

Informations relatives aux Tests de toxicité

La version finale du rapport «*Cheminement et persistance des phytocides : Optimisation des périmètres de protection - Tests de toxicité*» n'étant pas disponible, voici un résumé des résultats des tests de toxicité. En fait, il s'agit d'une copie d'une présentation faite dans le cadre du congrès 1999 de l'Association québécoise de gestion de la végétation (AQGV) qui a été publiée dans les actes du Congrès (Congrès annuel conjoint AQGV - SIAQ. 1999 *La gestion intégrée de la végétation : mythe ou réalité*. Trois-Rivières).

Ces acétates étant relativement succinctes, voici quelques précisions supplémentaires qui aideront à comprendre les résultats des tests de toxicité et certains détails de la méthodologie appliquée.

1. Échantillonnage de l'eau de ruisseau pour les tests de toxicité

Tous les détails méthodologiques sur la collecte des échantillons d'eau de ruisseau et de sol pour les tests de toxicité sont donnés dans les rapports suivants :

POEY, J.-L., J. DOMINGUE, M. BELLES-ISLES et A.-M. PRUD'HOMME. 1999. *Cheminement et persistance des phytocides - Optimisation de la largeur des zones tampons; traitement terrestre. Échantillonnage 1998*. Étude présentée à TransÉnergie, division d'Hydro-Québec par Naturam Environnement inc. 52 pages + annexes.

POEY, J.-L., A.-M. PRUD'HOMME, Y. GARANT et J. DOMINGUE. 1999. *Cheminement et persistance des phytocides : Optimisation de la largeur des zones tampons pour le traitement de souche - Échantillonnage 1998*. Étude présentée à TransÉnergie, division d'Hydro-Québec par Naturam Environnement inc. 48 pages + annexes.

En résumé, pour chacune des expériences (i.e. coupe et traitement de souche avec Garlon et pulvérisation terrestre avec Tordon) de l'eau a été récoltée aux deux sites (avec et sans périmètre de protection) selon la séquence suivante :

- un échantillon en amont de l'emprise avant le traitement afin de définir la toxicité de l'eau de ruisseau avant la présence de phytocide ;
- un échantillon en duplicata en aval de l'emprise 30 minutes après le traitement (T_0)
- un échantillon en aval de l'emprise 2 heures après le traitement (T_0)
- un échantillon de bouillie a également été prélevé directement dans le réservoir où était préparé le mélange de bouillie de phytocide.

2. Tests de toxicité réalisés

La description des tests de toxicité réalisés est donnée dans les acétates.

Compte tenu des coûts associés à la réalisation des tests, ces derniers n'ont pas été réalisés sur tous les échantillons récoltés. Les tableaux des deux pages suivantes précisent les tests réalisés sur les divers échantillons. Puisque nous appréhendions que plus d'effets pouvaient se manifester aux sites **sans** périmètre de protection, une plus grande variété de tests a été réalisée sur les échantillons de ces sites.

Expérience : Coupe et traitement de souche avec Garlon

Tests de toxicité réalisés								
Site avec ou sans périmètre de protection	Description échantillon	Truite	Daphnie	Algue	Microtox	Tête de boule (survie)	Tête de boule (croissance)	Vers de terre
Bouillie de Garlon	Garlon à 20% + huile minérale + colorant	✓	✓	✓	✓	✓	✓	---
Site avec périmètre de protection (Ivry)	Eau ruisseau Contrôle amont	✓	✓	✓	---	---	---	---
	Eau ruisseau 30 min après T ₀	✓	✓	✓	---	---	---	---
	Eau ruisseau 30 min après T ₀ (D)	✓	---	---	---	---	---	---
	Eau ruisseau 2 hrs après T ₀	✓	✓	---	---	---	---	---
Site sans périmètre de protection (St-Donat)	Eau ruisseau Contrôle amont	✓	✓	✓	✓	✓	✓	---
	Eau ruisseau 30 min après T ₀	✓	✓	✓	✓	✓	✓	---
	Eau ruisseau 30 min après T ₀ (D)	---	✓	---	---	---	---	---
	Eau ruisseau 2 ½ hrs après T ₀	✓	✓	✓	---	---	---	---
	Sol Contrôle amont	---	---	---	---	---	---	✓
	Sol, 1 ^{er} tiers emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	✓
	Sol 2 ^e tiers emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	✓
	Sol 3 ^e tiers emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	✓

