

Herbicide



Désherbage total avant semis direct sans labour (Canton de Berne, Suisse).

Un **herbicide** est une substance active ou une préparation phytosanitaire ayant la propriété de tuer les végétaux. Le terme « désherbant » est synonyme d'herbicide. Les herbicides appartiennent à la famille des pesticides^[1], elle-même incluse dans la famille des biocides^[2].

Les herbicides sont employés en protection des cultures, dans les golfs, en sylviculture, pour lutter contre les mauvaises herbes qui concurrencent les plantes cultivées, qu'il s'agisse de plantes herbacées ou ligneuses. Selon leur mode d'action, on peut les utiliser en pré- ou en post-levée.

On distingue :

- les désherbants sélectifs (les plus nombreux) ;
- les débroussaillants, et produits de dessouchage chimique ;
- les désherbants totaux (les plus utilisés) ;
- les défanants qui détruisent la partie aérienne des végétaux. Ils sont par exemple utilisés pour la récolte mécanique de la pomme de terre ou de la betterave ;
- les anti-germes, qui empêchent le démarrage de la végétation de bulbes ou tubercules destinés à l'alimentation (oignons, pommes de terre par exemple) ;
- les silvicides visent plus spécifiquement les espèces forestières ou le processus de régénération naturelle ;

« Phytocide » est un terme générique qui regroupe l'ensemble de ces produits.

1 Types d'herbicides

Le groupe de travail « Terminologie » de la Commission des essais biologiques (CEB) de l'Association française de protection des plantes, recommande d'employer les définitions suivantes pour les différents types d'herbicides :

- Selon la pénétration de l'herbicide :
 - **Herbicide foliaire** : herbicide pulvérisé sur les feuilles et absorbé par celles-ci.
 - **Herbicide racinaire** : herbicide appliqué sur le sol et absorbé par les racines. La pénétration s'effectue par les organes souterrains, entre la germination de l'adventice et sa levée.
- Selon la migration de l'herbicide :
 - **Herbicide de contact** : l'herbicide détruit les surfaces de la plante avec lesquels il entre en contact, il n'est pas véhiculé par la sève.
 - **Herbicide systémique** : herbicide de pré-levée ou de post-levée qui migre dans la plante par le bois ou le liber, depuis les points de pénétration (racine ou feuille) jusqu'au site d'action. Cette locution est souvent utilisée dans un sens plus restrictif pour désigner les herbicides de postlevée véhiculés dans la plante par la sève.
- Selon sa sélectivité :
 - **Herbicide sélectif** : herbicide que peut tolérer une espèce cultivée dans des conditions d'emploi définies. Si ces conditions d'emploi ne sont pas respectées, il peut devenir non sélectif. Un herbicide sélectif n'est généralement efficace que sur certaines adventices.
 - **Herbicide total** : herbicide efficace sur l'ensemble des adventices et aussi des espèces cultivées.

2 Modes d'action

Les formulations vendues dans le commerce doivent être homologuées (pour un ou plusieurs usages).

Un produit désherbant contient généralement une ou plusieurs molécules actives (ex : glyphosate pour le Round

Up®) et des adjuvants (ex : polyoxyéthylène amine ou POEA pour le Roundup ; POEA dont certains considèrent qu'il a une action spécifique sur les végétaux traités^[31]) pour stabiliser le mélange ou accélérer ou permettre sa pénétration dans les tissus végétaux pour les tuer (ou en inhiber la croissance dans le cas des inhibiteurs de croissance).

Les modes d'action des herbicides sont fondés sur :

- la perturbation de la photosynthèse,
- l'inhibition de la synthèse des lipides,
- l'inhibition de la synthèse des acides aminés,
- la perturbation de la régulation de l'auxine,
- l'inhibition de la division cellulaire à la métaphase,
- l'inhibition de la synthèse des caroténoïdes (pigments protecteurs des chlorophylles),
- l'inhibition de la synthèse de l'enzyme PPO (protoporphyrinogène oxydase) conduisant à la synthèse des chlorophylles,
- la dérégulation des pH entre les différents compartiments cellulaires ou découplants,
- la perturbation de la croissance.

