



Gouvernement du Québec  
Ministère des Transports  
Service de l'Environnement



**ÉTUDE ÉCOTOXICOLOGIQUE DE QUATRE  
ABAT-POUSSIÈRE UTILISÉS AU QUÉBEC**


**TOME I**

**RAPPORT**

Sodexen Inc.  
La Société d'expertise en environnement

Collaboration de la Direction des substances  
dangereuses du ministère de l'Environnement

273729

 **Gouvernement du Québec**  
Ministère des Transports  
Service de l'Environnement

**MINISTÈRE DES TRANSPORTS**  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
PLACE HAUTE-VILLE, 22<sup>e</sup> ÉTAGE  
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE  
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA  
G1R 5H1

---

**ÉTUDE ÉCOTOXICOLOGIQUE DE QUATRE  
ABAT-POUSSIÈRE UTILISÉS AU QUÉBEC**

Janvier 1992

**TOME I**

**RAPPORT**

---

DOR-CEN-MON

**Sodexen Inc.**  
La Société d'expertise en environnement

Collaboration de la Direction des substances  
dangereuses du ministère de l'Environnement

CANQ  
TR  
GE  
CA  
III  
V. I

---

**AVANT-PROPOS**

---

Ce rapport intitulé "Évaluation écotoxicologique de quatre abat-poussière utilisés au Québec" est présenté en deux tomes.

Le tome I comprend le rapport comme tel et inclut les méthodologies des essais réalisés, les résultats, les discussions et les recommandations.

Le tome II est constitué des annexes contenant les résultats et données brutes.

Avant que le lecteur n'entreprenne la lecture de ce rapport, il importe de signaler que les résultats et conclusions présentés ne s'appliquent qu'aux produits caractérisés et étudiés dans le cadre de cette étude. Les échantillons prélevés ont été considérés comme représentatifs des produits normalement vendus comme abat-poussière.

De même, il faut préciser que les abat-poussière étudiés sont tous des produits utilisés par le ministère des Transports du Québec (MTQ) sauf le RP 3000 pour lequel le MTQ n'a effectué qu'un essai expérimental. Le chlorure de calcium est un produit inscrit au Cahier des charges et devis généraux du MTQ. Quant aux lignosulfonates, ils sont utilisés depuis deux ans par le MTQ sur une base expérimentale mais ne sont pas inscrits au Cahier des charges et devis généraux du Ministère. Toutefois, ils apparaissent au lexique des activités et des opérations de la Direction de l'entretien du Ministère.

---

---

**RÉSUMÉ**

---

L'utilisation d'abat-poussière pour réduire les nuisances engendrées par la circulation de véhicules sur les routes non asphaltées au Québec soulèvent certaines inquiétudes quant à leur impact potentiel sur l'environnement. Cependant, les études réalisées à ce jour sur les différents produits abat-poussière utilisés ne fournissent pas d'informations suffisantes et cohérentes pour permettre de tirer des conclusions fermes sur ce sujet.

Dans ce contexte, le gouvernement du Québec a mandaté le ministère de l'Environnement et le ministère des Transports pour réaliser conjointement avec la Société d'Expertise en Environnement Sodexen Inc. et l'École polytechnique une évaluation écotoxicologique sur les quatre abat-poussière: le chlorure de calcium, le lignosulfonate de calcium, le lignosulfonate d'ammonium et l'émulsion bitumineuse (RP 3000).

Cette étude de grande envergure a nécessité la mobilisation d'une équipe d'une soixantaine de professionnels et de techniciens. Sa réalisation a débuté au 1er juillet 1989 et la présentation du rapport préliminaire a eu lieu le 18 avril 1990.

En plus de la caractérisation exhaustive des produits abat-poussière, environ 3 000 échantillons de sol, d'eau de surface et souterraine ont été prélevés tout le long de l'étude expérimentale sur route et en laboratoire et soumis aux nombreuses analyses physico-chimiques ainsi qu'aux biotests.

Les résultats obtenus ont permis de caractériser les produits, d'évaluer leur capacité de réduire les poussières, d'estimer les risques potentiels pour l'environnement et pour la santé humaine associés à l'utilisation de chacun des produits et de recommander des mesures de précaution à prendre vis-à-vis l'application de chacun de ces produits.

Trois des quatre produits étudiés ont été jugés acceptables soient, le chlorure de calcium, le lignosulfonate de calcium et le lignosulfonate d'ammonium. Le RP 3000 a été jugé inacceptable surtout à cause de sa non conformité vis-à-vis le Règlement sur les déchets dangereux (RDD).

Un programme d'homologation et de normalisation des nouveaux produits avant leur mise en marché ainsi qu'un protocole de contrôle permanent de qualité des produits faisant appel au processus de certification du Bureau de normalisation du Québec (BNQ) ont été également proposés.

---



---

**SUMMARY**

---

Questions have been raised about the potential environmental impact resulting from the use of certain dust palliative products on unpaved road surfaces in the province of Quebec. Existing research on these products has not allowed definite conclusions to be made on this subject.

In this context, the Quebec government mandated in 1989 the ministère des Transports and the ministère de l'Environnement to perform an ecotoxicological evaluation of four dust palliative products (calcium chloride, ammonia lignosulphonate, calcium lignosulphonate, RP 3000). The study was realised in cooperation with the environmental services company Sodexen Inc., and the Ecole polytechnique, involving over 60 professionals and technicians from July 1st 1989 to April 18th 1990.

In addition to a complete laboratory characterisation of the dust palliative products, some 3 000 environmental samples (soil, surface runoff water, groundwater) were recovered during field trials and subsequently submitted to physico-chemical and/or bioassay testing.

The findings of the study resulted in (1) a characterisation of the dust palliative products; (2) an evaluation of their dust attenuation capacity, and (3) an estimation for potential environmental and human health risks associated with their use. Appropriate precautionary measures were also recommended.

Three of four products studied were deemed acceptable (calcium chloride, ammonia lignosulphonate, calcium lignosulphonate). The fourth product (RP 3000) was judged unacceptable, mainly because of its non-conformity with the Hazardous Waste Regulation.

The report also proposes product approval and monitoring programmes for proposed and existing dust palliatives, based on a Bureau de normalisation du Québec (BNQ) certification process.

---

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

---

### SODEXEN INC.

---

Truong, Tri Vu, Dr	ingénieur, chargé de projet
Capozio, Nicola, Dr	hydrogéologue
Carbonneau, Denis	chimiste, B. Sc.
Croteau, Pierre-Yves	ingénieur, B. Sc. A.
Deschamps, Hélène	ingénieure, B. Sc. A.
Doucet, André	ingénieur, B. Sc. A.
Durocher, Gabriel	biologiste, M. Sc. Env.
Kalnins, Robert	ingénieur, B. Sc. A.
LeBel, Constance	biologiste, M. Sc.
Nguyen, Van Hoang Nam	hydrogéologue, M. Sc. A.
Tran, Nhu Long	ingénieur, B. Sc. A.
Tremblay, Gilles	chimiste, M. Sc.
Audet, Martial	technicien
Belley, Josée	technicienne
Bui, Van Anh	dessinateur
Bushey, Patrick	technicien
D'Astous, Yvon	technicien
Emond, Nathalie	soutien technique
Emond, Sylvie	soutien technique
Jalbert, Sylvain	technicien
Labbé, Maryse	technicienne
Mendoh Ottou, Joséphine	technicienne
Morin, Anne-Claire	technicienne
Paquette, Luc	technicien
Bélanger, Marie-Hélène	technicienne

### ÉQUIPE DE TRAVAIL (suite)

Paul, Neddy	technicien
Rioux, Martin	technicien
Roberge, Benoit	technicien
Tremblay, Carl	technicien

L'équipe de Sodexen Inc. était complétée par les techniciens et techniciennes de laboratoire ainsi qu'une dizaine d'auxiliaires techniques qui ont fourni un travail considérable lors de la réalisation des travaux sur le terrain.

### MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Sous la responsabilité de M. Daniel Waltz, écologiste, chef du Service de l'environnement

Montplaisir, Robert	biologiste, M. Sc. chargé de projet
Léveillé, Martin	biologiste, M. Sc.
Lopez, Ana	ingénieure chimiste, B. Sc. A.
Sorial, Mozher	ingénieur chimiste, M. Sc. A.

Sous la supervision de

Girard, Claude	urbaniste, M. Urb. chef de la Division du contrôle de la pollution et recherche
----------------	--

Avec la collaboration de

Bernier, Paul	stagiaire Direction de l'entretien
Durand, Jean-Marie	ingénieur Direction de l'entretien

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC**

---

Gaucher, Marcel	biologiste, M. Sc. coordonnateur
Bastien, Christian	biologiste, M.Sc.
Blouin, Mireille	microbiologiste, M.Sc.
Gagnon, Diane	ingénieure M.Sc.
Joubert, Gérald	biologiste
Messier, François, Dr	chimiste
Northon, Richard	chimiste
Prémont, Benoit	chimiste
Robillard, Denis	chimiste
Thellen, Claude, Dr	biologiste
Simard, Michel	chimiste
Tremblay, Germain	chimiste

**ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL**

---

Kahawita, René, Dr	ingénieur coordonnateur
Marche, Claude, Dr	ingénieur
Pu, Wang	assistant de recherche
Tchamen, Georges	assistant de recherche
Yin, Fan	assistante de recherche
Gaudet, Roger	technicien
Mailloux, Gaétan	technicien
Patenaude, Gaston	technicien

---

---

**REMERCIEMENTS**

---

Nous tenons à remercier les nombreuses personnes ayant contribué à la réalisation de cette étude et tout particulièrement messieurs Robert Montplaisir et Martin Léveillé du MTQ, madame Diane Gagnon, monsieur Marcel Gaucher et Dr Claude Thellen du MENVIQ ainsi que Dr Claude Marche et Dr René Kahawita de l'École polytechnique de l'Université de Montréal.

