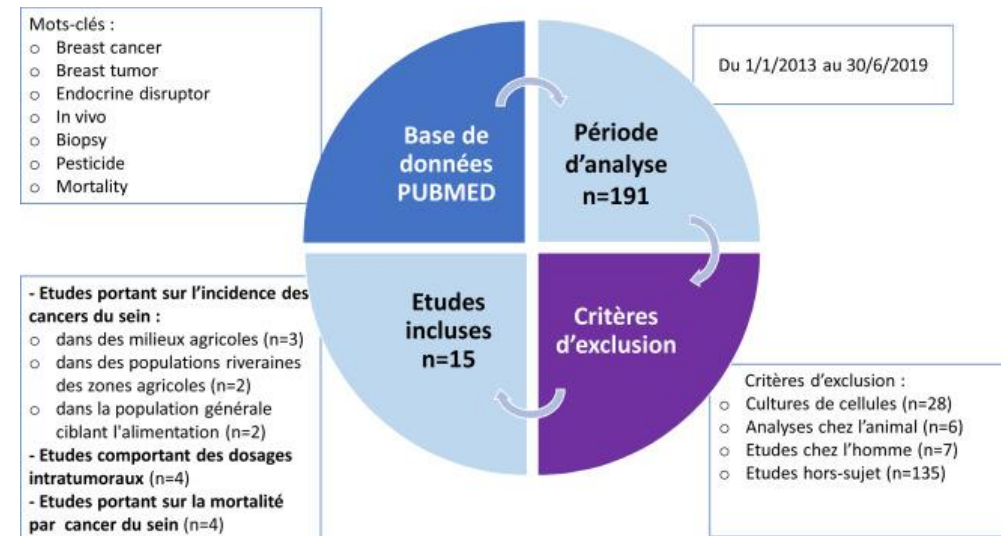


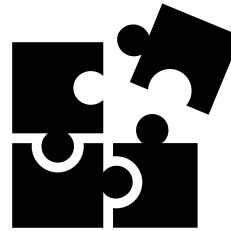
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



## Les pesticides et la santé

- Quelques études, encore peu nombreuses, ont cependant pu mettre en évidence une **augmentation de certains cancers** associée à l'utilisation de familles chimiques particulières de pesticides.
- Les herbicides, tels le 2,4D ont été **particulièrement étudiés** et associés à un excès de **lymphomes non-Hodgkiniens**, de **sarcome des tissus** et de **cancer de la prostate**.
- Le DDT (et ses dérivés, les composés organochlorés) sont **lipophiles** et donnent notamment **lieu à des phénomènes d'accumulation** dans les tissus graisseux.





# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

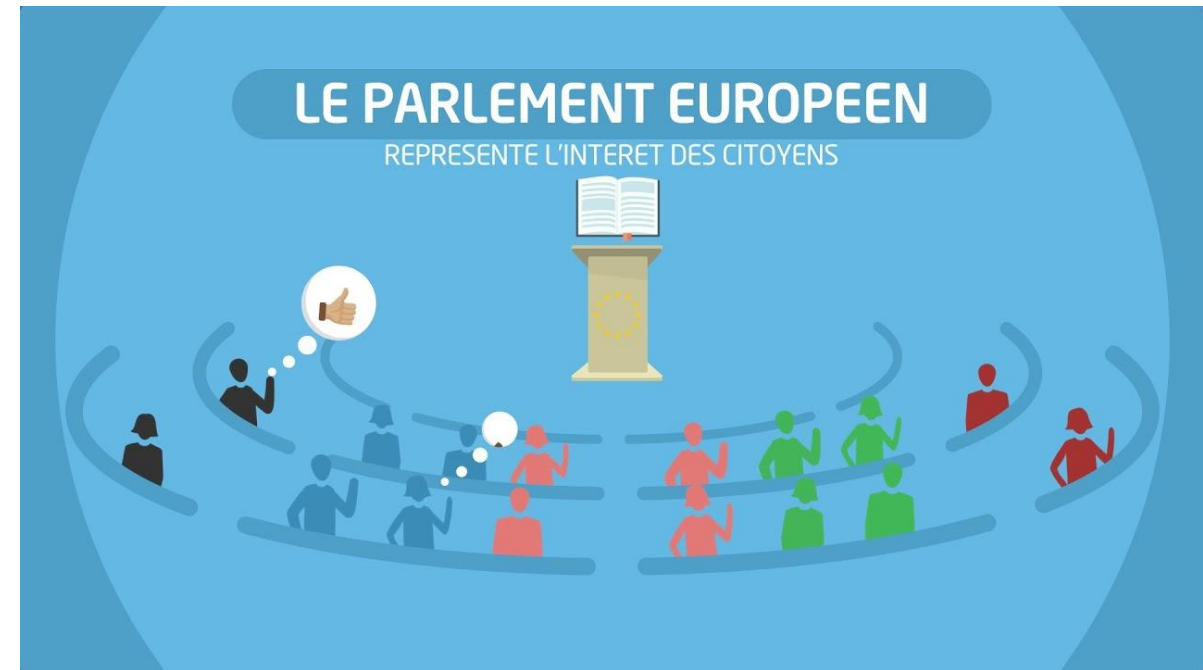
- Pour atténuer ces effets, de nombreuses mesures sont prises, telles que:
- le développement de pesticides plus sélectifs,
- l'adoption de pratiques agricoles durables,
- la promotion de méthodes de lutte biologique
- la sensibilisation du public aux risques associés à l'utilisation de pesticides.