En France, les pollutions de l'eau causées par les produits phytopharmaceutiques sont (au regard du nombre de molécules et des tonnages de produit) principalement dues aux herbicides de synthèse.

3 Principales familles d'herbicides

3.1 Les herbicides minéraux

Ils furent surtout utilisés au début du vingtième siècle. Les plus utilisés actuellement sont :

- le cyanure de calcium ($\text{Ca}(\text{CN})_2$), il rentre par les racines et pénètre la sève brute pour ensuite s'accumuler dans les feuilles.
- le sulfate de fer (FeSO_4), herbicide de contact utilisé pour lutter contre les mousses et qui accélère de plus l'humification des déchets végétaux,
- le chlorate de sodium (NaClO_3) qui détruit les plantes à fort enracinement. Oxydant puissant, le chlorate de soude pénètre principalement par les racines et est transporté par la sève brute vers les feuilles. Son action n'est pas sélective et peu perdurer jusqu'à six mois dans la terre. Il est détruit par le calcaire, les matières organiques et les corps réducteurs, il peut être aussi lessivé par les eaux

d'infiltration. Il est peu toxique pour l'homme mais c'est un comburant (qui peut entrer dans la fabrication d'explosifs). Il peut être employé pour la dévitalisation des souches. Du fait de son danger (risque d'explosion), il est de plus en plus remplacé par des substances organiques.

3.2 Les herbicides organiques

Ils constituent la très large majorité des herbicides du marché actuel. Par commodité, on les regroupe suivant leur type de pénétration dans le végétal :

- Le **glyphosate** est un désherbant total, c'est-à-dire un herbicide non-sélectif. Le mécanisme d'action de ce pesticide est systémique. Il agit en bloquant l'enzyme enoyl pyruvyl shikimate 3-phosphate synthase (EPSPS). C'est un produit irritant et toxique, surtout connu sous la marque Roundup.

3.2.1 Herbicides racinaires

- **Les Dinitroanilines (toluidines)**

Apparu en 1960, les dinitroanilines sont très peu solubles dans l'eau, ont une forte volatilité et sont souvent photodégradables : ce sont donc des produits à incorporer dans le sol, avant à la mise en place de la culture.

Ils agissent en stoppant la croissance des plantules peu après leur germination. Ils sont désignés sous le terme - impropre- "d'antigerminatif". Ce sont plus précisément des **antimitotiques**. Ils s'utilisent en pré-levée contre les graminées. Leur toxicité est faible et leur persistance varie selon la dose employée (quelques semaines à un an). Leur nom se termine par le vocable "line".

Exemples : benfluraline, butraline, fluchloraline, nitriline, orysaline, pendiméthaline, trifluraline

- **Les Urées Substituées ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$)**

Ce sont exclusivement des herbicides. Leur absorption est essentiellement racinaire. Véhiculés par la sève brute, ils s'accumulent dans les feuilles où ils inhibent la photosynthèse. Ils ont une très faible solubilité dans l'eau et présentent une assez longue persistance d'action dans le sol (2 à 3 mois) mais variable selon les conditions écologiques rencontrées (sol, pluie, température). Ils ont une bonne action sur les graminées et sur certaines dicotylédones. Ils sont utilisés en pré ou post-levée. Leur toxicité est quasiment nulle. Leur nom se termine par le vocable "uron".

Exemples : chlortoluron, chloroxuron, cycluron, diuron, éthidimuron, fénuuron, isoproturon, linuron, monolinuron, méthabenzthiazuron, métobromuron, métoxuron, monuron, thiazafuron, tebuthiuron, thiazafuron, siduron, néburon...