---

---

**TABLE DES MATIÈRES**


---

	<u>Page</u>
<b><u>TOME I</u></b>	
AVANT-PROPOS	ii
RÉSUMÉ	iii
SUMMARY	iv
ÉQUIPE DE TRAVAIL	v
REMERCIEMENTS	viii
Liste des cartes	xv
Liste des tableaux	xvi
Liste des figures	xxiii
Liste des abréviations	xxix
<b>1,0</b> <b><u>PROBLÉMATIQUE</u></b>	<b>1</b>
<b>2,0</b> <b><u>OBJECTIFS DE L'ÉTUDE</u></b>	<b>3</b>
2,1 Objectifs généraux	3
2,2 Cadre méthodologique	3
2,2,1 Caractérisation des produits	5
2,2,2 Modélisation de la mobilité des contaminants	6
2,2,3 Estimation de la contamination des écosystèmes	6
2,2,4 Analyse comparative des risques et gestion des risques	7
<b>3,0</b> <b><u>CARACTÉRISATION DES PRODUITS</u></b>	<b>8</b>
3,1 Problématique analytique	9
3,1,1 Cadre analytique de la caractérisation	9
3,1,2 Choix analytique et critères	10
3,2 Matériel et méthodes	13
3,2,1 Prélèvement des échantillons	13
3,2,2 Paramètres chimiques	15
3,2,3 Paramètres biologiques	15
3,2,3,1 Dénombrement bactérien	15
3,2,3,2 Caractérisation de la toxicité	16
3,2,3,3 Caractérisation génotoxique	18
3,2,4 Potentiel de dégradation	19
3,2,5 Paramètres indicateurs	25
3,3 Résultats	30
3,3,1 Chlorure de calcium	30
3,3,2 Lignosulfonate de calcium	40
3,3,3 Lignosulfonate d'ammonium	50
3,3,4 Émulsion bitumineuse	60

	<u>Page</u>	
3,4	Analyses comparatives des données analytiques	70
3,4,1	Synthèse des données	70
3,4,2	Particularités analytiques	72
3,4,3	Évaluation du danger écotoxicologique	74
3,5	Résumé et conclusion	78
3,6	Références	84
<b>4,0</b>	<b><u>ESSAIS EN LABORATOIRE</u></b>	<b>87</b>
4,1	Généralités	87
4,2	Problématique de modélisation	87
4,3	Matériel utilisé	88
4,4	Méthodologie des essais de dispersion	88
4,4,1	Préparation géotechnique	88
4,4,2	Préparation des barils	90
4,4,3	Mise en place du matériau granulaire	90
4,4,4	Traitement de la surface	90
4,4,5	Description de l'essai	93
4,5	Méthodologie des essais de lessivage et de migration	93
4,5,1	Description du banc d'essai développé	94
4,5,2	Principes des essais	94
4,5,3	Essai de lessivage sous pluie violente	94
4,5,4	Essai de migration sous pluie intermittente	94
4,6	Essai de dispersion par traceur radioactif	96
4,7	Prélèvement et traitement des échantillons	96
4,8	Analyse des échantillons	97
4,9	Résultats des essais de dispersion	97
4,9,1	Comportements typiques dans le sable	109
4,9,2	Comportements typiques dans le gravier	109
4,9,3	Comportements typiques dans le silt argileux	109
4,9,4	Remarque	110
4,10	Résultats des essais de lessivage	110
4,11	Interprétation quantitative des essais de migration	110
4,11,1	Méthode de calcul	110
4,11,2	Résultats	115
4,12	Conclusions	116
<b>5,0</b>	<b><u>ESSAIS SUR ROUTES EXPÉRIMENTALES</u></b>	<b>119</b>
5,1	Problématique des essais sur route	119
5,2	Choix et description des routes expérimentales	121
5,2,1	Critères de choix des routes	121
5,2,2	Description des routes expérimentales	122
5,2,3	Données météorologiques	128



	<u>Page</u>
5,3 Modalités d'épandage	128
5,3,1 Entretien normal des routes non pavées	128
5,3,2 Épandage des abat-poussière	138
5,4 Matériel et méthodes	141
5,4,1 Sols superficiels	142
5,4,2 Eaux souterraines et sols profonds	144
5,4,3 Eaux de ruissellement	152
5,4,4 Air	157
5,4,5 Analyses des échantillons	166
5,5 Résultats	168
5,5,1 Chlorure de calcium	168
5,5,2 Lignosulfonate de calcium	185
5,5,3 Lignosulfonate d'ammonium	202
5,5,4 Émulsion bitumineuse (RP-3000)	215
5,6 Analyse comparative	222
5,6,1 Sols et eaux souterraines	222
5,6,2 Eaux de ruissellement	223
5,6,3 Air	225
5,7 Essai de modélisation	227
6,0 <b><u>PROGRAMME DE CONTRÔLE ET D'ASSURANCE ET DE LA QUALITÉ</u></b>	 229
6,1 Généralités	229
6,2 Procédures de contrôle de la qualité	229
6,2,1 Validation et documentation des protocoles analytiques	229
6,2,2 Contrôle de l'étalonnage	230
6,2,3 Échantillons fortifiés	230
6,2,4 Échantillons en duplicata	231
6,3 Procédures d'assurance de la qualité	231
6,3,1 Contrôles intégrés	231
6,3,2 Échantillons en duplicata	232
6,3,3 Échantillons de contrôle	232
6,3,4 Audition de la qualité	232
6,4 Interprétation et validation des activités analytiques	232
6,4,1 Ministère de l'Environnement	232
6,4,2 Sodexen	241
7,0 <b><u>ESTIMATION DES RISQUES</u></b>	 248
7,1 Estimation des risques pour les écosystèmes	249
7,1,1 Chlorure de calcium	249
7,1,2 Lignosulfonate de calcium	250

	<u>Page</u>
7,1,3 Lignosulfonate d'ammonium	251
7,1,4 Émulsion bitumineuse	253
7,2 Estimation des risques pour la santé	253
7,2,1 Quantité de poussière respirée par un humain	254
7,2,2 Degré d'exposition aux abat-poussière	254
<b>8,0 <u>EFFICACITÉ DES ABAT-POUSSIÈRE</u></b>	<b>257</b>
8,1 Généralités	257
8,1,1 Facteurs affectant les émissions de poussière	257
8,2 Chlorure de calcium	259
8,3 Lignosulfonate de calcium et lignosulfonate d'ammonium	259
8,4 Émulsion bitumineuse (RP 3000)	261
8,5 Comparaison des produits	261
<b>9,0 <u>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</u></b>	<b>263</b>
9,1 Conclusions	263
9,2 Recommandations	267
9,2,1 Homologation des abat-poussière	267
9,2,2 Normalisation des abat-poussière	267
9,2,3 Contrôle par le MTQ	268
9,2,4 Restrictions d'usage	268
<b>10,0 <u>PROGRAMME D'HOMOLOGATION ET DE DE NORMALISATION DES ABAT-POUSSIÈRE</u></b>	<b>269</b>
10,1 Homologation des abat-poussière	269
10,1,1 Examen préliminaire	270
10,1,2 Examen en laboratoire	270
10,1,3 Essai sur route expérimentale	271
10,1,4 Intégration des données	272
10,2 Normalisation des abat-poussière	272
10,3 Assurance et contrôle de qualité des abat-poussière	273
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>	<b>275</b>

**TOME II**

- ANNEXE A:** Description des tronçons
- ANNEXE B:** Données d'installation des puits d'échantillonnage
- ANNEXE C:** Rapports de forage
- ANNEXE D:** Légende et explications des codes
- ANNEXE E:** Eaux de surface - Feuilles de terrain
- ANNEXE F:** Sols superficiels - Résultats d'analyses
- ANNEXE G:** Sols profonds - Résultats d'analyses
- ANNEXE H:** Eaux souterraines - Résultats d'analyses
- ANNEXE I:** Eaux de surface - Résultats d'analyses  
- eaux de ruissellement  
- sols de surface
- ANNEXE J:** Calculs de persistance d'abat-poussière dans les eaux de ruissellement
- ANNEXE K:** Particules en suspension ou aéroportées, concentration dans l'air ambiant, pertes atmosphériques en abat-poussière et pourcentage de poussière respirable
- ANNEXE L:** Échantillonneur mobile, résultats détaillés
- ANNEXE M:** Analyses granulométriques détaillées de la poussière fine (<40 µm) pour estimer le pourcentage de poussière respirable dans les particules aéroportées
- ANNEXE N:** Répartition granulométrique par tamisage et gravimétrie du composé de poussière soulevée retenue sur les filtres de l'échantillonneur mobile.
- ANNEXE O:** Poussière fine prélevée directement de la route; analyse des éléments traceurs dans la portion tamisée passant 100 µm
- ANNEXE P:** Retombées de poussière
- ANNEXE Q:** Taux de contribution (k)
- ANNEXE R:** Taux de contribution ( $b \times 10^{-2}$ )
- ANNEXE S:** Réglementations canadiennes sur l'utilisation d'abat-poussière

**TOME II (suite)**

- ANNEXE T:** Liste des contaminants jugés prioritaires dans le cadre du programme MISA au ministère de l'Environnement de l'Ontario - Exigences normatives relatives à l'annexe III du RDD.
- ANNEXE U:** Méthodes analytiques relatives aux analyses supplémentaires réalisées au cours de l'étude de caractérisation
- ANNEXE V:** Résultats détaillés des analyses chimiques organiques
- ANNEXE W:** Protocoles expérimentaux de dégradation
- ANNEXE X:** Démarche utilisée pour l'évaluation du danger écotoxicologique
- ANNEXE Y:** Résultats des essais en modèles réduits
- ANNEXE Z:** Estimation sommaire du risque associé à la présence d'octachlorodibenzo-p-dioxine dans une préparation d'abat-poussière

**LISTE DES CARTES**

---

	<u>Page</u>
5,1 Localisation des régions des essais expérimentaux	124
5,2 Localisation des tronçons - Région de Nicolet	125
5,3 Localisation des tronçons - Région de Papineauville	126
5,4 Localisation des tronçons - Région de Ville-Marie	127

**LISTE DES TABLEAUX**

	<u>Page</u>	
3,1	Identification des échantillons d'abat-poussière prélevés lors de leur épandage respectif	14
3,2	Caractérisation des trois types de sol routier utilisés pour le suivi des paramètres indicateurs (essais en laboratoire)	28
3,3	Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de $\text{CaCl}_2$	32
3,4	Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle du $\text{CaCl}_2$	33
3,5	Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de $\text{CaCl}_2$	35
3,6	Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle du $\text{CaCl}_2$ sur trois types de sol routier (essais en laboratoire)	38
3,7	Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de LiCa	42
3,8	Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de LiCa	43
3,9	Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de LiCa	45
3,10	Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle de LiCa sur trois types de sol routier (essais en laboratoire)	48
3,11	Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de LiNH	52
3,12	Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de LiNH	53
3,13	Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de LiNH	55

