

À la recherche de stratégies de soutien à l'agriculture durable au Canada, Congrès IAC/OAQ, 6-9 nov. Loews Concorde, Québec

OGM, la filière pesticide et l'herbicide Roundup.

Quelles leçons pour une agriculture durable et viable?



Louise Vandelac, Ph.D, Professeure titulaire, UQAM

Département de Sociologie, Institut Sciences de l'environnement (ISE),

Directrice du CINBIOSE Centre de recherche interdisciplinaire sur la biologie, la santé, la société et l'environnement , Centre Collaborateur de l'OMS et de l'OPS

Avec la collaboration de membres du Groupe de recherche Technoscience du vivant et sociétés:

Nathalie Boulanger, Devlin Kuyek et Sophie-Anne Legendre



Université du Québec à Montréal Novembre 2005

Centre collaborateur OMS-OPS



En guise de préambule...

***« You can not solve the problem
with the same kind of thinking
that created the problem... »***

Albert Einstein

Plan de la présentation

- Articulation Roundup Ready/OGM Roundup Ready.
- Transition de l'herbicide Roundup vers des végétaux transgéniques Roundup Ready.
 - Enjeux économiques et juridiques
 - Enjeux sociopolitiques
 - Enjeux sociosanitaires
 - Enjeux socioculturels
- Des OGM pesticides exigeant plus de pesticides...
- Impacts environnementaux et sanitaires de l'utilisation massive de l'herbicide Roundup
- Gouvernance Responsable? Développement viable? Démocratie?

Mise en contexte

L'herbicide glyphosate et le Roundup

- Cet herbicide, le plus vendu dans le monde a été introduit au début des années 70 par Monsanto qui en est toujours le principal producteur au monde.
- Le brevet expirait en 2001 au Canada, en 2000 aux Etats-Unis, et plus tôt pour la majorité des pays du marché du Round-up.
- Avec l'échéance des brevets sur l'herbicide glyphosate, un nombre important de producteurs génériques a vu le jour, ce qui n'a pas été sans incidence sur la baisse et la fluctuation des prix (Source: Woodburn, 2000)

Principaux producteurs de glyphosate (1998)

| Compagnie et location | Capacité (tonne/année) |
|-------------------------------|------------------------|
| Monsanto, USA | n/d |
| Monsanto, Belgique | n/d |
| Monsanto, Malaisie | n/d |
| Monsanto, Brésil | n/d |
| Monsanto, Argentine | n/d |
| Zeneca, Belgique | environ 5000 |
| Zeneca, UK | environ 8000 |
| Cheminova, Danemark | 5000 |
| Alkaloida, Hongrie | 2000 |
| Shenzhen Jiangshan C+I, Chine | 5000 et + |
| CAC Chemical Co, Chine | 2000 |
| Hahn Jung, Corée du sud | 1800 |
| Korea Steel, Corée du sud | 1000 |
| AIMCO, Inde | 1000 |
| Shin Dar AgChem, Taiwan | 5000 |
| Shinung Corp, Taiwan | 2000 |
| Comlets Chemical, Taiwan | 2000 |
| Nortox, Brésil | 1000 |

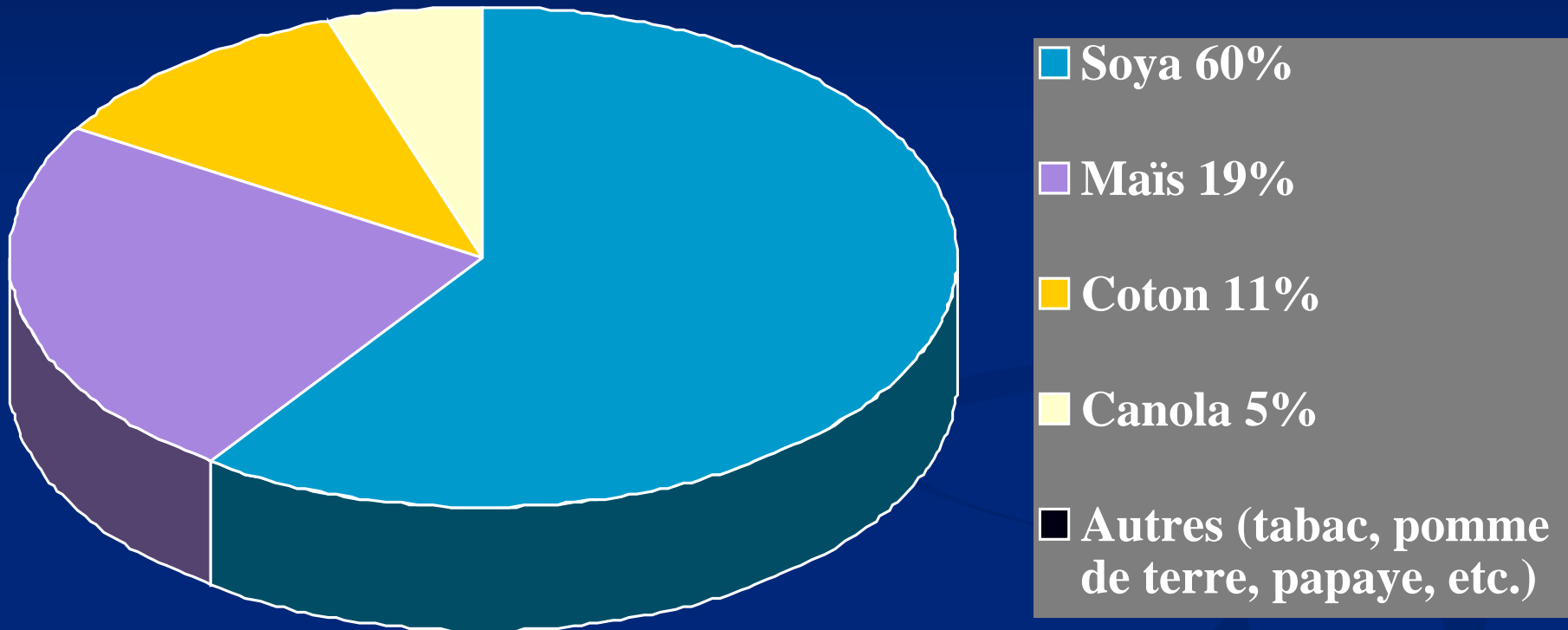
Woodburn, 2000

OGM Roundup Ready: coup de maître !