- **Les Triazines**

Ce groupe présente une structure cyclique. Ils agissent par inhibition compétitive au niveau du photosystème II. Les molécules actives prennent la place de la plastoquinone au niveau du site actif la protéine D1 dans les thylakoïdes, ceci inhibant la réduction de la plastoquinone et donc le transport électronique. Il y a alors un surplus d'électrons dans le photosystème II, entraînant un stress oxydant et une diminution de la synthèse des sucres. Ils pénètrent par absorption racinaire et sont véhiculés par la sève brute. Ils sont appliqués directement sur le sol. Le maïs est une plante très tolérante à ces composés, en particulier à l'atrazine. Le sorgho est également tolérant mais le blé et le soja y sont sensibles. Leur toxicité est faible et leur sélectivité souvent bonne. Leur solubilité dans l'eau est réduite et sont donc peu entraînés dans le sol. Leur persistance peut ainsi atteindre 6 à 12 mois pour certains.

Exemples : atrazine, cyanazine, méthoprotryne, propazine, terbuthylazine, simazine, simétryne, sebumeton, sebumeton, terbuméton, amétryne, desmétryne, prométryne, terbutryne...

3.2.2 Herbicides racinaires et foliaires

- **Les Imidazolinones**

Certains produits de cette famille sont des herbicides totaux, d'autres sont sélectifs. Étant absorbés par voies foliaire et racinaire, ils sont indépendants des conditions climatiques. Ils agissent en bloquant l'activité de l'enzyme AHAS (ou ALS) indispensable à la synthèse de 3 acides aminés essentiels : la valine, la leucine et l'isoleucine. Ceci empêche la plante de croître et entraîne une sénescence prématurée. Ce mode d'action explique le peu de toxicité de ces substances à l'égard des animaux et de l'homme, vu que ces derniers ne peuvent synthétiser ces acides aminés, se les procurant à travers les végétaux. Utilisés sur céréales ou en désherbage total, ils sont très souples à l'emploi. Leur persistance est de plusieurs mois.

Exemples : imazaméthabenz, imazapyr...

- **Les sulfonylurées**

Ils agissent sur la même enzyme que les imidazolinones, l'acétolactate synthase (ALS)

Exemples : amidosulfuron, azimsulfuron, chlorsulfuron ...

- **Les Diphényles-éthers**

Synthétisées à partir de 1964, ces molécules possèdent 2 noyaux benzènes reliés par un oxygène. Ils sont absorbés par les feuilles et les racines. Leur transport dans la plante est très limité, ils ont une action de contact. Ils ont un effet inhibiteur sur la croissance des méristèmes et sont de

ce fait généralement utilisés en prélevée ou en post-levée précoce contre les graminées. Ils inhibent également la respiration. Leur solubilité dans l'eau est faible et ils persistent dans les sols de 2 à 4 mois. Leur toxicité vis-à-vis des mammifères est faible. Leur nom se termine généralement par le vocable "fène".

Exemples : acifluorfène-sodium, aclonifène, bifénox, bromofénoxime, chlométhoxyfène, diclofop-méthyle, fluorodifène, fomesafen, lactofène, nitrofène, oxyfluorène.

3.2.3 Herbicides foliaires

- **Les Phytohormones de Synthèse**

Connus en 1942, ils sont absorbés par le feuillage et véhiculés par la sève. Leur causticité est nulle. Il en existe 2 grands groupes :

- le premier est constitué d'Auxines synthétiques. Elles entraînent une croissance anormale de la plante (dycotylédones), débouchant sur la mort.

Le plus connu est le 2,4-D (acide dichloro 2,4 phénoxyacétique), très utilisé pour le désherbage sélectif des monocotylédones qui y sont peu sensibles, à la différence des dycotylédones. Le 2,4,5-T est utilisé comme débroussaillant.

- les composés dérivant des acides propionique et butyrique. Ils sont absorbés par le feuillage et s'accumulent dans les zones à divisions cellulaires intensives (méristème, bourgeon, racine) où ils provoquent une croissance anormale. Leur persistance dans les pailles interdit l'usage de ces dernières en horticulture.