**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

	<u>Page</u>
<b>3,14</b> Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle de LiNH sur trois types de sol routier (essais en laboratoire)	58
<b>3,15</b> Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de E. bit.	62
<b>3,16</b> Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de E. bit.	63
<b>3,17</b> Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de E. bit.	65
<b>3,18</b> Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle de E. bit. sur trois types de sol routier (essais en laboratoire)	68
<b>3,19</b> Synthèse des données relatives à la caractérisation des formulations opérationnelles des abat-poussière	71
<b>3,20</b> Grille de pondération (a) et de pointage (b) pour l'évaluation des dangers relatifs aux abat-poussière	76
<b>3,21</b> Évaluation des dangers relatifs aux abat-poussière à partir de la grille d'évaluation adoptée pour cette étude	77
<b>5,1</b> Caractéristiques des tronçons expérimentaux	123
<b>5,2</b> Sommaire des conditions météorologiques	129
<b>5,3</b> Exigences du ministère des Transports pour l'épandage d'abat-poussière	139
<b>5,4</b> Conditions expérimentales d'application	140
<b>5,5</b> Ensemble des essais de terrain réalisés	141
<b>5,5A</b> Synthèse des protocoles d'échantillonnage de poussière avec leur buts visés	158
<b>5,6</b> Analyses effectuées selon l'abat-poussière	166
<b>5,7</b> Méthodes analytiques	167



**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

	<u>Page</u>
5,8 Concentration moyenne de poussière soulevée Échantillonneur mobile - Chlorure de calcium	180
5,9 Sommaire des résultats (air) Chlorure de calcium	181
5,10 Sommaire des résultats (air) Lignosulfonate de calcium	200
5,11 Sommaire des résultats (air) Lignosulfonate d'ammonium	213
5,12 Sommaire des résultats (air) Émulsion bitumineuse (RP 3000)	220
5,13 Réduction de poussière selon le type d'abat-poussière	226
6,1 Contrôle de la qualité relatif aux paramètres inorganiques réalisé par le laboratoire du Ministère	234
6,2 Contrôle de la qualité relatif aux paramètres organiques réalisé par le laboratoire du Ministère	235
6,3 Contrôle de la qualité relatif à la méthode EPA 625	238
6,4 Contrôle de la qualité relatif aux paramètres biologiques réalisé par le laboratoire du Ministère	240
6,5 Contrôle de la qualité relatif aux paramètres traceurs réalisé par la firme Sodexen Inc.	242
6,6 Assurance de la qualité relative aux paramètres traceurs	243
6,7 Assurance de la qualité relative aux paramètres traceurs	244
6,8 Assurance de la qualité relative aux paramètres indicateurs	245

**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

	<u>Page</u>
<b>6,9</b> Assurance de la qualité relative aux paramètres indicateurs	246
<b>9,1</b> Synthèse du comportement des abat-poussière dans l'environnement	265
<b>9,2</b> Grille d'évaluation des abat-poussière étudiés	266
<b>B-1</b> Données d'installation des puits d'échantillonnage	
<b>D-1</b> Légende et explication des codes	
<b>F-1</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 1	
<b>F-2</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 3	
<b>F-3</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 4	
<b>F-4</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 5	
<b>F-5</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 6	
<b>F-6</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 7	
<b>F-7</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 9	
<b>F-8</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 10	
<b>F-9</b> Résultats d'analyses - Sols de surface Tronçon 11	
<b>G-1</b> Résultats d'analyses - Sols profonds Tronçon 2	
<b>G-2</b> Résultats d'analyses - Sols profonds Tronçon 8	

**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

---

- G-3 Résultats d'analyses - Sols profonds  
Tronçon 9
- G-4 Résultats d'analyses - Sols profonds  
Tronçon 10
- G-5 Résultats d'analyses - Sols profonds  
Tronçon 11
- H-1 Critères d'évaluation de l'eau souterraine
- H-2 Résultats d'analyses - Eaux souterraines  
Tronçon 2
- H-3 Résultats d'analyses - Eaux souterraines  
Tronçon 8
- H-4 Résultats d'analyses - Eaux souterraines  
Tronçon 9
- H-5 Résultats d'analyses - Eaux souterraines  
Tronçon 10
- H-6 Résultats d'analyses - Eaux souterraines  
Tronçon 11
- I-1 Résultats d'analyses - Eaux de surface  
Tronçon 3
- I-2 Résultats d'analyses - Eaux de surface  
Tronçon 4
- I-3 Résultats d'analyses - Eaux de surface  
Tronçon 5
- I-4 Résultats d'analyses - Eaux de surface  
Tronçon 6
- I-5 Résultats d'analyses - Eaux de surface  
Tronçon 7
- J-1 Disponibilité d'abat-poussière sur les superficies  
aspergées

**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

---

- J-2 Concentration d'abat-poussière à la surface du sol
- J-3 Récupération des volumes d'eau
- K-1 Résultats de l'échantillonnage à haut débit
- K-2 Variation des concentrations de particules en suspension dans l'air
- K-3 Quantité d'abat-poussière dans les particules en suspension en fonction du temps et de la direction du vent - Échantillonneurs fixes à grand débit
- K-4 Teneur moyenne (4 semaines) en abat-poussière dans la poussière aéroportée ou en suspension recueillie sur les filtres des échantillonneurs fixes à grand débit
- K-5 Échantillonneurs fixes à grand débit: tableau représentant la moyenne pondérée de l'ensemble des résultats pour les particules aéroportées
- L-1 Concentrations de poussière soulevée par le passage d'un véhicule
- L-2 Résultats détaillés - Échantillonneur mobile
- L-3 Échantillonneur mobile à grand débit: tableau récapitulatif de l'ensemble des résultats pour la poussière soulevée
- M-1 Analyse granulométrique - grosseur moyenne et estimé du pourcentage de poussière respirable (1-5  $\mu\text{m}$ ) dans les particules fines aspirées de la surface de la route
- M-2 Résultats des analyses par Coulter Counter
- N-1 Résultats d'analyses granulométriques par tamisage et gravimétrie sur le composé de poussière soulevée retenue sur les filtres
- O-1 Poussière fine prélevée directement de la route, analyse en éléments traceurs dans la poussière tamisée de diamètre inférieur à 100  $\mu\text{m}$

**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

---

---

- P-1 Résultats des retombées de poussière
- P-2 Résultats des retombées de poussière
- Q-1 Taux de contribution (K) - Tronçon 3
- Q-2 Taux de contribution (K) - Tronçon 4
- Q-3 Taux de contribution (K) - Tronçon 5
- Q-4 Taux de contribution (K) - Tronçon 5
- Q-5 Taux de contribution (K) - Tronçon 6
- Q-6 Taux de contribution (K) - Tronçon 7
- R-1 Taux de contribution ( $b \times 10^{-2}$ ) - Tronçon 3
- R-2 Taux de contribution ( $b \times 10^{-2}$ ) - Tronçon 4
- R-3 Taux de contribution ( $b \times 10^{-2}$ ) - Tronçon 5
- R-4 Taux de contribution ( $b \times 10^{-2}$ ) - Tronçon 5
- R-5 Taux de contribution ( $b \times 10^{-2}$ ) - Tronçon 6
- R-6 Taux de contribution ( $b \times 10^{-2}$ ) - Tronçon 7
- S-1 Abat-poussière - Restrictions réglementaires au Canada
- 
- Y-1 à 13 Masse d'abat-poussière passée aux différents niveaux - essais en modèles réduits
- Y-14 à 26 Évolution du bilan des masses cumulées en fonction du temps - essais en modèles réduits

**LISTE DES FIGURES**

---

	<u>Page</u>
2,1 Étude écotoxicologique sur les abat-poussière Cadre méthodologique	4
3,1 Démarche expérimentale adoptée pour l'évaluation du potentiel de dégradation des abat-poussière	21
3,2 Démarche expérimentale retenue pour les essais de lixiviation des abat-poussière	27
3,3 Suivi de la photodégradation et de la biodégra- dation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de CaCl	37
3,4 Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de CaCl en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)	39
3,5 Suivi de la photodégradation et de la biodégra- dation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de LiCa	47
3,6 Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de LiCa en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)	49
3,7 Suivi de la photodégradation et de la biodégra- dation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de LiNH	57
3,8 Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de LiNH en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)	59
3,9 Suivi de photodégradation et de la biodégra- dation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de E.bit.	67

---

**LISTE DES FIGURES (suite)**


---

	<u>Page</u>
3,10 Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de E. bit. en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)	69
4,1 Test de Proctor pour le sable	89
4,2 Schématisation des essais en laboratoire	91
4,3 Essais de dispersion	92
4,4 Banc d'essais de lessivation et de migration	95
4,5 Évolution des essais de dispersion lignosulfonate de calcium - milieu: sable	98
4,6 Évolution des essais de dispersion lignosulfonate d'ammonium - milieu: sable	99
4,7 Évolution des essais de dispersion chlorure de calcium - milieu: sable	100
4,8 Évolution des essais de dispersion lignosulfonate de calcium - milieu: pierre concassée	101
4,9 Évolution des essais de dispersion lignosulfonate d'ammonium - milieu: pierre concassée	102
4,10 Évolution des essais de dispersion chlorure de calcium - milieu: pierre concassée	103
4,11 Évolution des essais de dispersion lignosulfonate de calcium - milieu: silt argileux	104
4,12 Évolution des essais de dispersion lignosulfonate d'ammonium - milieu: silt argileux	105
4,13 Évolution des essais de dispersion chlorure de calcium - milieu: silt argileux	106
4,14 Test de lessivation - lignosulfonate de calcium	111
4,15 Test de lessivation - lignosulfonate d'ammonium	112



**LISTE DES FIGURES (suite)**

---

		<u>Page</u>
4,16	Test de lessivation - chlorure de calcium	113
4,17	Test de lessivation - émulsion bitumineuse	114
4,18	Essais de migration - évolution des bilans massiques	117
5,1	Précipitations journalières - Région de Nicolet (Poste Bécancour)	130
5,2	Précipitations journalières - Région de Papineauville (Poste Montebello)	135
5,3	Précipitations journalières - Région de Ville-Marie (Poste Ville-Marie)	136
5,4	Localisation des sondages	143
5,5	Coupe stratigraphique - Tronçon 2	147
5,6	Coupe stratigraphique - Tronçon 8	148
5,7	Coupe stratigraphique - Tronçon 9	149
5,8	Coupe stratigraphique - Tronçon 10	150
5,9	Coupe stratigraphique - Tronçon 11	151
5,10	Simulation de pluie - Système d'arrosage	153
5,11	Collecte des eaux de ruissellement	155
5,12	Stratégie d'échantillonnage avec capteurs passifs	159
5,13	Stratégie d'échantillonnage avec échantil- lonneurs à grand débit	162
5,14	Échantillonneur mobile haut volume Rader	164
5,15	Migration verticale du chlorure de calcium dans les sols superficiels - Tronçon 5	169