✓ : test réalisé
 (D) : duplicata
 --- : test non réalisé

Expérience : Pulvérisation terrestre avec Tordon

Tests de toxicité réalisés								
Site avec ou sans périmètre de protection	Description échantillon	Truite	Daphnie	Algue	Microto x	Tête de boule (survie)	Tête de boule (croissanc e)	Vers de terre
Bouillie de Tordon	Tordon à 1% + eau de ruisseau	✓	✓	✓	✓	✓	✓	---
Site avec périmètre de protection (Portée 81)	Eau ruisseau Contrôle amont	✓	✓	✓	---	---	---	---
	Eau ruisseau 20 min après T ₀	✓	✓	✓	---	---	---	---
	Eau ruisseau 20 min après T ₀ (D)	✓	✓	---	---	---	---	---
	Eau ruisseau 2 hrs après T ₀	✓	✓	---	---	---	---	---
Site sans périmètre de protection (Portée 83)	Eau ruisseau Contrôle amont	✓	✓	✓	✓	✓	✓	---
	Eau ruisseau 20 min après T ₀	✓	✓	✓	✓	✓	✓	---
	Eau ruisseau 20 min après T ₀ (D)	---	✓	---	---	---	---	---
	Eau ruisseau 2 hrs après T ₀	✓	✓	✓	---	---	---	---
	Sol Contrôle amont	---	---	---	---	---	---	✓
	Sol, 1 ^{er} tiers emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	✓
	Sol 2 ^e tiers emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	✓
	Sol 3 ^e tiers emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	✓

✓ : test réalisé
 (D) : duplicata
 --- : test non réalisé

2.1 Explication des paramètres de mesure des tests de toxicité

Pour chacun des tests de toxicité, des paramètres de mesure ont été déterminés. En voici une description très sommaire.

Note : Les concentrations sont exprimées en % → l'échantillon d'eau de ruisseau est considéré comme étant la concentration « 100% eau de ruisseau ». Pour la réalisation des tests, des dilutions de l'eau de ruisseau ont été réalisées.

Exemple :

Si $CL_{50} = 57\%$ → ça signifie que l'échantillon d'eau de ruisseau dilué selon un facteur de dilution de 0,57 (l'échantillon récolté au terrain = 100%. Ainsi, 100% multiplié par un facteur de dilution de 0,57 donne une concentration de 57%) entraîne une mortalité de 50 % des individus exposés à cet échantillon dilué.

Test de toxicité	Paramètre de mesure	Explication
Truite	CL_{50} 96 heures	Concentration létale 50, soit la concentration de l'échantillon d'eau de ruisseau létale pour 50% des truites exposées 96 heures à l'eau de ruisseau ainsi qu'à différentes dilutions de l'échantillon à l'essai.
Daphnie	CL_{50} 48 heures	Concentration létale 50, soit la concentration de l'échantillon d'eau de ruisseau létale pour 50% des daphnies exposées 48 heures.
Algue	CI_{50} CI_{25} ou CI_{10} 96 heures	Concentration inhibitrice 50, 25 ou 10, soit la concentration qui cause chez l'algue une réduction de 50%, 25% ou 10% de croissance par rapport à un témoin lorsqu'elles sont exposées 96 heures.
Microtox	CI_{50} 15 min ou 30 min	Concentration inhibitrice 50, soit la concentration qui cause chez la bactérie une réduction de 50% d'émission de bioluminescence par rapport à un témoin lorsqu'elles sont exposées 15 ou 30 minutes.
Tête de boule - Létalité	CL_{50} 168 heures	Concentration létale 50, soit la concentration de l'échantillon d'eau de ruisseau létale pour 50% des poissons tête de boule exposés 168 heures (7 jours).
Tête de boule - Croissance	CI_{50} ou CI_{25} 96 heures	Concentration inhibitrice 50 ou 25, soit la concentration qui cause chez les poissons tête de boule une réduction de 50% ou 25% de croissance par rapport à un témoin lorsqu'ils sont exposés 168 heures (7 jours).
Vers de terre	% de mortalité	Des vers de terre sont déposés dans l'échantillon de sol et la mortalité est déterminée après 7 et 14 jours. Pour que l'échantillon soit léthal il doit y avoir un minimum de 50% de mortalité des vers de terre.

2.2 Explication sur l'unité des résultats

Les tableaux aux pages suivantes présentent les résultats exprimés soit en pourcentage (% v/v) ou soit en Unité Toxique (UT).