- Les OGM Roundup Ready brevetés ne mourant pas en présence massive d'herbicide Roundup, ont permis de substituer aux droits de propriété intellectuels (DPI) sur le Round up, les DPI sur les semences OGM, s'assurant ainsi d'une quintuple protection:
 - Juridique: droit de propriété intellectuelle sur les semences interdisant de réutiliser ces semences: marché quasi captif
 - Policière: recours à des inspecteurs et à des délateurs
 - Recours aux tribunaux y compris en cas de contamination
 - Biotechnologique: les OGM Roundup Ready exigent du Roundup: donc protection de ces marchés
 - Biotechnologique: Possibilité d'imposer des technologies à usages restrictifs (GURTZ) empêchant la plante de se reproduire ou de reproduire le caractère génétique recherché.

Soya et maïs représentent 79% des plantes transgéniques dans le monde

OGM: 4 cultures dont 90% soya/maïs/coton



Source : ISAAA 2005

Types de cultures

QuickTime™ et un
décompresseur TIFF (LZW)
sont requis pour visionner cette image.

SOYA ROUNDUP READY

| Monanto Biotechnology Trait Acreage | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 1999 | 1998 | 1997 | 1996 |
|---|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------|
| (in millions of acres) | | | | | | | | | | |
| U,S Roundp Ready soybean trait | 66.4 | 67.2 | 63.6 | 60.0 | 54.8 | 45.0 | 40.5 | 29.1 | 7.9 | |
| Argentine Roundp Ready soybean trait | 34.6 | 31.8 | 29.9 | 27.1 | 22.7 | 17.0 | 13.6 | 4.0 | 0.5 | |
| Brazilian Roundup Ready soybean trait | 12.3 | 7.4 | | | | | | | | |
| Roundp Ready soybean trait-other | 5.8 | 2.5 | 1.6 | 1 | 0.6 | 0.3 | | | | |
| Total Monsanto soybean trait | 119.1 | 108.9 | 95.1 | 88.1 | 78.1 | 62.6 | 54.4 | 33.1 | 8.4 | |

OGM Roundup Ready 84% des surfaces OGM de Monsanto

- Soya $119.1 / 119.1 = 100\%$
- Maïs $35 / 51.7 = 68\%$ (incluant caractères combinés)
- Coton $2,9 / 17,1 = 17\%$
- Canola $6,7 / 6,7 = 100\%$

- En 2005, les OGM Roundup Ready de Monsanto représentaient 163,7 des 194,6 millions d'acres des OGM Monsanto soit plus de 84 % !

- Source Monsanto Biotechnology Trait Acreage: Fiscal Years 1996-2005
Updated: Oct 12: Year-End 2005 Actuals. Site internet Monsanto 4 nov.2005

Cultures OGM 2004: Plantes pesticides à plus de 99%



Herbicide Tolerant Soybean 60 %

Bt Maize 14 %

Bt Cotton 6 %

Herbicide Tolerant Maize 5 %

Herbicide Tolerant Canola 5 %

Bt/Herbicide Tolerant Maize 4 %

Bt/Herbicide Tolerant Cotton 4 %

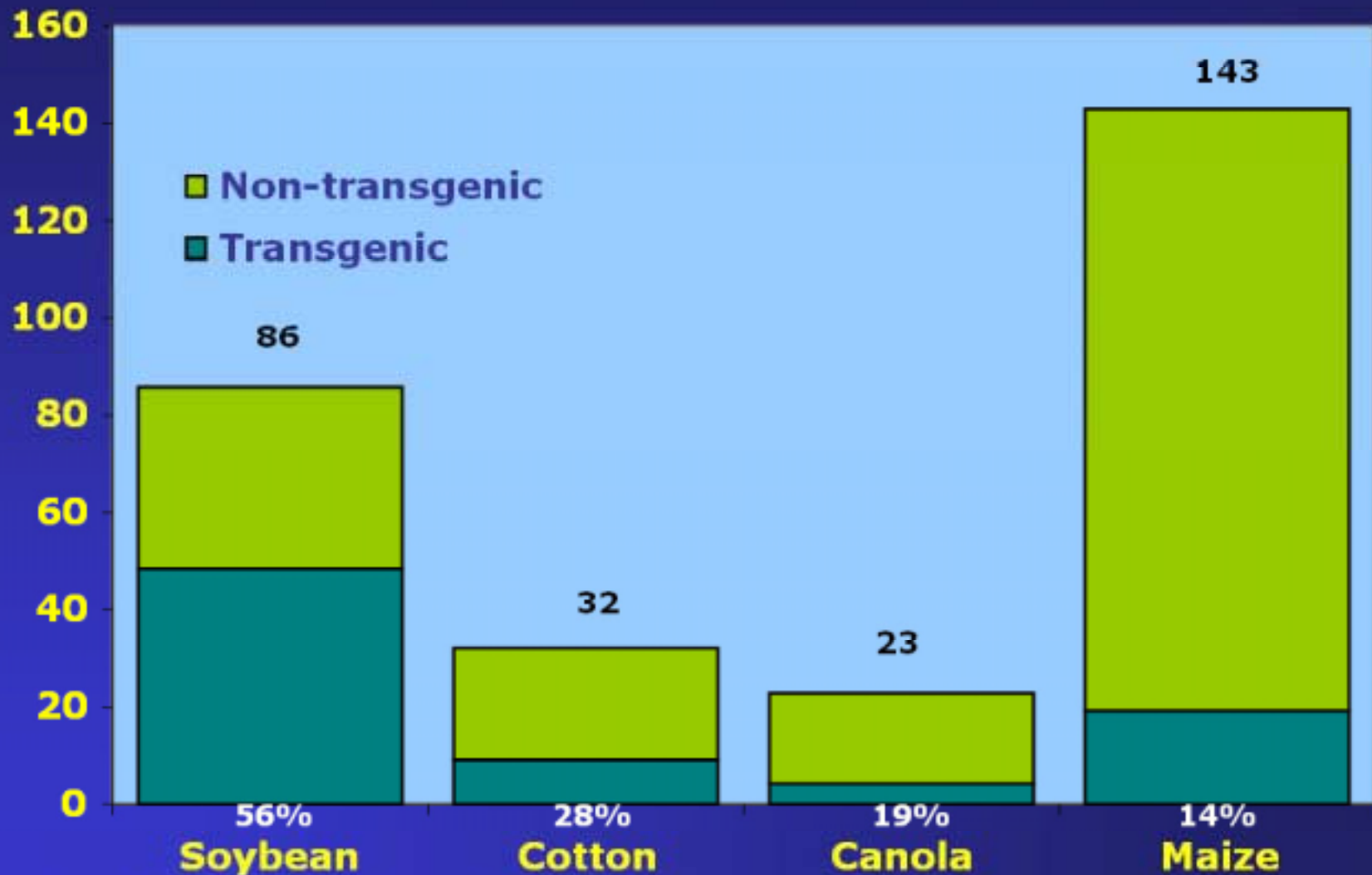
Herbicide Tolerant Cotton 2 %

Source : ISAAA, Etat mondial des plantes biotechnologiques/GM commercialisées: 2004

QuickTime™ et un
décompresseur TIFF (LZW)
sont requis pour visionner cette image.