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
5,16 Relation entre la teneur en traceurs dans les sols profonds et la distance de la route - Chlorure de calcium	172
5,17 Eaux de surface - Tronçon 5	174
5,18 Persistance des abat-poussière à la surface du sol Tronçon 5 - Chlorure de calcium (chlorures)	178
5,19 Persistance des abat-poussière à la surface du sol Tronçon 5 - Chlorure de calcium (calcium)	179
5,20 Migration verticale du lignosulfonate de calcium dans les sols superficiels - Tronçon 1	186
5,21 Migration verticale du lignosulfonate de calcium dans les sols superficiels - Tronçon 4	187
5,22 Migration verticale du lignosulfonate de calcium dans les sols superficiels - Tronçon 6	188
5,23 Eaux de surface - Tronçon 4	191
5,24 Eaux de surface - Tronçon 6	193
5,25 Persistance des abat-poussière à la surface du sol Tronçon 4 - Lignosulfonate de calcium	196
5,26 Persistance des abat-poussière à la surface du sol Tronçon 6 - Lignosulfonate de calcium	197
5,27 Migration verticale du lignosulfonate d'ammonium dans les sols superficiels - Tronçon 3	203
5,28 Migration verticale du lignosulfonate d'ammonium dans les sols superficiels - Tronçon 10	204
5,29 Migration verticale du lignosulfonate d'aamonium dans les sols superficiels - Tronçon 11	205
5,30 Eaux de surface - Tronçon 3	208

---

**LISTE DES FIGURES**


---

	<u>Page</u>	
5,31	Persistence des abat-poussière à la surface du sol Tronçon 3 - Lignosulfonate d'ammonium	210
5,32	Eaux de surface -Tronçon 7	217
7,1	Comportement des poussières respirables en fonction de la dimension des particules	255
8,1	Relation entre l'humidité relative et la température à laquelle $\text{CaCl}_2$ et $\text{MgCl}_2$ absorbent l'humidité	260
8,2	Charte pour la sélection des produits	262
10,1	Schéma décisionnel du protocole d'homologation des abat-poussière	274
A-1	Tronçon 1 - Région de Nicolet	
A-2	Tronçon 2 - Région de Nicolet	
A-3	Tronçon 3 - Région de Nicolet	
A-4	Tronçon 4 - Région de Nicolet	
A-5	Tronçon 5 - Région de Nicolet	
A-6	Tronçon 6 - Région de Nicolet	
A-7	Tronçon 7 - Région de Nicolet	
A-8	Tronçon 8 - Région de Nicolet	
A-9	Tronçon 9 - Région de Thurso	
A-10	Tronçon 10 - Région de Ville-Marie	
A-11	Tronçon 11 - Région de Ville-Marie	
A-12	Localisation des puits d'échantillonnage - Tronçon 2	

LISTE DES FIGURES (suite)

---

- A-13 Localisation des puits d'échantillonnage - Tronçon 8
- A-14 Localisation des puits d'échantillonnage - Tronçon 9
- A-15 Localisation des puits d'échantillonnage - Tronçon 10
- A-16 Localisation des puits d'échantillonnage - Tronçon 11
- K-1 Échantillonneurs fixes à grand débit -  
Tableau comparatif des concentrations de  
particules aéroportées pour les zones épandues et  
non épandues
- K-2 Variation des pourcentages d'abat-poussière en  
fonction du temps dans les particules en suspension  
des zones épandues et non-épandues - Échantillon-  
neurs fixes à grand débit
- L-1 Concentrations moyennes de poussière soulevée  
lors du passage d'un véhicule - échantillonneur mobile
- P-1 Résultats des retombées de poussière  
capteurs passifs

**LISTE DES ABRÉVIATIONS**

---

<b>BHAA:</b>	Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives
<b>B.N.Q.:</b>	Bureau de Normalisation du Québec (BNQ)
<b>CaCl<sub>2</sub>:</b>	Chlorure de calcium
<b>COD:</b>	Carbone organique dissous
<b>DBO<sub>5</sub>:</b>	Demande biochimique en oxygène (5 jours)
<b>DCO:</b>	Demande chimique en oxygène
<b>DMSO:</b>	Diméthyle sulfoxyde
<b>E. bit:</b>	Émulsion bitumineuse
<b>H et G:</b>	Huiles et graisses
<b>LiCa ou Ligno Ca:</b>	Lignosulfonates de calcium
<b>LiNH ou Ligno NH<sub>4</sub>:</b>	Lignosulfonates d'ammonium
<b>MISA:</b>	Municipal-Industrial Strategy for Abatement
<b>n.d.:</b>	Non détectable
<b>R.D.D.:</b>	Règlement sur les Déchets Dangereux (RDD)
<b>UFC:</b>	Unités de formation de colonies
<b>Ug. T:</b>	Unités génotoxiques
<b>U.T.:</b>	Unités toxiques
<b>U.V.:</b>	Ultraviolet

1,0 PROBLÉMATIQUE

Au Québec, environ le tiers du réseau routier du ministère des Transports est constitué de routes non asphaltées donnant accès aux territoires agricoles ou forestiers.

La circulation de véhicules sur ces routes de terre ou de gravier soulève des nuages de poussière pouvant causer des problèmes de sécurité routière, des nuisances pour les gens habitant en bordure de ces routes et une diminution de la croissance des végétaux souillés par la poussière.

L'utilisation d'abat-poussière vise à réduire ces nuisances. L'épandage de ces substances soulève toutefois certaines craintes quant à leur impact potentiel sur l'environnement.

L'emploi d'huiles vierges ou usées comme abat-poussière est interdit au Québec depuis 1985. Le chlorure de calcium (CaCl<sub>2</sub>) est présentement le principal produit utilisé comme abat-poussière. Le ministère des Transports utilise les lignosulfonates de calcium et d'ammonium (LignoCa et LignoNH<sub>4</sub>) sur une base expérimentale depuis deux ans. Quant au RP 3000 (E.bit), il n'a été épandu qu'une seule fois également sur une base expérimentale.

Les études réalisées à ce jour sur l'évaluation de ces produits n'ont pas permis de trancher clairement sur les pratiques acceptables en termes de protection de l'environnement.

Le gouvernement du Québec a donc mandaté le ministère de l'Environnement et le ministère des Transports de réaliser une étude conjointe sur la caractérisation chimique et toxicologique de quatre produits abat-poussière et sur les risques environnementaux découlant de l'épandage de ces produits. Le ministère des Transports a confié à la Société d'expertise en environnement SODEXEN Inc. le mandat de réaliser les essais routiers et les études en modèles réduits, ces dernières ont été confiées à l'École polytechnique de Montréal. De plus, le groupe SODEXEN a aussi été chargé de réaliser l'intégration de l'ensemble des données et des documents produits par les différents partenaires.

Cette étude exhaustive a nécessité des travaux sur le terrain, effectués entre juillet et octobre 1989, et en laboratoire, s'échelonnant durant toute la seconde moitié de l'année 1989 et le début de 1990.

Le but de la présente étude est donc de déterminer quel est l'impact réel sur l'environnement des différents produits abat-poussière proposés.

Cette information est colligée de trois façons: caractérisation des produits en laboratoire, expérimentation sur le terrain et essais en modèles réduits.

L'approche écotoxicologique, encadrant la partie expérimentale, vise à estimer le potentiel de contamination des différentes composantes de l'environnement susceptibles d'être touchées par les techniques habituelles d'épandage d'abat-poussière. L'identification et l'évaluation de ces risques permet de proposer des pratiques sécuritaires visant à éliminer ou à réduire grandement ces risques.

---



## 2,0 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Tel que précisé au chapitre précédent, l'utilisation d'abat-poussière sur les routes non asphaltées du Québec soulève encore bien des interrogations quant aux effets de ces produits sur l'environnement et aux risques qu'ils représentent pour la santé.

## 2,1 OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Cette étude environnementale a pour but d'estimer le potentiel de contamination des différentes composantes de l'environnement susceptibles d'être affectées par les techniques habituelles d'épandage d'abat-poussière.

Suite à l'identification et à l'évaluation des risques associés à ces activités, des pratiques viables et sécuritaires seront proposées. Dans cette analyse, seront également pris en considération des paramètres tels la persistance et la mobilité des abat-poussière étudiés.

## 2,2 CADRE MÉTHODOLOGIQUE

L'approche générale (Figure 2,1) encadrant les différentes activités réalisées dans cette étude a deux caractéristiques fondamentales: démarche séquentielle et division modulaire.

La démarche séquentielle permet d'utiliser l'information générée dans les étapes précédentes pour raffiner les étapes subséquentes. La division modulaire facilite le partage des travaux entre les partenaires.

Le ministère de l'Environnement a, en outre, grâce à son Bureau d'accréditation des laboratoires, assujettit toutes les analyses chimiques réalisées par ses laboratoires et celui de Sodexen Inc. à un programme d'assurance/contrôle de la qualité.