Tel que décrit plus haut le pourcentage se rapporte à une proportion de l'échantillon d'eau de ruisseau exprimée en parties par centaine, l'échantillon non dilué étant la concentration 100% en volume. Plus le résultat d'un test exprimé en % est élevé, **moins** l'échantillon est toxique.

Les résultats exprimés en unité de toxicité (UT) permettent de déterminer une évaluation relative de la toxicité :

Une UT est définie par 100 divisé par la concentration létale pour 50 % des organismes testés ($100/CL_{50}$). Plus le résultat d'un test exprimé en UT est élevé, **plus** l'échantillon est toxique.

3. Discussion sommaire des résultats des tests de toxicité

Des histogrammes des résultats sont présentés dans les acétates de la présentation. Aussi, les tableaux des deux pages suivantes présentent de façon plus détaillée les mêmes résultats. On y retrouve les valeurs, les résultats exprimés en unité toxique (UT) et un qualificatif pour caractériser l'échantillon.

Les résultats des analyses chimiques des échantillons soumis aux tests de toxicité sont également présentés. Dans certains cas, ces résultats peuvent différer des résultats obtenus à l'aide de l'échantillonneur automatique (présentés dans les deux rapports cités à la section 1). Cette différence peut s'expliquer par le fait que dans le cas des échantillons soumis aux tests de toxicité, le protocole de prélèvement observé a été celui indiqué dans les protocoles des tests de toxicité, et les aliquots destinés aux analyses chimiques ont été prélevés et traités au moment d'initier le test de toxicité. Les délais admissibles entre le moment de prélèvement et celui de l'initiation des tests ont été respectés. Toutefois ces délais peuvent expliquer, en partie, les différences observées entre les résultats chimiques des échantillons destinés aux tests de toxicologie et ceux des échantillons prélevés avec l'échantillonneur automatique et immédiatement préservés.

Comme prévu, la bouillie de phytocide, tant celle de Garlon que celle de Tordon, est toxique. Les résultats obtenus pour chacun des traitements sont présentés très sommairement dans les deux sections suivantes.

En général, lorsque les résultats d'un test de toxicité sont inférieurs à 1 UT, l'échantillon risque peu d'affecter la vie aquatique.

Note : Afin de simuler le pire scénario, les conditions au terrain lors de la réalisation des traitements ont été celles favorisant le maximum de dérive potentielle.

Site traité avec Garlon	Matrice	Description	Résultats des tests de toxicité (traité avec Garlon)							Résultats des analyses chimiques			
			Truite CL ₅₀ 96 hr	Daphnies CL ₅₀ 48 hr	Algues CL ₅₀ , CL ₁₀ 96 hr	Microtox CL ₅₀ 30 min	Tête de Boule (Burdig) CL ₅₀ 7 jrs	Tête de Boule (Croise) CL ₅₀ à CL ₁₀ 7 jrs	Vers de terre % mortalité dans 100%	Triclopyr acide avant tests de toxicité (µg/L)	Triclopyr ester avant tests de toxicité (µg/L)	Triclopyr acide après tests de toxicité (µg/L)	Triclopyr ester après tests de toxicité (µg/L)
	Bouillie	Garlon à 20% + huile minérale + colorant	3,5 x 10 ⁻³ (28 284 UT) LÉTAL	5,54 x 10 ⁻⁴ (18 034 990 UT) LÉTAL	SANS EFFET	7,49 x 10 ⁻² (CL ₅₀ 15 min) (1 335 UT) EFFET	< 4 x 10 ⁻⁴ % (> 25 x 10 ⁶ UT) LÉTAL	Impossible à calculer, car trop toxique !	---	837 954D	1002 1086	2528 2505	59 52
Avec périmètre de protection (Ivry)	Eau ruisseau	Contrôle amont	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	---	---	---	---	n.d.	n.d.	---	---
Avec périmètre de protection (Ivry)	Eau ruisseau	30 min. après traitement	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	59% (1,7 UT) LÉTAL	SANS EFFET	---	---	---	---	n.d.	n.d.	---	---
Avec périmètre de protection (Ivry)	Eau ruisseau	Duplicata 30 min. après traitement	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	---	---
Avec périmètre de protection (Ivry)	Eau ruisseau	2 hrs après traitement	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Eau ruisseau	Contrôle amont	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	>50% (<1 UT) SANS EFFET	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	>100% (<1 UT) SANS EFFET	---	0,5	n.d.	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Eau ruisseau	30 min. après traitement	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	>50% (<1 UT) SANS EFFET	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	>100% (<1 UT) SANS EFFET	---	14	3,9	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Eau ruisseau	Duplicata 30 min. après traitement	---	50% (2 UT) LÉTAL	---	---	---	---	---	23	14	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Eau ruisseau	2½ hrs après traitement	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	>100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	---	---	---	---	11	1,6	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Sol	Contrôle amont	---	---	---	---	---	---	0% NON LÉTAL	n.d.	n.d.	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Sol	Emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	3% NON LÉTAL	0,18 µg/g	n.d.	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Sol	Emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	0% NON LÉTAL	0,25 µg/g	n.d.	---	---
Sans périmètre de protection (St-Donat)	Sol	Emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	13% NON LÉTAL	2,1 µg/g	0,04 µg/g	---	---
--- = Analyse non réalisée										n.d. = Non détecté			