En 2004, 96% des surfaces de cultures transgéniques étaient concentrées dans 5 pays producteurs, dont 59% aux États-Unis Source: ISAAA 2004

Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops (Million Hectares)



Source: Clive James, 2004

Ventes mondiales Roundup et glyphosate en 2005 par Monsanto

QuickTime™ et un décompresseur TIFF (LZW) sont requis pour visionner cette image.

(Monsanto, 2004)

OGM Roundup Ready: coup de maître !

- En Amérique du Nord , en intervenant sur l'élaboration même des dispositifs d'évaluation et de réglementation qui, se fondant sur le principe d'équivalence en substance, coûtent environ 100 fois moins cher pour l'introduction d'un OGM que d'un nouveau pesticide breveté:
 - les producteurs d'OGM ont pu réduire considérablement les coûts
 - imposer ces OGM pesticides à l'insu des consommateurs
 - faire porter le fardeau de la preuve et les risques sur les citoyens.
 - Transférer aux autres acteurs les éventuels coûts de l'étiquetage

EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES OGM : COÛTS 100 FOIS MOINS QUE PESTICIDES

| Approaches | Test options | Estimated cost as a multiple of the cost of coarse chemical analyses |
|---|---|--|
| Recent practice for GM foods and crops in the United States and European Union (EU) | Coarse chemical analyses | x1 |
| Current practice for GM foods and crops in the EU | À slightly finer chemical analysis and some short-term farm-animal feeding studies | x10 |
| Officially envisaged future (in the EU) for GM foods and crops | Far finer chemical analyses including proteomics and metabolomics as well as laboratory animal feeding studies, farm-scale cultivation trials for crops | x50 |
| Current practice for additives and pesticides | Chemical analyses plus toxicological tests with bacteria, and studies on (400) live animals, and some immunological testing, but no human trials | x100 |
| Current practice for pharmaceutical products | Chemical analyses plus toxicological tests with bacteria and live animal studies, some immunological testing, and some clinical trials | x500 |

■ Erik Millstone Evaluating the acceptability of GM crops: the scope for autonomy in developing countries. SciDevNet, Jan. 2005

Le paradoxe OGM Roundup et autres OGM pesticides

- Ces stratégies ont permis à Monsanto de
- Protéger, voir élargir, sa part de marché du Roundup
- Contribuer fortement à imposer les OGM dans le monde
- Profiter des investissements publics et des capitaux de risques consacrés à ce volet biotechnologique de l'économie du savoir.
- Dominer le marché mondial des OGM

- Tout en prétendant, paradoxalement que ses plantes pesticides, ne mourant pas en présence massive de Roundup, permettaient de réduire l'usage des pesticides...
- Tout comme l'ensemble des promoteurs des biotechnologies qui soutiennent que les OGM réduisent l'utilisation de pesticides.
- Or qu'en est-il?

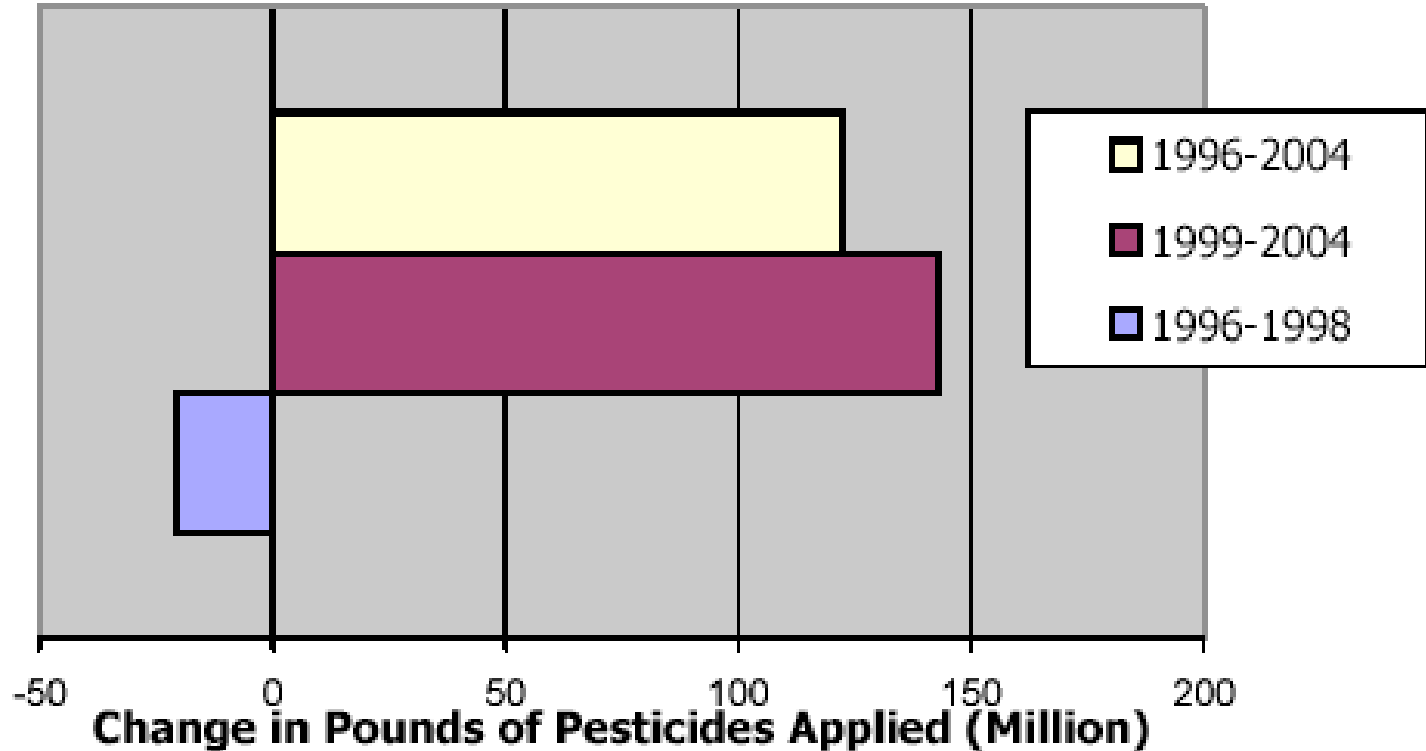
OGM et utilisation des pesticides

Benbrook, Charles M. 2004. *Genetically Engineered Crops and Pesticide Use in the United States : The First Nine Years*. BioTech InfoNet, Technical Paper Number 7, octobre 2004, 53 pages.