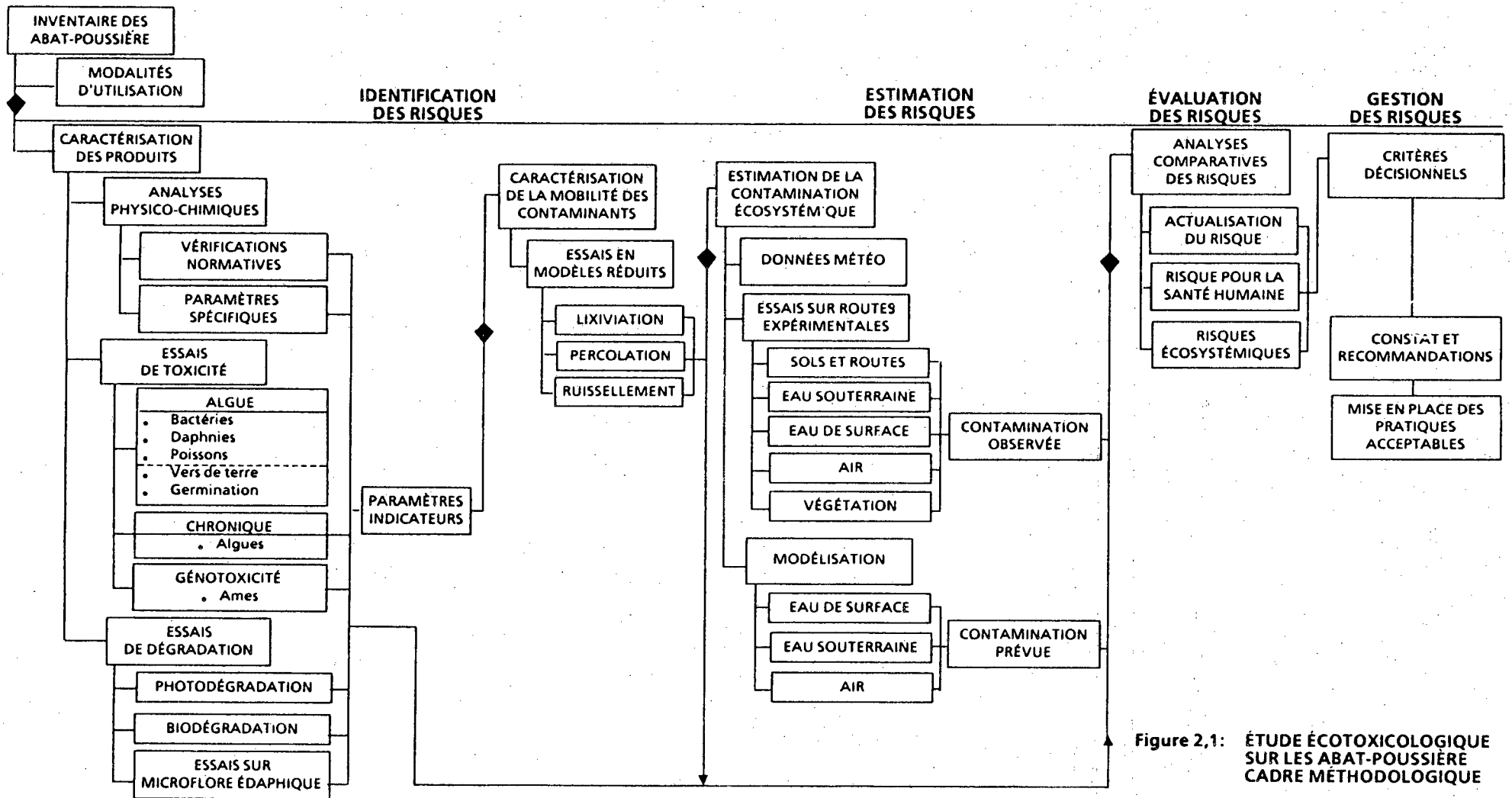


Figure 2.1: ÉTUDE ÉCOTOXICOLOGIQUE SUR LES ABAT-POUSSIÈRE CADRE MÉTHODOLOGIQUE

## 2,2,1 CARACTÉRISATION DES PRODUITS

Les formulations commerciales des abat-poussière (i.e. forme sous laquelle ils sont épandus) font l'objet, dans un premier temps, d'analyses physico-chimiques, d'essais de toxicité et d'essais de dégradation.

Les analyses physico-chimiques visent trois objectifs:

- Déceler la présence de contaminants, vérifier la conformité réglementaire du produit et identifier les causes de toxicité du produit.
- Caractériser chaque produit afin de sélectionner les paramètres indicateurs pour les autres phases de l'étude.
- Connaître la composition des produits afin d'être en mesure d'expliquer le comportement (dégradation, mobilité, effet de matrice, etc.) de chacun des produits en milieu naturel.

Les essais de toxicité visent à déterminer le potentiel de toxicité de chacun des produits envers les biocénoses aquatiques et terrestres. Les essais *in situ* (sur le terrain) sont exclus compte tenu de l'interférence d'autres sources de contaminants par pollution diffuse. Des biotests normalisés sont plutôt utilisés afin de reproduire en milieu contrôlé des biocénoses sur lesquelles les abat-poussière peuvent avoir une incidence.

Par ruissellement, les abat-poussière peuvent contaminer les eaux de surface et conséquemment, avoir des répercussions sur les **organismes aquatiques**; les biotests sur bactéries, algues, daphnies et poissons visent à évaluer la toxicité relative pour chacun des niveaux trophiques de la chaîne alimentaire. Les sols naturels bordant les routes traitées avec des abat-poussière ont souvent une vocation agricole ou forestière. Afin de vérifier l'incidence possible d'abat-poussière lessivés hors de la route sur les **organismes terrestres**, des essais de germination (plantes) et des essais sur vers de terre (macro-faune édaphique) sont réalisés.

Les essais de dégradation en laboratoire visent à:

- Déterminer le potentiel de dégradation chimique et biologique des produits et estimer leur persistance relative dans l'environnement.
- Identifier les produits de dégradation pouvant présenter des problèmes de toxicité.
- Évaluer la toxicité résiduelle des produits après dégradation.

Il est très difficile, voire impossible, d'isoler en milieu naturel les modifications induites uniquement par la dégradation, la volatilisation et le lessivage (ruissellement et infiltration) masquant les résultats. C'est pourquoi les essais en milieu contrôlé sont nécessaires pour mieux évaluer ces mécanismes

### 2,2,2 MODÉLISATION DE LA MOBILITÉ DES CONTAMINANTS

Les essais en modèles réduits visent à évaluer la mobilité des abat-poussière en conditions contrôlées. En effet, l'abat-poussière idéal serait très persistant et très peu mobile tout en étant non toxique. Toutefois, dès qu'un abat-poussière est épandu sur une route, il peut se dégrader et être entraîné hors de la route par érosion éolienne des particules, par ruissellement ou par infiltration. Tous ces facteurs contribuent inévitablement à une migration de contaminants hors de la route dans une mesure plus ou moins grande dépendant des conditions locales et des caractéristiques du produit.

Afin d'éliminer cette variabilité locale rencontrée en milieu naturel, des essais sur sols en colonnes et en bacs permettent d'isoler et d'évaluer la contribution de chacun des mécanismes de migration à des fins de comparaisons relatives entre les différents abat-poussière. De plus, ces données couplées avec celles provenant de la caractérisation des produits facilitent grandement l'interprétation des phénomènes observés sur le terrain.

### 2,2,3 ESTIMATION DE LA CONTAMINATION DES ÉCOSYSTÈMES

Les essais sur routes expérimentales visent à évaluer le potentiel de contamination du milieu environnant par une route sur laquelle un abat-poussière est épandu.

Les routes expérimentales sont sélectionnées de façon à réduire le plus possible la variabilité naturelle entre chaque tronçon en éliminant, dans la mesure du possible, toute autre source de perturbation. Toutefois, ces routes doivent quand même présenter un profil normal d'utilisation par le trafic routier.

Avant l'épandage, et à intervalles réguliers après l'épandage, des échantillons de sol, d'eau souterraine, d'eau de surface et d'air sont prélevés pour en évaluer la contamination. Des échantillons sont également prélevés sur des sections de tronçon où il n'y a jamais eu d'épandage (tronçon vierge) ou sur des sections de tronçon ayant reçu un abat-poussière l'année précédant l'étude (tronçon altéré).

#### 2,2,4 ANALYSE COMPARATIVE DES RISQUES ET GESTION DES RISQUES

L'intégration de l'information générée par les travaux en laboratoire et les travaux sur les routes expérimentales permet d'évaluer les niveaux de risques pour la santé humaine et pour l'intégrité des écosystèmes résultant des pratiques actuelles.

Cette analyse doit également identifier les facteurs critiques contribuant à ces risques ce qui permettra de modifier les pratiques de façon à les réduire sous un seuil acceptable, c'est-à-dire sous un niveau où il n'y a plus de risques décelables ou prévisibles pour la santé humaine ou l'intégrité des écosystèmes.

---

### 3.0 CARACTÉRISATION DES PRODUITS

Les renseignements sur la composition physico-chimique des abat-poussière commercialisés au Québec sont relativement limités, à l'exception de leurs composantes majeures et de certaines caractéristiques liées à leur efficacité. Aussi, les fiches techniques et documents consultés à ce jour tendent à démontrer que ces produits peuvent contenir des impuretés et que leur formulation peut même être modifiée d'une année à l'autre.

De façon générale, on distingue trois catégories de produits abat-poussière sur le marché québécois, soit:

- Les électrolytes, qui sont essentiellement des sels inorganiques concentrés et très solubles dans l'eau;
- Les lignosulfonates, qui sont préparés à partir des résidus ligneux issus des procédés industriels de pâtes et papiers et très solubles dans l'eau;
- Les émulsions bitumineuses, qui sont habituellement préparées à partir de résines bitumineuses de type parafinique et d'agents émulsifiants; ces produits se révèlent miscibles dans l'eau.

Aucun contrôle de la qualité n'est actuellement exercé sur ces produits commerciaux et aucun règlement ni ligne directrice ne vient encadrer l'usage de ces produits à l'exception d'un interdit sur l'utilisation d'huile dans les formulations d'abat-poussière et d'une normalisation du chlorure de calcium comme produit abat-poussière (BNQ, 1982). De fait, certains de ces produits peuvent contenir des substances toxiques susceptibles d'être dispersées dans les milieux environnementaux.

Le présent chapitre traite de la caractérisation de quatre formulations d'abat-poussière, soit le chlorure de calcium, le lignosulfonate de calcium, le lignosulfonate d'ammonium et le RP-3000. L'objectif général poursuivi à cette étape est de caractériser les formulations opérationnelles de chaque catégorie d'abat-poussière dans le but de dresser un portrait le plus complet possible de leur composition et des dangers environnementaux associés à leur usage.

Plus spécifiquement, cette partie de l'étude devrait permettre:

- de connaître la composition physico-chimique des produits;
- d'identifier les substances susceptibles de causer préjudice à l'environnement;
- de reconnaître leur conformité réglementaire à l'égard de l'annexe III du Règlement sur les déchets dangereux;

- de déterminer leur toxicité et génotoxicité relative envers les biocénoses aquatiques et terrestres;
- de déterminer leur potentiel de dégradation;
- d'identifier les paramètres traceurs et indicateurs utilisables pour suivre leur migration potentielle en milieu naturel.

L'ensemble des activités relatives à cette section du rapport ont été réalisées par la Direction des laboratoires du ministère de l'Environnement du Québec.