Exemples : 1) 2,4-D, 2,4-MCPA, et ses esters, triclopyr, diclofop-méthyl, 2,4,5-T et ses sels d'ammine en particuliers, 2) 2,4-DP (dichlorprop), MCPP (mécoprop), 2,3,6-TBA, dicamba, piclorame, clopyralid, flurénol...

- **Colorants nitrés (dérivés du phénol, dinitrophénol)**

Dérivé du benzène, ce groupe comprend des molécules toxiques pour les animaux (insecticide) et les végétaux. Ils sont de couleur jaune. Ils ont été très utilisés contre une large gamme de dicotylédones au stade plantule, pour la protection des céréales en traitement de post-levée. Ce sont des herbicides de contact à action rapide entraînant des nécroses sur les tissus qui se dessèchent et meurent. Ils agissent sur les membranes cellulaires qu'ils perméabilisent aux ions H⁺, abaissant fortement le pH des cellules. Ils ne se déplacent pas dans la plante, seules les parties touchées seront affectées par l'herbicide par l'apparition de brûlures au point d'impact.

Ils sont dangereux pour l'homme et l'environnement de par leur toxicité élevée. Le DNOC, à l'état sec, présente de plus des risques d'explosion. Les colorants nitrés sont actuellement remplacés par des produits plus sélectifs.

Exemples : DNBP (dinosèbe), DNOC (Dinitro-Ortho-Crésol), dinoterbe, PCP (pentachlorophenol).

• Les Carbamates

Conçus en 1945 pour la destruction des graminées, ces herbicides se subdivisent en 4 catégories :

1. les dérivés de l'acide carbamique ($\text{NH}_2\text{-COOH}$) qui agissent sur la division cellulaire.
2. les dérivés de l'acide thiocarbamique ($\text{NH}_2\text{-CO-SH}$) qui inhibent la synthèse des lipides à longue chaîne et des gibbérélines.
3. les dérivés de l'acide dithiocarbamique ($\text{NH}_2\text{-CS-SH}$) qui empêchent la germination.
4. les biscarbamates qui empêchent la photosynthèse.

Ces herbicides ont en commun leur faible toxicité et une volatilité plus ou moins grande. Ils perturbent la division cellulaire (antimitotique) et la physiologie générale de la plante, provoquant le phénomène d'anse en panier, dé aux feuilles ne pouvant pas se déplier.

Ils s'emploient le plus souvent en pré-levée (thiocarbamates) ou post-semis, parfois en post-levée (phenmediphame, barbame). À l'exception des composés allates, qui persistent plusieurs mois dans le sol, leur persistance est quasiment nulle.

Exemples :

1. Asulame, barbame, chlorbufame, chlorprophame, prophame, carbétamide ;
2. Thiocarbamates : butilate, cycloate, diallate, triallate, EPTC, molinate, prosulfocarbe, vernolate, pédulate, thiobencarbe ;
3. Dithiocarbamates : métam sodium, nabame ;
4. Biscarbamates : desmédiphame, phenmédiphame, karbutylate.

• Les ammoniums quaternaires (bipyridiles)

Synthétisés dans les années 50, ils sont formés par l'association de 2 cycles pyridiniques. Ce sont des accepteurs d'électrons photosynthétiques, actifs sur les réactions lumineuses de la photosynthèse, provoquant l'arrêt de l'assimilation de CO_2 . Ils provoquent également la dégradation des acides gras insaturés, l'ensemble de ces actions débouchant sur la mort.

Ils se caractérisent par leur rapidité d'action et leur absence de sélectivité (désherbant total), à l'exception du difenzoquat. Ils pénètrent dans les organes aériens mais migrent peu. Ce sont avant tout des produits de contact. Ils sont très solubles dans l'eau et n'ont pas d'effet par traitement de sol car ils sont fortement absorbés par les argiles où, de ce fait, ils ne se dégradent que très lentement. Ils sont très toxiques pour l'homme et les animaux, et on n'en connaît pas ou peu d'antidote (selon les molécules).