- Pour les Etats-Unis, cette affirmation est véridique **pour les trois premières années** d'utilisation commerciale de ces cultures.
- Depuis 1999, l'analyse des données démontre plutôt une tendance à l'augmentation de l'utilisation des pesticides.
- De manière globale, l'utilisation de pesticides pour le maïs, le soya et le coton génétiquement modifiés a augmenté de l'ordre de 122 millions de livres depuis 1996 (augmentation de 4,1%).
- Les cultures TH ont augmenté de 139 millions de livres l'utilisation d'herbicide, alors que les cultures Bt ont réduit de 15,6 millions de livres l'utilisation d'insecticide.

OGM évolution de l'utilisation des pesticides:

Chart 4. Changes in Pesticide Use in the First Three Years of Commercialization Compared to the Last Six Years



(Benbrook, 2004)

Usages accrus d'herbicides pour les cultures GM: pourquoi?

- L'utilisation d'un seul herbicide pour gérer les adventices sur des millions d'acres de cultures tolérantes à l'herbicide a provoqué un changement dans les communautés d'adventices et une résistance accrue de celles-ci à l'herbicide.
- Oblige les agriculteurs à appliquer des herbicides additionnels ou à augmenter le taux d'application.
- Baisse importante du prix des herbicides à base de glyphosate par les compagnies désirant une plus grande part de marché (produits génériques suite à la fin du brevet sur le Roundup)
- Baisse de la quantité d'herbicide utilisée sur les variétés conventionnelles (réglementation, innovations de l'industrie).

(Benbrook, 2004)

Roundup et environnement

Dégradation, présence dans les sols

- Dégradation par les micro-organismes du sol produit un métabolite, l'*aminomethyl phosphonic acid* (AMPA) et mène ultimement à la production d'eau, de gaz carbonique et de phosphate (Araujo et al., 2003).
- Étude de Mamy et al (2005) sur la persistance du glyphosate, comparée à celle des herbicides trifluralin, metazachlor, metamitron et sulcotrione révèle que le glyphosate est celui qui a généralement la demi-vie la plus courte, mais pas dans tous les types de sols:

«The five herbicides had a low persistence, particularly glyphosate, but in soils where glyphosate adsorption is high (low pH and phosphate content), it is more persistent than sulcotrione and metazachlor. Glyphosate, trifluralin and sulcotrione degradation depend on strength of their adsorption on soils [...]. Glyphosate, metazachlor and sulcotrione metabolites were persistent and may accumulate in soil following several applications leading to an increase in environment contamination risks» (Mamy et al., 2005).

- *«The environmental advantage in using glyphosate due to its rapid degradation is counterbalanced by accumulation of aminomethylphosphonic acid specifically in the context of extensive use of glyphosate» (Mamy et al., 2005).*

Roundup et environnement

Présence dans les cours d'eau

Étude du Ministère de l'environnement sur la présence des pesticides dans les cours d'eau agricoles:

- Le glyphosate (Roundup) a été analysé dans l'eau de la rivière Chibouet : il était présent dans 38 % des échantillons.
- *«Quoique les concentrations mesurées dans les rivières pour ces produits sont généralement faibles, leur présence en dehors des champs en culture n'est pas plus souhaitable que celle de l'atrazine ou du métolachlore. Cette situation nous indique aussi que le remplacement d'un pesticide par un autre n'est pas une solution durable pour réduire la contamination de l'environnement.»* (Québec, 2002)

Source: Québec. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs. 2002. *L'utilisation des pesticides dans le maïs et le soya.*

URL http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/mais_soya/index.htm

Roundup et environnement

Glyphosate et pathogènes

- Selon Hanson et Fernandez (2003), l'application de glyphosate augmente la population de champignons pathogènes dans la plante (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs., *Fusarium graminearum* et *Fusarium avenaceum*(Fr.:Fr.)).
- Selon une étude récente de Fernandez et al. (2005), l'application de glyphosate est significativement associée à des taux élevés de brûlure des épis (*Fusarium*).

Hanson, K.G. et M.R. Fernandez. 2003. «Glyphosate herbicides affect plant pathogenic fungi» *Canadian Journal of Plant Pathology*, vol. 25, p.120.

Fernandez, M.R., Selles, F., Gehl, D., DePauw, R.M. et Zentner, R.P. 2005. «Crop Production Factors Associated with Fusarium Head Blight in Spring Wheat in Eastern Saskatchewan». *Crop Science*, vol. 45, p. 1908-1916.

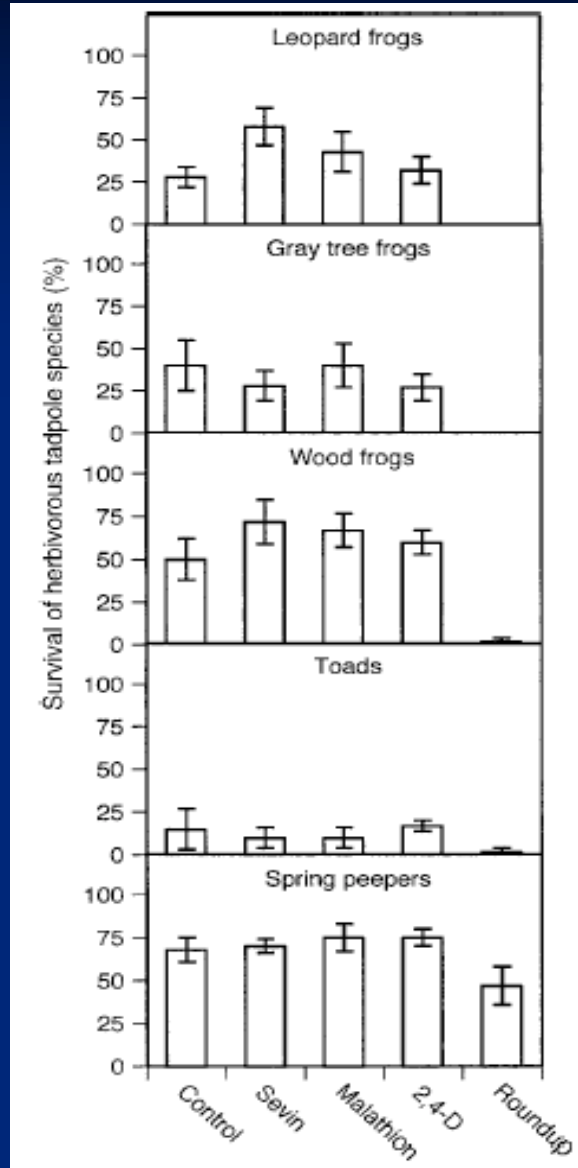
Roundup et environnement

Glyphosate et pathogènes

- Selon Araujo et al. (2003), les sols exposés à des applications répétées de glyphosate sur quelques années démontrent une activité microbienne plus élevée que les sols pour lesquels aucune application de glyphosate n'a été effectuée durant cette période.
- «...*there is a growing body of evidence that glyphosatebased herbicides are affecting plant pathogenic fungi and, in turn, disease levels in fieldcrops*» (Hanson et Fernandez, 2003, p. 120.)