Résultats des tests de toxicité (site traité avec 100% de bouillie)														
Résultats des analyses chimiques														
Site traité avec Tordon	Matrice	Description	Truite Cl ₅₀ 96 hr	Daphnies Cl ₅₀ 48 hr	Algues Cl ₅₀ , Cl ₁₀ 96 hr	Microtox Cl ₅₀ 30 min	Tête de Boule (Survie) Cl ₂₅ 7 jrs	Tête de Boule (Croissance) Cl ₅₀ �� Cl ₂₅ 7 jrs	Vers de terre % mortalité dans 100%	2,4-D Immuno avant tests de toxicité	2,4-D (Spectro) avant tests de toxicité	2,4-D (Spectro) après tests de toxicité	Piclorame (Spectro) avant tests de toxicité	Piclorame (Spectro) après tests de toxicité
	Bouillie	Tordon 1 % dans l'eau du ruisseau	1,1 % (90,5 UT) LÉTAL	0,89 % (112,8 UT) LÉTAL	Cl ₅₀ : 0,083% (1 587 UT) Cl ₂₅ : 0,029% (3 448 UT) Cl ₁₀ : 0,013% (7 692 UT) EFFET	3,42% (Cl ₅₀ 15 min) (29,2 UT) EFFET	0,414 % (241,5 UT) LÉTAL	Cl ₅₀ : 0,373% (268,1 UT) Cl ₂₅ : 0,247% (404,9 UT) EFFET	---	---	---	460 mg/L 450 mg/L D	130 mg/L 130 mg/L D	130 mg/L 130 mg/L D
Avec périmètre de protection (Portée 81)	Eau ruisseau	Contrôle amont	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	---	---	---	---	---	n.d.	---	n.d.	---
Avec périmètre de protection (Portée 81)	Eau ruisseau	20 min. après traitement	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	---	---	---	---	---	4,3 ��g/L	---	1,5 ��g/L	---
Avec périmètre de protection (Portée 81)	Eau ruisseau	Duplicata 20 min. après traitement	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	---	---	---	---	---	---	Détecté mais sous seuil de quantification	---	Détecté mais sous seuil de quantification	---
Avec périmètre de protection (Portée 81)	Eau ruisseau	2 hrs après traitement	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	---	---	---	---	---	---	1,1 ��g/L	---	Détecté mais sous seuil de quantification	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Eau ruisseau	Contrôle amont	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	> 50% (<1 UT) SANS EFFET	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) SANS EFFET	---	---	n.d.	---	n.d.	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Eau ruisseau	20 min. après traitement	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	> 50% (<1 UT) SANS EFFET	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	Cl ₅₀ : 98,2% (1,02 UT) Cl ₂₅ : 74,1% (1,35 UT) EFFET	---	---	43 ��g/L 45 D	---	16 ��g/L 16 D	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Eau ruisseau	Duplicata 20 min. après traitement	---	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	---	---	---	---	---	---	35 ��g/L	---	13 ��g/L	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Eau ruisseau	2 hrs après traitement	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	> 100% (<1 UT) NON LÉTAL	SANS EFFET	---	---	---	---	---	31 ��g/L	---	12 ��g/L	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Sol	Contrôle amont	---	---	---	---	---	---	0% NON LÉTAL	---	n.d.	---	n.d.	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Sol	1er tiers Emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	0% NON LÉTAL	---	0,013 ��g/g sec	---	n.d.	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Sol	2e tiers Emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	0% NON LÉTAL	---	0,56 ��g/g sec 0,51 D	---	0,18 ��g/g sec 0,20 D	---
Sans périmètre de protection (Portée 83)	Sol	3e tiers Emprise à 5 m du ruisseau	---	---	---	---	---	---	0% NON LÉTAL	---	0,012 ��g/g sec	---	n.d.	---
--- = Analyse non réalisée											n.d. = Non détecté			

3.1 Site traité avec Garlon

De tous les échantillons d'eau de ruisseau analysés, seuls deux présentent une légère réponse toxique, et ce, uniquement pour les daphnies. Un des échantillons provient du site avec périmètre de protection, 30 minutes après le traitement, et l'autre provient du site sans périmètre de protection et également 30 minutes après le traitement.