Exemples : diquat, paraquat, difenzoquat.

• fop/dime et pinoxaden ;

Ce sont des herbicides antigaminées qui inhibent l'acétyl-coenzyme A carboxylase (ACCCase) dans les chloroplastes. De nombreuses résistances sont apparues, certaines résultent de modifications de l'enzyme chez la plante, d'autres en revanche proviennent d'autres mécanismes (résistance non liée à la cible).

Exemples : Alloxydime-sodium, Clodinafop-propargyl.

4 Controverses

4.1 Utilisation militaire des herbicides

La guerre du Viêt Nam a révélé les effets néfastes sur les populations vietnamiennes de "l'agent orange", défoliant formé d'un mélange de 2,4-D et de 2,4,5 T, utilisé au cours de ce conflit par l'armée américaine^[4].

Le 2,4,5-T a montré sa longue rémanence et la haute toxicité d'une dioxine, la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine *(TCDD) contenue à l'état de traces en mélange avec la matière active. Cette substance est un résidu de synthèse du 2,4,5-T, 100 fois plus toxique que la strychnine. Elle a un effet tératogène prononcé. On estime que 50 millions de litres d'agent orange, soit 20'000 t de matières actives renfermant 167 kg de dioxine ont été répandus dans la jungle et les rizières du Sud Viêt Nam de 1962 à 1971. Il y a été enregistré de 1974 à 1977 une nette augmentation des cancers du foie dans cette région. Ce produit est accusé d'engendrer une maladie congénitale, la phocomélie (du grec "corps de phoque") : des enfants vietnamiens naissent sans bras et sans jambes. Enfin, il entraîne de graves lésions cutanées (chloracné). Le TCDD séjourne longtemps dans l'organisme (30 ans) où sa solubilité dans les graisses en favorise sa concentration et son stockage. Il séjourne longtemps dans le sol, car la dioxine est difficilement assimilée par les plantes. Le 2,4,5 T est interdit dans 15 pays dont les États-Unis et son usage est sévèrement restreint dans 7 autres.

5 Alternatives biologiques

L'usage d'engrais vert en évitant la prolifération des adventices permet de limiter l'utilisation d'herbicides.

Des rotations entre **céréales** d'hiver et de printemps permettent de « casser » les cycles végétatifs et réduire le “stock” de graines dans le sol.

La lutte contre les adventices passe par une anticipation : on ne traite pas la culture, mais on prépare la parcelle pour la suivante.

Les parties aériennes séchées de différentes plantes (*Artemisia annua*, *Bromus tectorum*, *Hordeum murinum*, *Origanum vulgare*) incorporées dans le sol ont permis de réduire, de manière significative, la croissance des mauvaises herbes. Avec l'apparition de l'acide pélargonique (Finalsan) dans certaines gammes herbicides, on peut considérer qu'un premier succès industriel a été obtenu en s'inspirant de l'allélopathie^[5].

6 Limites

Des phénomènes de résistance aux pesticides (comparables aux phénomènes d'antibiorésistance) sont apparus de par le monde, par sélection face à l'usage croissant de désherbants. Certains végétaux se montrent capables de métaboliser et dégrader des pesticides qui tuent d'autres plantes (c'est le cas par exemple des peuplier (*Populus* spp.) pour les herbicides à base de chloroacétanilide^[6], ce qui peut les rendre utiles pour l'épuration d'eaux contaminées par certains désherbants.

6.1 Interactions négatives avec les autres cultures (voisines ou de l'année suivante), apparition de résistances aux désherbant

Les désherbants peuvent parfois interagir avec les cultures voisines si appliqués en période de vent (phénomène de dérive au moment de la pulvérisation, en particulier en cas de pulvérisation par avion ou hélicoptère) ou suite à un lessivage vers des cultures situées vers l'aval de la pente s'il pleut pendant ou peu après la pulvérisation.