A.S.F. Araujo, Monteiro, R.T.R. et R.B. Abarkeli. 2003. Effect of Glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. *Chemosphere*, vol 52, p. 799–804.

Roundup et amphibiens



(Relyea, 2005)

Relyea, Rick A. 2005. «The impact of Insecticides and Herbicides on the Biodiversity and Productivity of Aquatic Communities», *Ecological Applications*, vol. 15, p. 618-627

- Roundup a causé un déclin de 70% dans la biodiversité des amphibiens et de 86% de la masse totale de têtards.
- 2 espèces de têtards (Leopard Frog, Gray Treefrog) furent complètement éliminées
- Les têtards de Wood Frog et de crapaud étaient presque totalement éliminés
- «Collectively, the available data indicate that, contrary to conventional wisdom, current application rates of *Roundup* can be highly lethal to many species of amphibians» (Relyea, 2005, p. 625).

Roundup et santé

Impact sur la transcription (génétique)

Marc J, Le Breton M, Cormier P, Morales J, Belle R et Mulner Lorillo O. 2005. «A glyphosate-based pesticide impinges on transcription.» *Toxicology and Applied Pharmacology*. 203, 1-8

- Le Roundup affecte le développement des oursins de mer en inhibant l'éclosion.
- Le Roundup dérègle la transcription génétique, un processus biologique fondamental.
- Le glyphosate et le surfactant utilisé dans le Roundup (POEA) jouent tous deux un rôle dans ce phénomène.
- «*The surfactant polyoxyethylene amine (POEA), the major component of commercial Roundup, was found to be highly toxic to the embryos when tested alone and therefore could contribute to the inhibition of hatching.*» (Marc et al., 2005, p.1)
- «*Because transcription is a fundamental basic biological process, the pesticide may be of health concern by inhalation near herbicide spraying at a concentration 25 times the adverse transcription concentration in the sprayed microdroplets* » (Ibid)

Roundup et santé

Dérèglement du cycle cellulaire

Marc, Julie, Odile Mulner-Lorillon, Robert Bellé. 2003. «Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation.» *Biology of the Cell*, vol. 96, p. 245–249.

- Le Roundup dérègle le cycle cellulaire en affectant un « point de contrôle» des dommages de l'ADN.
- Un tel dérèglement peut conduire à un cancer (mécanisme de cancérogenèse potentiel). Cette expérience démontre un lien moléculaire entre le Roundup et le dérèglement du cycle cellulaire mais n'établit cependant pas de lien direct avec le cancer.
- La concentration dans les gouttelettes pulvérisées est de 500 à 4000 fois plus élevée que le seuil causant le dérèglement cellulaire.
- «Therefore, glyphosate-based pesticides are clearly of human health concern by inhalation in the vicinity of spraying» (Marc et al., 2003)

Roundup et santé

Effets de l'adjuvant (POEA)

Francisco Peixoto 2005. «Comparative effects of the Roundup and glyphosate on mitochondrial oxidativ phosphorylation ». *Chemosphere, In Press*, Corrected Proof, Available online 26 April 2005.
[doi:10.1016/j.chemosphere.2005.03.044](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.044)

- Étude récente démontre que le Roundup altère le processus de respiration des mitochondries du foie des rats.
- Aucun effet n'a été observé pour le glyphosate seul.
- Les altérations observées seraient reliées à l'adjuvant utilisé dans le Roundup (POEA) ou à une synergie entre cet adjuvant et le glyphosate.
- «*Bearing in mind that mitochondria is provided with a variety of bioenergetic functions mandatory for the regulation of intracellular aerobic energy production and electrolyte homeostasis, these results question the safety of Roundup on animal health*» (Peixoto, 2005)

Roundup et santé

Effets toxiques et perturbation endocrinienne

Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini GE. 2005.

«Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase» *Environmental Health Perspectives*, vol. 113, no. 6, juin, p. 716-720.

L'étude de l'équipe du Pr. Gilles-Eric SERALINI à l'Université de Caen sur la toxicité du Roundup montre que:

- Les cellules de placenta humain sont très sensibles au Roundup, à des concentrations inférieures aux usages agricoles, expliquant peut-être des avortements et naissances prématurées aux Etats-Unis en milieu agricole.
- De plus, en dessous du seuil de toxicité, les effets du Roundup sont mesurés sur la synthèse des hormones sexuelles, ce qui permet de classer cet herbicide dans les perturbateurs endocriniens potentiels.
- Enfin, les effets du Roundup sont toujours supérieurs à ceux du glyphosate, connu comme son principe actif. (hypothèse: adjuvants)

Roundup et santé

Avortements spontanés

Arbuckle TE, Lin Z, Mery LS. An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Environ Health Perspec* 2001;109:851–857.

Table 2. Spontaneous abortion risk and preconception exposure to various pesticides.

| Pesticide unit | All gestational ages | < 12 weeks | | 12–19 weeks | |
|-----------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| | Crude OR (95% CI) | No. of exposed cases ^a | Crude OR (95% CI) | No. of exposed cases ^a | Crude OR (95% CI) |
| Pesticide active ingredient | | | | | |
| Atrazine | 1.2 (0.9–1.7) | 24 | 1.3 (0.8–2.0) | 16 | 1.1 (0.7–1.9) |
| Captan | 1.0 (0.5–1.8) | 6 | 1.0 (0.4–2.1) | 5 | 1.0 (0.4–2.6) |
| Carbaryl | 1.2 (0.9–1.7) | 24 | 1.2 (0.8–1.9) | 17 | 1.2 (0.7–2.0) |
| Cyanazine | 0.7 (0.3–1.7) | 4 | 0.9 (0.3–2.4) | 2 | 0.6 (0.1–2.3) |
| 2,4-D | 1.2 (0.8–1.6) | 26 | 1.3 (0.9–2.0) | 13 | 0.9 (0.5–1.6) |
| 2,4-DB | 0.8 (0.4–1.5) | 10 | 1.4 (0.7–2.8) | 0 | 0.1 (0.0–1.4) |
| Dicamba | 1.0 (0.7–1.7) | 11 | 1.0 (0.5–1.8) | 9 | 1.1 (0.6–2.2) |
| Glyphosate | 1.4 (1.0–2.1) | 16 | 1.1 (0.7–1.9) | 17 | 1.7 (1.0–2.9) |
| MCPA | 0.8 (0.5–1.3) | 17 | 1.1 (0.6–1.8) | 7 | 0.6 (0.3–1.2) |
| Chemical families | | | | | |
| Phenoxy acetic acid | 1.2 (0.9–1.5) | 48 | 1.5 (1.1–2.1) | 21 | 0.8 (0.5–1.9) |
| Triazine | 1.3 (1.0–1.8) | 35 | 1.4 (1.0–2.0) | 22 | 1.1 (0.7–1.8) |
| Organophosphate | 1.0 (0.7–1.4) | 24 | 1.0 (0.6–1.6) | 18 | 1.0 (0.6–1.7) |
| Thiocarbamate | 1.5 (1.0–2.1) | 16 | 1.1 (0.7–1.9) | 18 | 1.8 (1.1–3.0) |
| Use classes | | | | | |
| Herbicide | 1.3 (1.0–1.6) | 78 | 1.4 (1.1–1.9) | 51 | 1.1 (0.8–1.6) |
| Insecticide | 1.1 (0.9–1.4) | 68 | 1.2 (0.9–1.5) | 49 | 1.1 (0.8–1.5) |
| Fungicide | 1.4 (1.1–1.8) | 36 | 1.3 (0.9–1.9) | 28 | 1.4 (0.9–2.1) |
| Miscellaneous | 1.5 (1.1–2.0) | 25 | 1.3 (0.8–2.1) | 21 | 1.5 (1.0–2.4) |