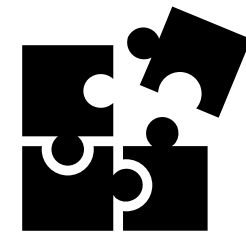
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



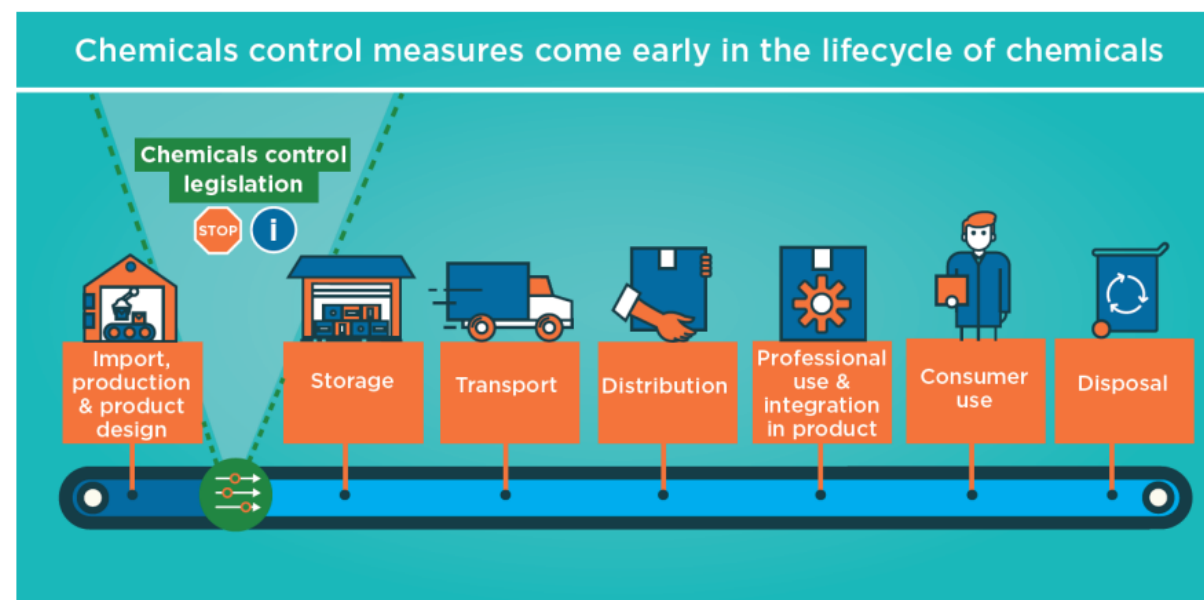
- **La législation de l'Union européenne** en matière de substances chimiques et de pesticides vise à **protéger la santé humaine et l'environnement** ainsi qu'à prévenir les obstacles au commerce.



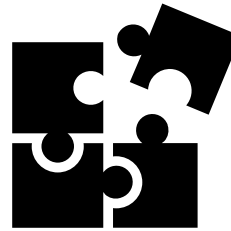
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- **La législation de l'Union européenne** se compose de règles régissant la commercialisation et l'utilisation de catégories particulières de substances chimiques, d'un ensemble de restrictions harmonisées s'appliquant à la mise sur le marché et à l'utilisation de substances dangereuses, et de protocoles relatifs à la gestion des accidents graves et des exportations de substances dangereuses.







# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

- Les deux principales réalisations de l'Union dans ce domaine sont **le règlement CLP** (**classification, étiquetage et emballage**) et le règlement **REACH** (**enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques, ainsi que restrictions applicables à ces substances**).
- **Dans le cadre du pacte vert pour l'Europe**, et en particulier des stratégies «pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques», **«de la ferme à la table»** et «en faveur de la biodiversité», **la législation européenne est actuellement en cours de révision.**



# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---



- L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA), basée à Helsinki, est responsable de la gestion des aspects techniques, scientifiques et administratifs, et chargée de garantir la cohérence de son application.
- Les entreprises devaient enregistrer toutes les substances produites ou importées en quantités supérieures à 1 000 tonnes par an, les substances hautement toxiques produites ou importées en quantités supérieures à 100 tonnes par an et les substances cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques (CMR) produites ou importées en quantités supérieures à 1 tonne par an.