L'usage intensif et généralisé de désherbants a favorisé l'apparition de phénomènes de résistance de la part de certaines adventices dites “mauvaises herbes”. Dans certains cas, on voit même des résistances croisées à plusieurs désherbants (dont désherbants totaux). Ces résistances posent des problèmes de plus en plus complexes pour la gestion des cultures^[7].

On a aussi montré dans les années 1970 que dans le cycle pluri-annuel de la rotation des cultures, les restes de désherbants sélectifs épandus à l'année “n” peuvent persister dans le sol, et à l'année n+1 diminuer les rendements d'autres cultures sensibles à ce désherbant^[8].

On a montré au début des années 2000 qu'une exposition répétée à des doses sublétales (non mortelles) de désherbant présents dans le sol ou l'environnement de

la plante-cible favorisait ou causait l'apparition de telles résistances^[9].

Ces résistances interagissent avec les cultures au moins de deux manières, en favorisant le maintien d'espèces très compétitives dans les cultures, au détriment des rendements de ces dernières, et parfois en posant des pertes de prix de vente (récoltes moins “propres”) ou sanitaires (certaines adventices semblent favoriser des maladies auxquelles elles résistent mieux que les plantes cultivées, l'ergot du seigle par exemple avec le Vulpin des champs *Alopecurus myosuroides*) Dès les années 1980, des guides techniques ont été publiés en Angleterre pour essayer de gérer ces résistances qui posent déjà en Angleterre des problèmes permanents pour la protection des cultures d'hiver^[7] ; ces guides proposent d'utiliser des désherbants plus efficaces et à leur efficacité maximale (au risque de faire apparaître de nouvelles formes de résistances chez les mauvaises herbes) ou d'intégrer des pratiques de lutte intégrée dont les cultures semées au printemps, après labour, dans une rotation des cultures, avec des semis d'automne tardif, ou l'agriculture biologique.

Enfin certains désherbants contenant des toxiques non dégradables tels que l'arsenic, notamment utilisé sur les golfs et les cultures de coton aux États-Unis sont responsables d'une lente accumulation de ce polluant dans le sol et parfois dans l'eau (voir l'article Impacts environnementaux des golfs pour plus de détails).

7 Pulvérisation

Elle doit respecter les recommandations du fabricant et la législation qui peut varier selon les pays.

En Europe, « *la pulvérisation aérienne de pesticides est susceptible d'avoir des effets néfastes importants sur la santé humaine et l'environnement, à cause notamment de la dérive des produits pulvérisés. Il convient donc d'interdire d'une manière générale la pulvérisation aérienne, avec possibilité de dérogation seulement lorsque cette méthode présente des avantages manifestes, du point de vue de son incidence limitée sur la santé et sur l'environnement par rapport aux autres méthodes de pulvérisation, ou lorsqu'il n'existe pas d'autre solution viable, pourvu qu'il soit fait usage de la meilleure technologie disponible pour limiter la dérive* »^[1].

8 Marques

Il existe de nombreuses marques de désherbant, on peut ainsi citer : Roundup, Charlygranger, Fertiligène, Resolva etc.

9 Voir aussi

9.1 Articles connexes

- Biocide
- produit phytosanitaire
- Atrazine
- pesticides
- Liste de substances actives de produits phytosanitaires
- Perturbateur endocrinien
- Écotoxicologie

9.2 Liens externes

- Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement sur le site de l'Institut de veille sanitaire (InVS) :
 - Tome 1 - Présentation générale de l'étude - Métaux et métalloïdes (14 mars 2011)
 - Tome 2 - Polychlorobiphényles (PCB-NDL) / Pesticides (29 avril 2013)
- Classes de modes d'action des herbicides, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

9.3 Bibliographie

- Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. Votre aide est la bienvenue !