^aThe total number of cases of spontaneous abortion is 395, with 226 and 169 early and late abortions, respectively.

Roundup et santé

OGM et résidus alimentaires

Vecchio, L., Cisterna, C., Malatesta, M., Martin, T.E., Biggiogera. 2004.
«Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean». *European Journal of Histochemistry*, vol. 48, no.4 (Oct.-Déc.), p. 449-454.

- L'analyse ultrastructurale des cellules testiculaires de souris nourries au soya-GM tolérant au glyphosate démontre une différence avec le groupe contrôle.
- Les altérations observées suggèrent une diminution de la transcription chez les souris nourries au soya-GM
- Hypothèse: ces altérations, correspondant aux effets du glyphosate rapportés dans d'autres études, pourraient être reliés à la présence de résidus de glyphosate dans le soya-GM (Vecchio et al., 2004).

Sur les effets du soya-GM, voir aussi:

- **Malatesta et al. 2002.** «Ultrastructural Morphometrical and Immunocytochemical analyses of Hepatocyte Nuclei from Mice Fed on Genetically Modified Soybean», *Cell Structure and Function*, vol. 27, p. 173-180.
- **Malatesta et al., 2003.** «Fine structural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean». *European Journal of Histochemistry*, vol. 47, no.4 (oct.-déc), p. 385-388.

Duperies et subterfuges...

« Nombreux sont ceux qui en faisant le commerce de supercheries et de miracles simulés, duperaient la multitude insensée; et si personne ne dénonçait leurs subterfuges, ils en imposeraient à tous. »

Léonard De Vinci

Source: MacCurdy, E. 1942. Les Carnets de Léonard De Vinci. Tome 2, Paris, Édition Gallimard, 570 p.

EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES OGM : COÛTS 100 FOIS MOINS QUE PESTICIDES

| Approaches | Test options | Estimated cost as a multiple of the cost of coarse chemical analyses |
|---|--|--|
| Recent practice for GM foods and crops in the United States and European Union (EU) | Coarse chemical analyses | x1 |
| Current practice for GM foods and crops in the EU | À slightly finer chemical analysis and some short-term farm-animal feeding studies | x10 |
| Officially envisaged future (in the EU) for GM foods and crops | Far finer chemical analyses: including proteomics and metabolomics as well as laboratory animal feeding studies, farm-scale cultivation trials for crops | x50 |
| Current practice for additives and pesticides | Chemical analyses plus toxicological tests with bacteria, and studies on (400) live animals, and some immunological testing, but no human trials | x100 |
| Current practice for pharmaceutical products | Chemical analyses plus toxicological tests with bacteria and live animal studies, some immunological testing, and some clinical trials | x500 |

■ Erik Millstone Evaluating the acceptability of GM crops: the scope for autonomy in developing countries. SciDevNet, Jan. 2005