### 3.1 PROBLÉMATIQUE ANALYTIQUE

L'étude écotoxicologique de produits complexes, comme les abat-poussière, exige une approche analytique pouvant satisfaire aux aspects réglementaires de l'utilisation de ces produits et aux aspects environnementaux conséquents à leur application sur les routes. L'approche analytique pour la caractérisation de ces produits doit être en mesure de dépister et d'identifier les contaminants susceptibles d'être contenus dans les échantillons. Elle doit également permettre d'apprécier les dangers environnementaux par une évaluation de leurs effets potentiels sur les organismes vivants, ainsi que par une estimation de leur potentiel de transformation (dégradation) et de mobilité (lixiviation ou autres).

#### **3.1,1 CADRE ANALYTIQUE DE LA CARACTÉRISATION**

Selon CONNELL & MILLER (1984), une évaluation écotoxicologique de substances chimiques requiert des données analytiques liées aux propriétés de la substance et capables de prédire le devenir et les effets potentiels sur les milieux récepteurs. La plupart de ces données peuvent être obtenues en laboratoire, selon un cadre analytique inspiré du programme adopté à l'OCDE (1981) et regroupant les cinq catégories analytiques suivantes:

1- **Appréciation de l'utilisation, de la disposition et des modalités de relâchement**, dans le but de connaître la quantité et d'identifier les mouvements possibles du produit dans les systèmes naturels (eau; air; sol); ces données réfèrent aux volumes utilisés, aux usages principaux ainsi qu'aux lieux susceptibles de rejet;

2- **Caractérisation physico-chimique du produit**, dans le but de connaître la composition spécifique et les propriétés inhérentes du produit; à l'OCDE cependant, les données exigées pour les produits commerciaux réfèrent surtout aux caractéristiques des composés majeurs comme la formule chimique, le degré de pureté, la densité, la

viscosité, la tension de surface etc. Les analyses pour la détection de contaminants ne sont pas requises à l'heure actuelle pour l'ensemble des produits commerciaux.

3- **Évaluation du potentiel de dégradation et de bioaccumulation**, afin d'établir la persistance relative du produit dans les systèmes naturels et d'identifier le potentiel d'accumulation dans les organismes vivants; certains protocoles de dégradation ont été développés à l'OCDE au niveau de l'air, de l'eau et des sols mais sont utilisables pour des substances relativement homogènes seulement.

4 - **Facteurs biologiques**, où le degré de toxicité est déterminé à l'aide de tests monospécifiques réalisés en laboratoire; l'évaluation est faite à partir de plusieurs biotests (de trois à six) réalisés simultanément afin de vérifier la sensibilité relative de plusieurs organismes vivants.

5- **Facteurs humains**, afin d'évaluer les dangers pour l'homme de l'exposition à court et à long terme aux substances chimiques concernées; cette évaluation peut intégrer une identification des substances hautement toxiques et des tests de dépistage du potentiel génotoxique.

Considérées individuellement, ces données comportent peu de signification environnementale. Leur intérêt réside dans leur intégration et dans le fait qu'elles comportent un caractère prédictif utile dans une perspective d'évaluation des risques environnementaux.

### 3,1,2 CHOIX ANALYTIQUE ET CRITERES

Normalement, la caractérisation de produits commerciaux aboutit à une connaissance assez précise de leurs composantes chimiques et de leurs effets potentiels sur les organismes vivants. Dans le cas des abat-poussière, on peut prévoir certaines contraintes à définir un cadre analytique approprié, à cause de :

la diversité des produits, les abat-poussière étant soit inorganiques, soit organiques, soit un mélange des deux; leur incidence environnementale risque d'être différente.

la complexité de leur composition, certains abat-poussière étant issus de procédés industriels complexes comme l'industrie pétrochimique, de pâtes et papiers ou même les deux; de plus, ces produits contiennent un ensemble de molécules plus ou moins complexes dont la résultante



physique peut être instable, ce qui rend difficile une caractérisation physique des produits.

la variabilité de leur formulation opérationnelle, la composition chimique des abat-poussière étant, à l'exception des composés majeurs, relativement peu connue, compte tenu des procédés et des produits de fabrication qui ne sont pas contrôlés systématiquement. Certains contaminants peuvent donc être présents sans qu'aucun contrôle ne soit exercé.

La définition d'un cadre analytique commun à l'ensemble des produits abat-poussière demeure complexe et exigeante. D'une part, il faut assurer une caractérisation suffisante pour chaque produit; d'autre part, il faut générer des données analytiques comparables d'un produit à l'autre afin de relativiser leur qualité environnementale.

Nous avons donc porté le cadre analytique pour la caractérisation des abat-poussière sur les critères suivants:

- Identification et compilation des données analytiques retrouvées dans des études antérieures afin de confronter les formulations opérationnelles qui nous ont été fournies.
- Il n'existe aucune exigence réglementaire spécifique au contrôle et à l'usage de ces produits, autre que l'interdiction d'utiliser des huiles à cette fin, tel que précisé dans le Règlement sur les déchets dangereux (Q-2, r-12.1, article 8; voir annexe T). Il a été convenu d'orienter la caractérisation en fonction de l'annexe III du Règlement sur les déchets dangereux, lequel se révèle le plus apte à reconnaître les dangers relatifs à la présence de contaminants et de leur toxicité. Dans le but d'identifier et d'apprécier l'importance des contaminants analysés, il a été décidé de référer à la liste des substances jugées prioritaires pour les effluents industriels et présentée par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO, 1987; voir annexe T).
- Les abat-poussière étant susceptibles d'être dispersés dans le milieu bordant les routes, des analyses additionnelles capables d'identifier les répercussions sur le milieu récepteur ont été retenues. Plus particulièrement, des paramètres intégrateurs comme la DBO<sub>5</sub>, la DCO, la toxicité relative vis-à-vis des organismes biologiques ainsi que le potentiel génotoxique, ont été choisis dans le but d'évaluer les possibilités de pression sur le milieu récepteur.

■ La persistance des abat-poussière constitue une indication essentielle sur les risques de contamination des milieux récepteurs. Cependant, la complexité des produits rend inappropriée l'utilisation de protocoles conventionnels. Une étude expérimentale de dégradation dont la démarche analytique est basée sur des outils intégrateurs comme le carbone organique dissous, la toxicité etc. a été développée spécifiquement pour cette étude.

■ La caractérisation doit enfin permettre de préparer la démarche analytique à suivre lors des essais expérimentaux en modèles réduits ou sur routes. Ainsi, des paramètres traceurs et des paramètres indicateurs ont été choisis pour chaque produit et validés par des essais exploratoires de lixiviation

### 3,2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'étude de caractérisation a été menée sur les quatre abat-poussière commerciaux suivants:

- Chlorure de calcium  
(Produits chimiques General Canada Ltée)
- Lignosol AP-35  
(Produits chimiques Daishowa)
- Tembind TDS  
(Temfibre Inc.)
- RP 3000  
(Les Pétroles ALL Petroleum Inc.)

Deux types de lignosulfonates ont été retenus pour l'étude. Le lignosol AP-35 est un lignosulfonate de calcium tandis que le Tembind TDS correspond à un lignosulfonate d'ammonium.

Les abréviations suivantes ont été utilisées dans cette partie du rapport: chlorure de calcium (CaCl); lignosulfonate de calcium (LiCa); lignosulfonate d'ammonium (LiNH); RP 3000 (E.Bit).

#### 3,2,1 PRÉLEVEMENT DES ÉCHANTILLONS

Les formulations opérationnelles de chaque produit ont été prélevées au cours de leurs essais respectifs sur tronçon de route expérimental. L'identification des échantillons caractérisés ainsi que les dates de prélèvement sont résumées dans le Tableau 3.1. Pour chaque formulation, trois sous-échantillons d'environ 70 litres chacun, ont été prélevés du camion citerne et correspondent respectivement au mélange opérationnel du début, du milieu et de la fin de l'épandage.

Lors d'une campagne d'échantillonnage, chaque sous-échantillon était introduit dans un sac de polyéthylène de grand volume, placé préalablement dans un contenant de plastique. Le sac était par la suite scellé puis acheminé au laboratoire de Québec dans les plus brefs délais, soit moins de 8 heures après l'échantillonnage.

Au laboratoire, le sous-échantillon était d'abord mélangé, séparé en volume de 2 à 20 litres dépendamment de la catégorie analytique requise, puis acheminé dans les différentes unités analytiques spécialisées.

Tableau 3, 1. Identification des échantillons d'abat-poussière prélevés lors de leur épandage respectif.

Produit	Identification du laboratoire	Sous-échantillon	Date d'arrivée
<u>Chlorure de calcium</u>			
CaCl <sub>2</sub> (a)	CaCl - 1	Début - épandage	89 07 31
	CaCl - 2	Milieu - épandage	89 07 31
	CaCl - 3	Fin - épandage	89 07 31
<u>Lignosulfonate de calcium</u>			
Lignosol AP-35 (b)	LiCa - 1	Début - épandage	89 08 09
	LiCa - 2	Milieu - épandage	89 08 09
	LiCa - 3	Fin - épandage	89 08 09
<u>Lignosulfonate d'ammonium</u>			
Tembind TDS (c)	LiNH - 1	Début - épandage	89 08 01
	LiNH - 2	Milieu - épandage	89 08 01
	LiNH - 3	Fin - épandage	89 08 01
<u>Emulsion bitumineuse</u>			
RP-3000 (d)	E. Bit. - 1	Début - épandage	89 08 11
	E. Bit. - 2	Milieu - épandage	89 08 11
	E. Bit. - 3	Fin - épandage	89 08 11

(a) Produits chimiques General du Canada Ltée.

(b) Produits chimiques Daishowa

(c) Temfibre Inc.

(d) Les Pétroles All Petroleum Inc.

Certaines analyses comme le pH et le dénombrement bactérien ont été réalisées dans les 24 heures suivant le prélèvement. Cependant, l'ensemble des analyses chimiques et biologiques ont été réalisées au cours des trois mois suivant le prélèvement. Tous les échantillons ont par contre été conservés à la noirceur entre 0°C et 4°C avant analyse. Les échantillons relatifs aux essais de génotoxicité ont été conservés à -20°C jusqu'au moment de l'analyse.