9.4 Références

- [1] Directive 2009/128/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable
- [2] la Directive du Parlement européen et du Conseil n° 98/8/CE du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides (JOCE n° L 123 du 24 avril 1998)
- [3] Avis AFSSA n°2008-SA-0034 du 26/03/09
- [4] article de Martin Sinandja, président du "Comité International de Soutien aux victimes vietnamiennes de l'agent Orange et au procès de New York"
- [5] Interactions végétales, la guerre biologique est déclarée
- [6] Kömives T, Gullner G, Rennenberg H, Casida JE. Ability of poplar (*Populus* spp.) to detoxify chloroacetanilide herbicides. *Water Air Soil Pollut Focus*. 2003 ;3 :277–283

[7] S.R. Moss, J.H. Clarke, *Guidelines for the prevention and control of herbicide-resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.)*; *Crop Protection*, Volume 13, Issue 3, May 1994, Pages 230-234 (résumé)

[8] E.G. Mahn, K. Helmecke, *Effects of herbicide treatment on the structure and functioning of agro-ecosystems II. Structural changes in the plant community after the application of herbicides over several years*; *Agro-Ecosystems*, Volume 5, Issue 2, March 1979, Pages 159-179 (Résumé)

[9] M. Vila-Aiu, Claudio M. Ghers, *Building up resistance by recurrently exposing target plants to sublethal doses of herbicide*; *European Journal of Agronomy*, Volume 22, Issue 2, February 2005, Pages 195-207 Martin (Résumé)



- Portail de l'agriculture et l'agronomie



- Portail de l'environnement



- Portail de la chimie



- Portail de la protection des cultures

10 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

10.1 Texte

- **Herbicide** *Source* : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Herbicide?oldid=114945119> *Contributeurs* : Hashar, Albin, Popolon, Kelson, Ggbb, HasharBot, Abrahami, Spedona, Fafnir, MedBot, Phe-bot, Bibi Saint-Pol, Urban, Bradipus, Criric, Erasmus, Stéphane33, Pok148, Robot-Quistnix, FlaBot, YurikBot, MMBot, Jrcourtois, Pautard, Maitre So, Pld, Lamiot, Booggi, GaMip, Papagolfer, Rhadamante, Thijs !bot, JAnDbot, Zawer, Eiffele, Haltopub, Elisemarion, Tejgad, Salebot, Mathieup1, Zorrobot, Idioma-bot, François GOGLINS, TXiKiBoT, Tooony, Abpong, Lannivon, VolkovBot, Ydecreux, AlleborgoBot, Acélan, SieBot, WTTSM, JLM, LordAnubisBOT, Vlaam, Dhatier, Bub's, Deaddisco, Sensonet, Aurelliana, WikiCleanerBot, SilvononBot, ZetudBot, JCCW, Utopies, Luckas-bot, Pinof, Penjo, ArthurBot, Le sourcier de la colline, Tpa2067, Xqbot, Obersachsebot, RibotBOT, Paupiette149, Bob Saint Clar, Coyote du 57, MondalorBot, Dinamik-bot, The Titou, ZéroBot, Thouny, Jules78120, MerllwBot, Bertol, Triistyle, YFdyh-bot, Rome2, Dimdle, Addbot, Girart de Roussillon et Anonyme : 34

10.2 Images

- **Fichier:Direktsaat_Probleme001.JPG** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Direktsaat_Probleme001.JPG *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Provided to User:Leyo by the author by mailed DVD *Artiste d'origine* : Volker Prasuhn
- **Fichier:Nuvola_apps_bug.png** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Nuvola_apps_bug.png *Licence* : LGPL *Contributeurs* : <http://icon-king.com> *Artiste d'origine* : David Vignoni / ICON KING
- **Fichier:Nuvola_apps_edu_science.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Nuvola_apps_edu_science.svg *Licence* : LGPL *Contributeurs* : <http://ftp.gnome.org/pub/GNOME/sources/gnome-themes-extras/0.9/gnome-themes-extras-0.9.0.tar.gz> *Artiste d'origine* : David Vignoni / ICON KING
- **Fichier:Tractor_icon.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Tractor_icon.svg *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Spedona
- **Fichier:View-refresh.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/View-refresh.svg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : The Tango ! Desktop Project *Artiste d'origine* : The people from the Tango ! project

10.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0