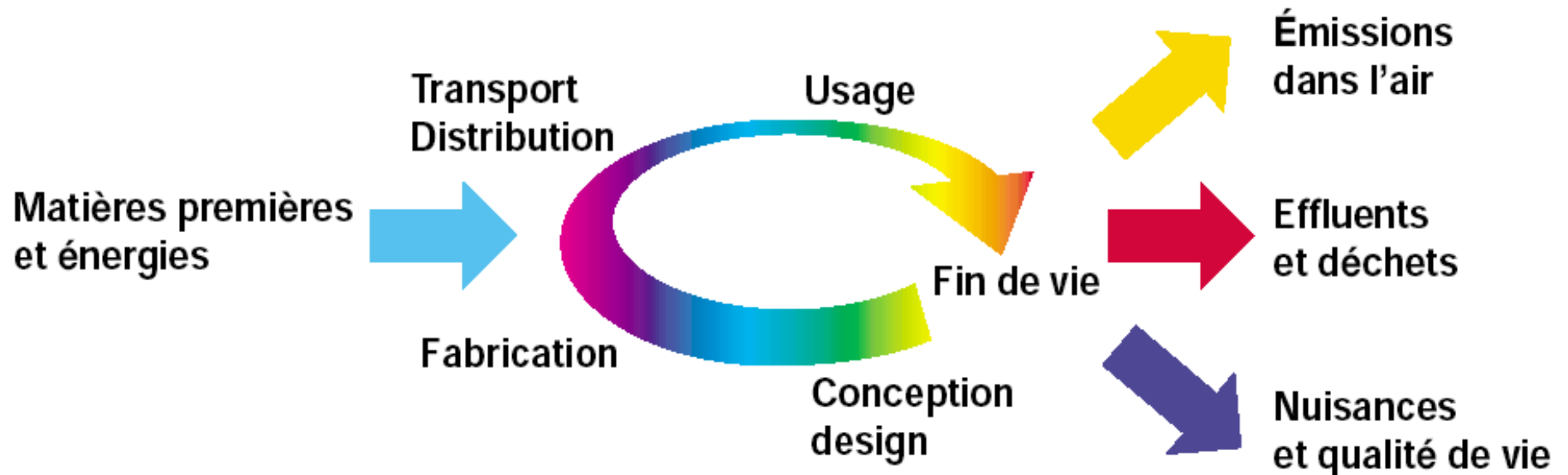
Une conception linéaire



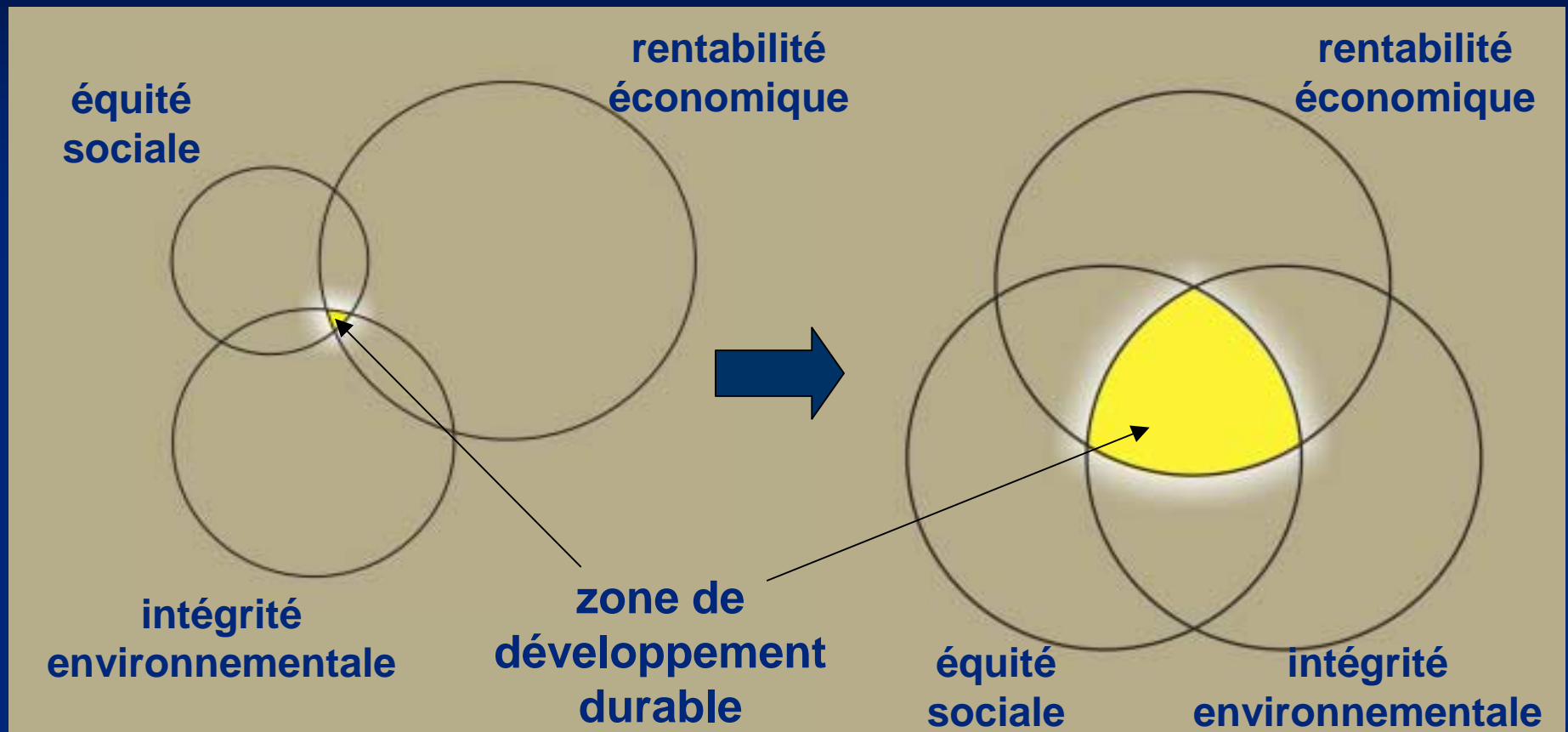
GLOBAL CHANGE & HUMAN HEALTH, VOLUME 1, NO. 2 (2000)

Versus...

Le concept de cycle de vie d'un produit



Le défi du développement durable en agriculture



Situation actuelle

Situation souhaitée

D.Boutin, agronome et économiste rural, M.Sc.Dir. des politiques
en milieu terrestre, M.Environnement, Qc, juin 2004

Références

- Arbuckle TE, Lin Z, Mery LS. An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm p Francisco Peixoto . 2005. «Comparative effects of the Roundup and glyphosate on mitochondrial oxidativ phosphorylation »*Chemosphere, In Press*, Corrected Proof, Available online 26 April 2005. [doi:10.1016/j.chemosphere.2005.03.044](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.044)
- A.S.F. Araujo, R.T.R. Monteiro, R.B. Abarkeli. 2003. «Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils.» *Chemosphere* vol 52, p. 799–804.
- Benbrook, Charles M. 2004. *Genetically Engineered Crops and Pesticide Use in the United States : The First Nine Years*. BioTech InfoNet, Technical Paper Number 7, octobre 2004. URL : <http://www.biotech-info.net/technicalpaper7.html>.
- Clive, James. 2004. État mondial des plantes biotechnologiques/GM commercialisées : 2004 , International for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), ISAAA Briefs 32-2004. URL: www.isaaa.org
- Fernandez, M.R., Selles, F., Gehl, D., DePauw, R.M. et Zentner, R.P. 2005. «Crop Production Factors Associated with Fusarium Head Blight in Spring Wheat in Eastern Saskatchewan». *Crop Science*, vol. 45, p. 1908-1916.
- Hanson, K.G. et M.R. Fernandez. 2003. «Glyphosate herbicides affect plant pathogenic fungi» *Canadian Journal of Plant Pathology*, vol. 25, p.120.

Références

- Laure Mamy, Enrique Barriuso, Benoît Gabrielle. 2005. «Environmental fate of herbicides trifluralin, metazachlor, metamitron and sulcotrione compared with that of glyphosate, a substitute broad spectrum herbicide for different glyphosate-resistant crops». *Pest Management Science*, vol 61, no 9, p. 905-916
- Marc J, Le Breton M, Cormier P, Morales J, Belle R et Mulner-Lorillo O. 2005. «A glyphosate-based pesticide impinges on transcription.» *Toxicology and Applied Pharmacology*. 203, 1-8
- Marc, Julie, Odile Mulner-Lorillon, Robert Bellé. 2003. «Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. » *Biology of the Cell*, vol. 96, p. 245–249.
- Monsanto. 2005. Monsanto Company Reports Third-quarter 2005 Results. St-Louis, 29 juin, URL : <http://www.monsanto.com/monsanto/layout/media/05/06-29-05.asp>
- Francisco Peixoto . 2005. «Comparative effects of the Roundup and glyphosate on mitochondrial oxidativ phosphorylation » *Chemosphere, In Press*, Corrected Proof, Available online 26 April 2005. [doi:10.1016/j.chemosphere.2005.03.044](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.044)
- Québec, 2004. *Les OGM en chiffres : Principales cultures d'OGM*. URL: http://www.ogm.gouv.qc.ca/ogm_principales.html
- Québec. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs. 2002. *L'utilisation des pesticides dans le maïs et le soya*. URL : http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/mais_soya/index.htm