Cette réponse positive est-elle le résultat de la présence du phytocide ? Impossible de préciser. Cette réponse résulte peut-être du traitement ou encore, d'un autre facteur complètement extérieur au traitement (problème d'échantillonnage, contamination, problème au laboratoire ? ? ?). Dans le cas de l'échantillon prélevé au site avec périmètre de protection, on note qu'aucun ingrédient actif n'a été détecté. Alors qu'au site sans périmètre de protection on retrouve des quantités de triclopyr (23 et 14 µg/L). Ces quantités sont toutefois nettement inférieures au seuil de 100 µg/L qui est la norme de la concentration totale de tous les pesticides présents pour l'eau potable. De plus, cet échantillon a été analysé en duplicata et seul un des deux donne une réponse positive.

Aux deux sites, 2 et 2 ½ heures après le traitement, aucun des tests réalisés ne présente de résultat positif.

Les échantillons de sol récoltés au site sans périmètre de protection contiennent certaines quantités d'ingrédients actifs. Ce n'est pas surprenant puisque ces sols ont reçu le traitement. Malgré la détection de phytocides, peu de réaction a été observée chez le vers de terre. Seule une mortalité de 13% des individus a été observée dans un seul des 3 échantillons prélevés dans l'emprise.

3.2 Site traité avec Tordon

Le seul échantillon présentant une réponse positive est celui prélevé au site sans périmètre de protection, 20 minutes après le traitement et uniquement pour le test de croissance avec têtes de boule. La concentration de l'eau de ruisseau inhibant 50% de la croissance des têtes de boule exposés pendant 7 jours est de 98,2% (v/v) (ou 1,02 UT). Ce qui est très peu en comparaison de la bouillie de Tordon, où une concentration de 0,373% (v/v) (ou 268 UT) de la bouillie entraîne les mêmes effets, soit une inhibition de 50% de la croissance des têtes de boule exposés pendant 7 jours.

La cause de ce léger effet observé dans l'eau du ruisseau n'a pas été déterminée avec précision. Est-ce une réponse à la présence d'ingrédients actifs de phytocides dans l'eau du ruisseau ou une réponse à la présence de quelque chose d'autre, de l'échantillonnage ou du laboratoire ? D'autres analyses devraient être réalisées pour que nous puissions préciser.

Il existe des critères pour la protection de la vie aquatique (chronique). Il est de 47 µg/L pour le 2,4-D et de 29 µg/L pour le piclorame. Ces concentrations sont celles auxquelles les organismes peuvent être exposés toute leur vie durant, sans avoir d'effet négatif. Ces concentrations n'ont jamais été atteintes au site avec périmètre de protection et les tests de toxicité effectués sur les échantillons provenant de ce site n'ont pas donné de réponse positive. Au site sans périmètre de protection, ces concentrations n'ont pas été atteintes, et seul un effet sur la croissance du poisson tête de boule a été observé.

4. Conclusion sommaire des résultats des tests de toxicité

Des effets sont induits chez les organismes aquatiques lorsqu'ils sont exposés aux bouillies pures de phytocides.

Lorsque de la coupe et traitement de souche avec Garlon ou de la pulvérisation terrestre avec Tordon sont réalisées, tout en respectant un périmètre de protection de 10 mètres de part et d'autre du ruisseau, la vie aquatique est adéquatement protégée. De plus, cette étude a été réalisée en simulant le pire des cas, i.e. des conditions favorisant le maximum de dérive directe de phytocides. En condition normale d'application, on peut estimer que la dérive sera moindre et que la vie aquatique sera encore mieux protégée.

De plus, les tests de toxicité sont réalisés en milieu statique, sans renouvellement. Les organismes sont exposés pour toute la durée du tests au même échantillon. Or, en condition naturelle, les ingrédients actifs des phytocides sont soumis à des processus de dégradation et de transformation et ils peuvent être transportés. Étant donné ces divers facteurs, on peut supposer que dans le milieu récepteur, les effets risquent d'être encore moindres qu'en laboratoire.