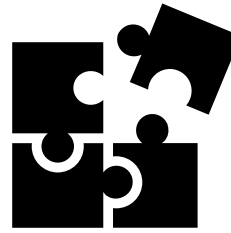
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- 2020, la Commission a publié une nouvelle stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques.
- Elle fait partie de l'objectif «zéro pollution» de l'Union, qui est l'un des principaux engagements du pacte vert pour l'Europe.
- Cette stratégie comprend une révision du règlement interdisant l'utilisation des substances chimiques les plus nocives dans les produits de consommation tels que les jouets, les articles de puériculture, les cosmétiques, les détergents, les matériaux destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires et les textiles, sauf lorsqu'il est démontré que cette utilisation est essentielle pour la société, et garantissant une utilisation sûre et durable de ces substances.



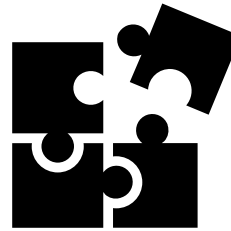
# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique



- L'Union s'est engagée au niveau international à **contrôler le traitement, l'exportation et l'importation** des **POP** au titre du protocole d'Aarhus à la convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, relatif aux POP (en vigueur depuis 2003), et de la convention de Stockholm sur les POP (en vigueur depuis 2004).
- L'Union a accompli des progrès supplémentaires avec le [règlement \(CE\) n° 850/2004](#), qui complète la législation européenne antérieure sur les POP et l'adapte aux dispositions des accords internationaux.

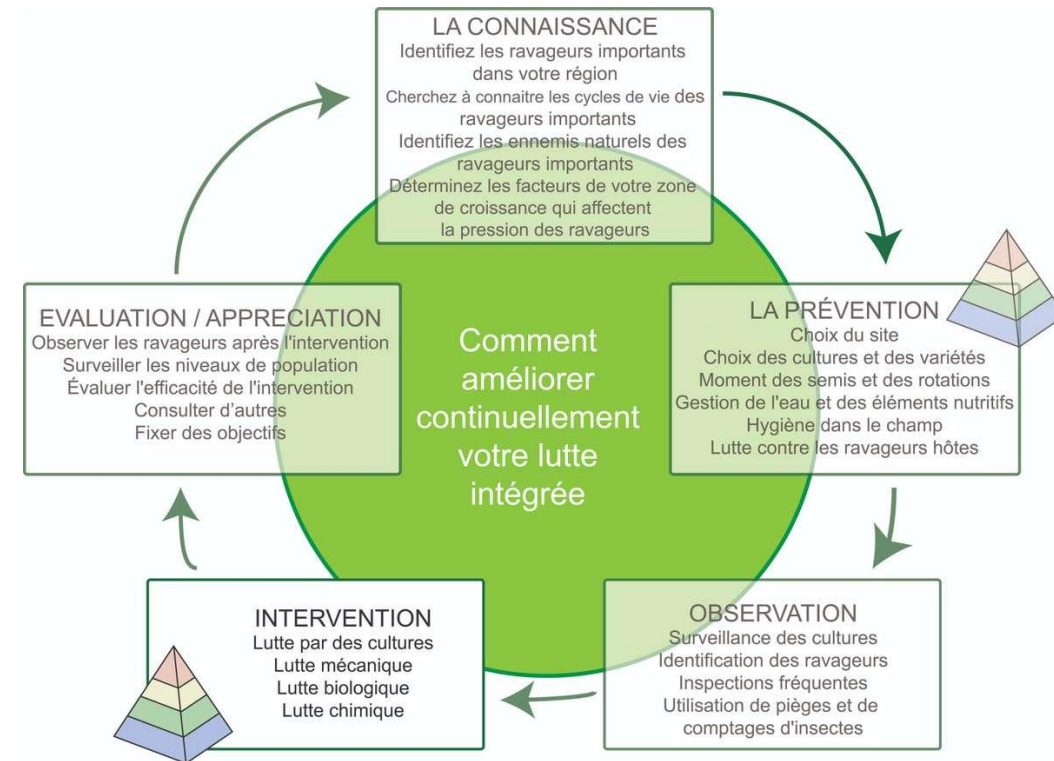


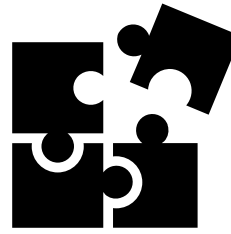




# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

- Si les pesticides tiennent une place centrale dans l'agriculture mondiale, leur utilisation n'en est pas moins un sujet controversé.
- Certains affirment qu'ils apportent une contribution essentielle à la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale quand d'autres y voient plutôt les effets négatifs sur l'environnement et sur la santé des humains et des écosystèmes.
- Ce marché au potentiel important attire les fabricants mais les scientifiques et les autorités publiques manquent de temps et de moyens pour en étudier les risques.





# Effets des pesticides sur l'écosystème et la santé publique

---

- Cependant, l'utilisation des pesticides soulève également des préoccupations en matière de **santé publique** et **d'environnement** en raison de leurs effets potentiellement néfastes sur la santé humaine, la biodiversité et les écosystèmes.
- Par conséquent, il est **important de réglementer et de surveiller attentivement l'utilisation des pesticides**, ainsi que de **promouvoir des pratiques agricoles durables** et des alternatives plus sûres, telles **que l'agriculture biologique, la rotation des cultures et la lutte biologique contre les ravageurs**.