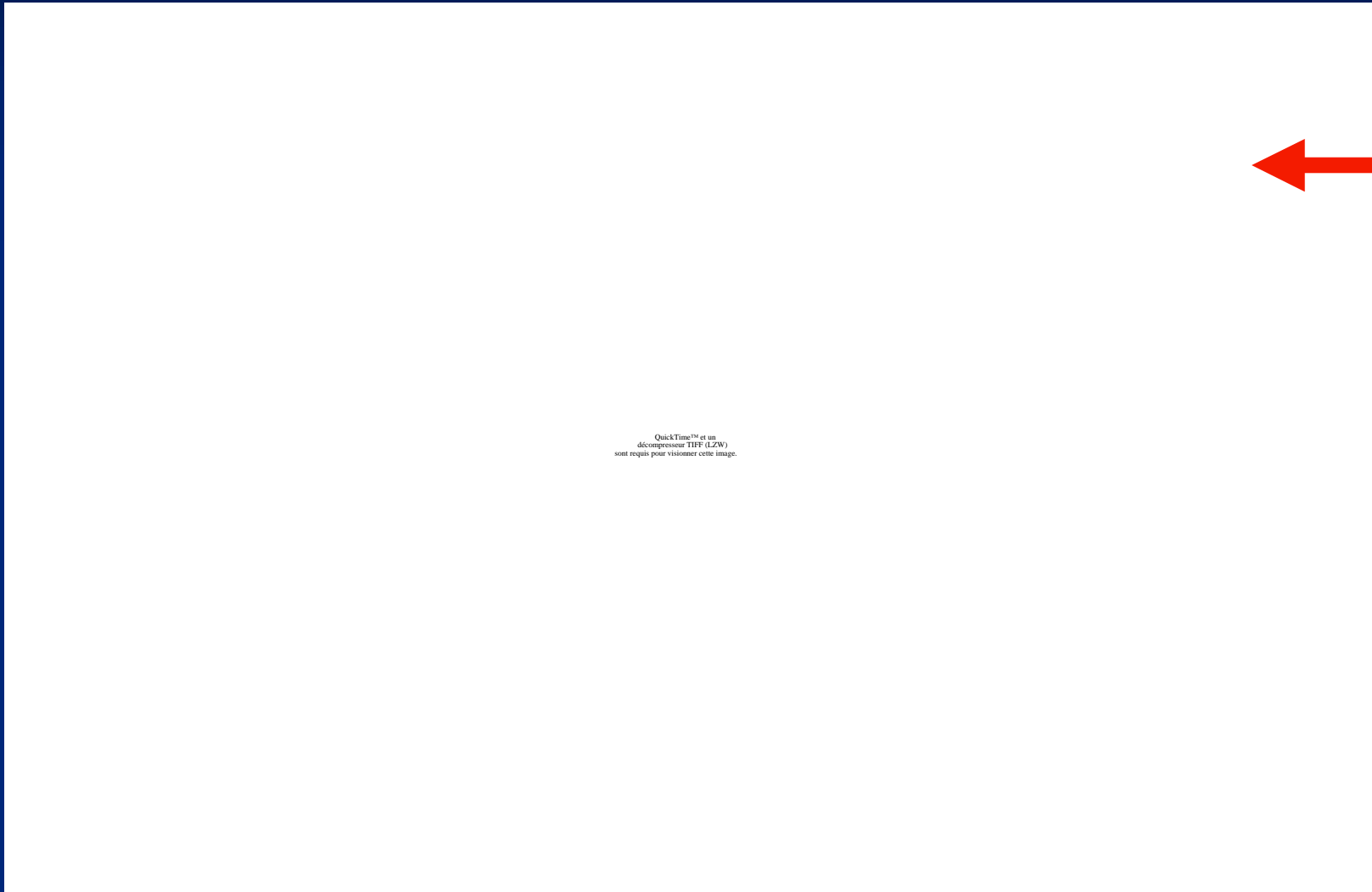
Références

- Relya, Rick A. 2005. «The Lethal Impacts of Roundup and Predatory Stress on Six Species of North American Tadpoles», *rch. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 48, p. 351–357, DOI: 10.1007/s00244-004-0086-0
- Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini GE. 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase *Environ Health Perspect*, vol. 113, no 6, juin, p. 716-720. doi:10.1289/ehp.7728. <http://ehp.niehs.nih.gov/docs/2005/7728/abstract.html>
- Savitz DA, Arbuckle, Kaczor D, Curtis KM.1997. «Male pesticide exposure and pregnancy outcome». *American Journal of Epidemiology*, vol. 146, no 12, p. 1025-1036.
- US. Environmental Protection Agency. 2001. *2000/2001 Market Estimates : Usage*, URL : http://www.epa.gov/oppbead1/pestsales/01/usage2001_2.html
- Vecchio, L., Cisterna, C., Malatesta, M., Martin, T.E., Biggiogera. 2004. «Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean». *European Journal of Histochemistry*, vol. 48, no.4 (Oct.-Déc.), p. 449-454.
- Woodburn, Allan. 2000. «Glyphosate : production, pricing and use worldwide». *Pest Management Science*, vol. 56, p. 309-312.

■ Merci !

■ Thank you !

Pourcentage par culture des surfaces OGM



Plantes pesticides

72%



19%



9%



QuickTime™ et un
décompresseur TIFF (LZW)
sont requis pour visionner cette image.

Dominant Biotech Crops, 2004

| | Million Hectares | % Transgenic |
|------------------------------|------------------|--------------|
| Herbicide Tolerant Soybean | 48.4 | 60 |
| Bt Maize | 11.2 | 14 |
| Bt Cotton | 4.5 | 6 |
| Herbicide Tolerant Maize | 4.3 | 5 |
| Herbicide Tolerant Canola | 4.3 | 5 |
| Bt/Herbicide Tolerant Maize | 3.8 | 4 |
| Bt/Herbicide Tolerant Cotton | 3.0 | 4 |
| Herbicide Tolerant Cotton | 1.5 | 2 |
| Total | 81.0 | 100 |

Source: Clive James, 2004

OGM et pesticides

Les ventes de pesticides ont augmenté de 41 % au Canada de 1994 à 2000.

- Brevets Round Up : échéance 2001
- En 2005 : 69 % marché des pesticides hors brevet (Kuyek 2002).
- « Regulatory cost » pour amener un pesticide sur le marché sont de 40 à 100 M\$ alors que pour un nouveau végétal : -\$1 million (Kuyek 2002).
- ✓ Possibilité de nouveaux brevets juridiques sur les OGM pesticides.
- ✓ Possibilité de brevets biologiques : technologies à usages restrictifs pour empêcher la plante de se reproduire ou de reproduire le caractère génétique recherché.

QuickTime™ et un
décompresseur THF (LZW)
sont requis pour visionner cette image.

(Benbrook, 2004)