### 3,2,2 PARAMETRES CHIMIQUES

De façon générale, les méthodologies analytiques utilisées pour la caractérisation chimique des abat-poussière sont celles décrites dans la "Procédure d'évaluation des caractéristiques de déchets solides et de boues pompables", publiée par le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ, 1985). Ce document regroupe les méthodes d'analyses des paramètres inorganiques et organiques identifiés dans le Règlement sur les déchets dangereux.

En ce qui concerne les analyses supplémentaires menées dans le cadre de cette étude, leurs méthodologies sont précisées dans l'annexe U.

Précisons enfin que la caractérisation chimique de chaque échantillon d'abat-poussière a exigé des mesures de 27 paramètres inorganiques et 13 paramètres organiques dont sept familles de contaminants organiques. Les données brutes relatives aux contaminants organiques sont présentées dans l'annexe V.

### 3,2,3 PARAMETRES BIOLOGIQUES

#### • Dénombrement bactérien

L'analyse microbiologique des échantillons vise à identifier leur potentiel de contamination microbienne ainsi qu'à dépister les souches bactériennes pathogènes.

Nous avons effectué le dénombrement des BHAA (Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives) dans le cadre de cette étude. Cette méthode est une mesure quantitative des bactéries viables sur un milieu de culture déterminé et elle permet d'obtenir une appréciation globale de la contamination bactérienne et une évaluation de la salubrité générale d'un milieu donné car la méthode permet d'isoler et de dénombrer un groupe relativement élevé d'espèces de bactéries sans égard à leur étiologie (pathogénicité). Lorsque nécessaire, le dépistage

de microorganismes pathogènes ou opportunistes a été effectué à l'aide d'un système rapide d'identification biochimique (API, 1984).

La méthodologie utilisée est celle décrite dans le "Standard Methods" (section 907A), par incorporation à la gélose (APHA et al., 1985) Le volume d'échantillon utilisé est de 1 mL pour plusieurs séries de dilutions et l'incubation est effectuée à 20 °C pour une période de 48 heures  $\pm$  2 heures. Aucune difficulté technique particulière n'est survenue avec tous les échantillons d'abat-poussière reçus.

Le dénombrement des BHAA est exprimé en UFC/mL, soit les unités formatrices de colonies.

#### · Caractérisation de la toxicité

Les essais de toxicité visent à déterminer les effets globaux de chacun des produits envers des organismes aquatiques et terrestres. Ces biotests sont réalisés en laboratoire, sous conditions contrôlées, ce qui facilite la comparaison des niveaux de toxicité observés entre les différents échantillons.

L'approche opérationnelle retenue pour la caractérisation de la toxicité relative des abat-poussière utilise une série de six biotests de toxicité uniformisés dans le but d'élargir notre gamme de sensibilité par rapport à ces produits complexes et d'évaluer leur incidence vis-à-vis différents groupements biologiques.

Compte tenu que les abat-poussière peuvent contaminer les eaux de surface, quatre biotests de toxicité en milieu aquatique ont été retenus, soit:

#### · Poisson (truite arc-en-ciel, Salmo gairdneri)

qui est un biotest utilisé largement à l'échelle canadienne et intégré dans certains règlements (ENV.CAN., 1980);

Principe: détermination dans des conditions définies, de la concentration initiale qui, en 96 heures, tue 50% des truites mises en expérimentation et qui est désignée par CL50-96 heures.

· Invertébré (daphnie, Daphnia magna)

qui est un biotest normalisé à l'échelle internationale et intégré dans le système de redevances en France (AFNOR, 1983);

Principe: détermination dans des conditions définies, de la concentration initiale qui, en 24 heures, immobilise 50% des daphnies mises en expérimentation et qui est désignée par CI50-24 heures.

· Algue (Selenastrum capricornutum)

qui est un biotest uniformisé au laboratoire du ministère de l'Environnement et utilisé pour le contrôle et le suivi des rejets industriels et autres substances (JOURBERT, 1983);

Principe: détermination, dans des conditions définies, de la concentration initiale, qui, en 192 heures, inhibe 50% du potentiel de croissance de la biomasse des algues et qui est désignée par CI50-192 heures.

· Bactérie (Photobacterium phosphoreum)

qui est un biotest normalisé au Québec (BNQ, 1987) et largement utilisé à l'échelle internationale (appellation commune: Microtox);

Principe: Détermination, dans des conditions définies, de la concentration initiale, qui en 5 minutes ou 15 minutes, inhibe 50% de l'activité bioluminescente de la bactérie et qui est désignée par CI50-5 minutes ou 15 minutes.

Deux biotests de toxicité utilisant des organismes terrestres ont été retenus dans le but d'évaluer l'incidence de la présence d'abat-poussière sur les sols naturels bordant les routes, soit:

· Essais de germination

qui est un biotest uniformisé en Europe et qui utilise la faculté germinative de graines de semence (cresson; orge) placées en conditions optimales de germination (AFNOR, 1982);

Principe: Détermination, dans des conditions définies, de la concentration initiale, qui en 168 heures, inhibe 50% de la faculté germinative de graines de semence et qui est désignée par CI50-168 heures.

· Ver de terre (Esenia foetida)

qui est un biotest uniformisé en Europe et utilisé pour le contrôle de contaminants présents dans le milieu terrestre (AFNOR, 1982);

Principe: Détermination, dans des conditions définies de la concentration initiale, qui en 14 jours, tue 50% des vers de terre mis en expérimentation et qui est désignée par CI50-14 jours.

Les biotests de toxicité avec poissons ont été réalisés au laboratoire du Capitaine Bernier (Environnement Canada, Longueuil). Les autres biotests ont été effectués aux laboratoires du ministère de l'Environnement.

L'expression de la toxicité pour l'ensemble des biotests est présentée en unités toxiques (U.T.) telles que définies par Sprague & Ramsay (1965). Une unité toxique est déterminée en divisant la concentration initiale du produit expérimenté, soit 100% v/v, par la valeur de CI50 ou de CL50 obtenue. L'unité toxique réfère également au facteur de dilution nécessaire pour obtenir la CI50. Enfin, les données de toxicité non-détectées (n.d.) réfèrent aux biotests dont la CI50 ou la CL50 n'a pas été atteinte aux conditions expérimentales utilisées.

· Caractérisation génotoxique

Les essais de génotoxicité visent à identifier les échantillons d'abat-poussière susceptibles de présenter un potentiel génotoxique. Le test retenu pour cette étude est le test de Ames, utilisé pour le dépistage rapide du potentiel génotoxique de substances pures et d'échantillons complexes à l'échelle internationale. Le protocole uniformisé à l'Agence de protection de l'environnement américaine a été utilisé pour cette étude (USEPA, 1983).

Les souches TA 98 et TA 100 de S. typhimurium ont été utilisées pour les essais sans S-9 (extrait microsomial de foie de rat) et avec S-9 à des concentrations de 4% et 20% (v/v). Les contrôles positifs utilisés furent le benzo(a)pyrène pour les essais avec S-9 et le 2-nitrofluorène sans S-9.



Le pH des échantillons de LiNH, de LiCa et de CaCl a été ajusté à  $7,0 \pm 0,5$  avec du NaOH ou du HCl. Les échantillons ont également été dilués dans le DMSO avant d'effectuer les essais afin d'éliminer toute action toxique sur les bactéries du test.

Les échantillons démontrant un potentiel génotoxique ont été vérifiés à deux reprises. Un échantillon était considéré génotoxique s'il y avait entre 20 et 100 colonies révertantes (i.e. présentant un potentiel génotoxique) de plus que le nombre de colonies révertantes spontanées. L'échantillon était considéré négatif (n.d.) si le nombre de colonies révertantes soustrait du nombre de colonies révertantes spontanées était inférieur à 20 colonies (écart non significatif).

L'expression de la génotoxicité pour l'ensemble des biotests est présentée en unités génotoxiques (UgT.) correspondant au facteur de dilution nécessaire pour ne plus observer de génotoxicité.

### 3,2,4 POTENTIEL DE DE DÉGRADATION

L'étude du potentiel de dégradation des substances abat-poussière vise à obtenir une évaluation relative de leur stabilité dans l'environnement. Les différents aspects étudiés sont les suivants:

- Dégradation préliminaire (par vieillissement ou traitement de l'échantillon);
- Potentiel de photodégradation;
- Potentiel de biodégradation en milieu aqueux;
- Potentiel de biodégradation par la microflore des sols.

La complexité de la composition des différents abat-poussière fait en sorte que le suivi spécifique des composantes organiques potentiellement dégradables, entraînerait un nombre d'analyses ainsi que des coûts hors de proportion. Nous avons donc abordé la dégradation par des méthodes d'évaluation indirectes qui consistent en l'utilisation de paramètres intégrateurs. Ces paramètres et leur signification dans le présent contexte sont les suivants:

- La **toxicité** (Test Microtox), évalue la potentiel de réduction de la toxicité relative des produits. De même, la réduction de la toxicité est utilisée comme un indicateur de la formation de composés intermédiaires et de l'élimination des formes toxiques (MATTHEWS, 1987); elle peut être à cet effet, interprétée comme un précurseur de la dégradation;
- La **demande chimique en oxygène** (DCO), évalue le potentiel de transformation des composantes organiques oxydables au dichromate;

· Le carbone organique dissous (COD) évalue le potentiel de dégradation totale ( $\text{CO}_2$  produit).

Chacun des protocoles de dégradation a été parallèlement validé avec l'aniline comme substance de référence. Les protocoles détaillés sont présentés à l'annexe W.

Il faut préciser que les protocoles utilisés à cet effet sont expérimentaux. En conséquence, les résultats doivent être considérés comme des données indicatives.

L'approche globale de l'étude du potentiel de dégradation est présentée de façon schématique à la figure 3,1.

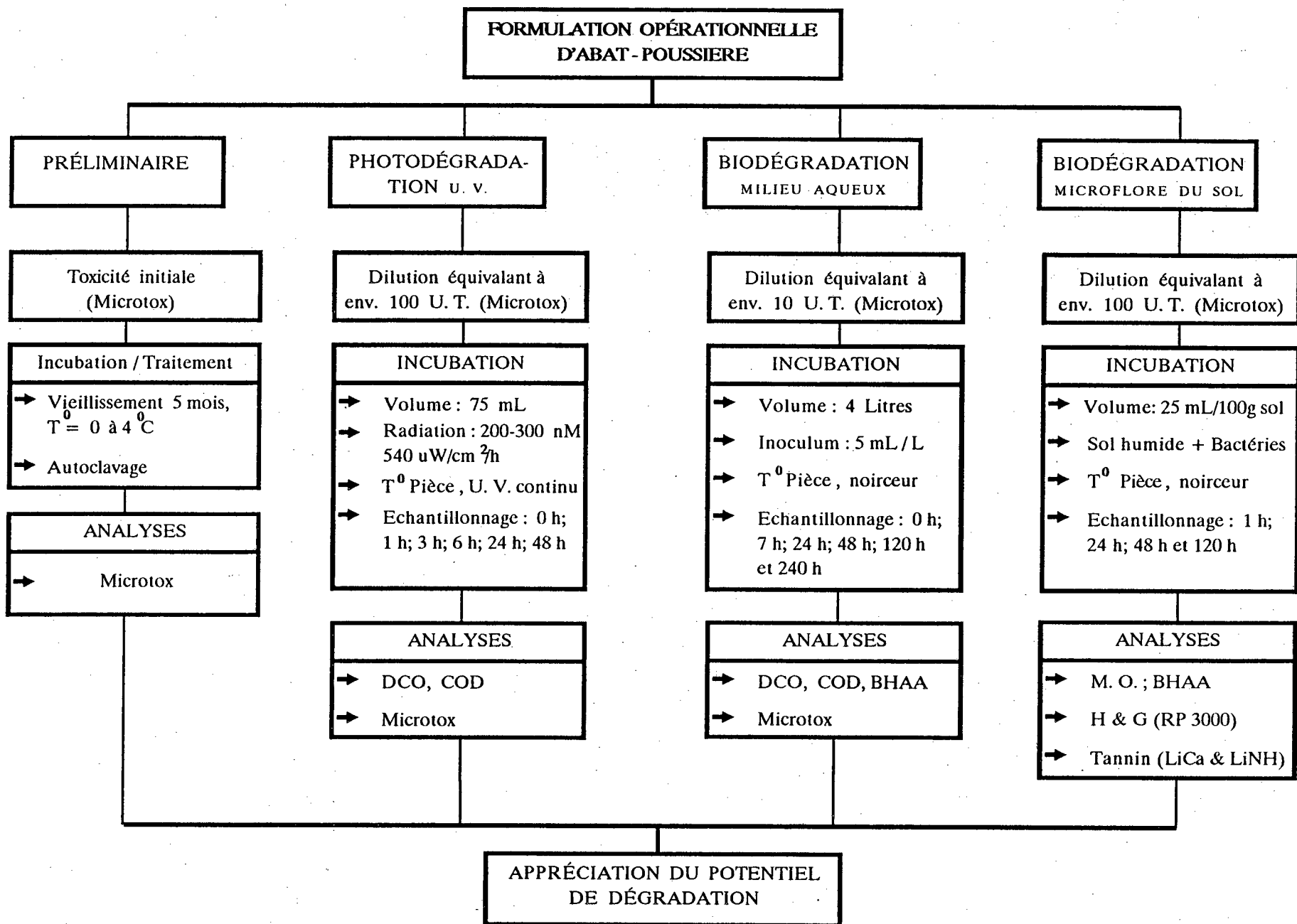


Figure 3,1. Démarche expérimentale adoptée pour l'évaluation du potentiel de dégradation des abat - poussière.

### Dégradation préliminaire

Les variations de la toxicité des abat-poussière ont été vérifiées en fonction des traitements suivants:

- » avant et après vieillissement de 5 mois, à 4°C et à la noirceur;
- » avant et après autoclavage (121°C, 30 min, 19 lbs/po<sup>2</sup>)

### Photodégradation

Le protocole de l'OCDE (protocole C101/79/JAP, OCDE, 1979) a servi d'élément de base pour le présent protocole. Plusieurs modifications ont été apportées.

Les principales étapes du protocole sont les suivantes:

- La toxicité des échantillons d'abat-poussière est ajustée à environ 100 U.T. dans l'eau déminéralisée à l'aide du test Microtox.
- Les préparations suivantes sont réalisées simultanément dans des tubes de quartz:
  - A - Abat-poussière à 100 U.T. + UV
  - B - Abat-poussière à 100 U.T. + UV
  - C - Eau + UV
  - D - Abat-poussière à 100 U.T. (noirceur)
- Les échantillons sont placés dans une chambre d'irradiation à l'UV (env. 540  $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$  à 200-300nm), opaque et à température contrôlée (23°C  $\pm$  2°C) pendant 48 heures.
- Les prélèvements sont effectués aux temps 0h, 1h, 3h, 6h, 24h, 48h. Des mesures de DCO, de COD, de toxicité (Microtox) sont effectuées aux différents temps.

### Biodégradation en milieu liquide

Le protocole utilisé pour la biodégradation en milieu liquide est inspiré des protocoles de dégradation proposés par l'OCDE (méthodes C103/79 et C125/79/NL, OCDE 1979a et b). Des modifications ont été apportées afin de tenir compte de la complexité des échantillons. Il s'applique aux substances liquides susceptibles d'être biodégradées en milieu aquatique et les principales étapes sont les suivantes:

- Un réactif bactérien activé du même type que le réactif utilisé pour les mesures de  $DBO_5$ , est préparé dans une eau synthétique;
- La toxicité de l'échantillon est ajustée à environ 10 U.T. avec l'eau synthétique comme eau de dilution;
- L'échantillon estensemencé avec 5 mL de réactif bactérien par litre.
- Les quatre préparations suivantes sont réalisées simultanément:
  - A - Abat-poussière à 10 U.T. + bactéries
  - B - Abat-poussière à 10 U.T. + bactéries
  - C - Eau de dilution + bactéries
  - D - Abat-poussière à 10 U.T.
- Les préparations sont incubées à la noirceur et aérées pendant 10 jours et des prélèvements sont effectués aux temps 0h, 8h, 24h, 48h, 120h et 240h pour analyses de DCO, de COD, de toxicité (Microtox) et de BHAA.

#### Biodégradation par la microflore des sols

Le protocole élaboré pour la biodégradation par la microflore des sols est inspiré de la méthode 304A proposée par l'OCDE (1983).

Les principales étapes sont les suivantes:

- Un sol représentatif est d'abord préparé, humidifié à environ 40% puis stabilisé à  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et à la noirceur pendant au moins deux semaines;
- La toxicité de l'échantillon est ajustée à environ 100 U.T. à l'aide du test Microtox;
- Les préparations suivantes sont réalisées simultanément:
  - A - Abat-poussière à 100 U.T. + 50 g de sol stabilisé
  - B - Abat-poussière à 100 U.T. + 50 g de sol stabilisé
  - C - Eau distillée + 50 g de sol stabilisé
  - D - Abat-poussière à 100 U.T.
- Les différentes préparations sont incubées pendant cinq jours à la noirceur, en conditions contrôlées ( $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , pH  $6,8 \pm 0,2$ , 60% d'humidité). Des prélèvements d'échantillons de sol pour analyses sont effectués aux temps 1h, 24h, 48h et 120h.

Des mesures de matières organiques, de BHAA ainsi que de tanin & lignine ou d'huiles & graisses sont choisies selon les différentes formulations d'abat-poussière. Il faut mentionner que les propriétés des produits abat-poussière, qui sont conçus spécifiquement pour adhérer au sol, ont entraîné des difficultés analytiques ainsi que des problèmes d'application du protocole. Les paramètres choisis se sont avérés difficilement applicables; la toxicité n'était pas détectée dans les lixiviats de sol (une concentration excessive de départ aurait été nécessaire, ce qui aurait inhibé les populations bactériennes susceptibles de procéder à la dégradation); le paramètre matière organique présentait un bruit de fond excessif; les tanins et lignines ont également présenté un bruit de fond important; par contre la mesure des huiles et graisses s'est avérée adéquate. En conséquence, les données exploratoires recueillies à l'aide de ce protocole n'ont pas été retenues pour l'évaluation générale du potentiel de dégradation des produits abat-poussière mais seront discutées dans les cas pertinents.

#### Expression des résultats

Les taux de dégradation et de transformation (COD et DCO) ainsi que la réduction de la toxicité (Microtox) ont été calculés par rapport au temps zéro pour les protocoles de photodégradation et de biodégradation en milieu liquide. Ces résultats sont présentés sous forme de figures.

Les données négatives illustrent la variabilité reliée aux échantillons et aux méthodes d'analyses.

Le calcul se fait comme suit:

$$\% \text{ de dégradation: } \frac{(Co - Cox) - (Ct - Ctx)}{(Co - Cox)} \times 100$$

Co: COD, DCO ou toxicité dans les groupes tests (A et B) au temps 0.

Cox: COD, DCO ou toxicité dans le groupe témoin (C) au temps 0.

Ct: COD, DCO ou toxicité dans les groupes tests (A et B) au temps x.

Ctx: COD, DCO ou toxicité dans le groupe témoin (C) au temps x.

La signification des résultats pour les groupes témoins D menés parallèlement sera discutée plus loin.

### 3,2,5 PARAMETRES INDICATEURS

La mise au point des paramètres indicateurs vise à identifier les paramètres majeurs, spécifiques à chaque produit, compte tenu de leur composition et du potentiel de pression sur l'environnement immédiat.

Pour chaque produit, le choix des paramètres indicateurs a été basé selon la fiche technique, les données antérieures et les données préliminaires disponibles. Certains paramètres ont été choisis parce qu'ils constituent des traceurs spécifiques au produit tandis que d'autres paramètres sont des intégrateurs de pression potentielle sur le milieu récepteur.

Les paramètres indicateurs suivants ont été retenus:

<u>JUSTIFICATION</u>	<u>PARAMETRE</u>	
■ CaCl	Chlorures	Traceur
	Calcium	Traceur
	DBO <sub>5</sub>	Pression
	Toxicité (daphnie)	Pression
■ LiCa	Calcium	Traceur
	Tannins et lignines	Traceur
	COD	Pression
	DBO <sub>5</sub>	Pression
	BHAA, 20°C	Pression
	Toxicité (microtox)	Pression
■ LiNH	Azote	Traceur
	Tannins et lignines	Traceur
	COD	Pression
	DBO <sub>5</sub>	Pression
	BHAA, 20°C	Pression
	Toxicité (microtox)	Pression
■ E.Bit	Huiles et graisses (minérales et totales)	Traceur
	COD	Traceur
	DBO <sub>5</sub>	Pression
	BHAA, 20°C	Pression
	Toxicité (daphnie)	Pression

L'ensemble des paramètres ont fait l'objet d'une uniformisation et d'une validation méthodologique entre les laboratoires concernés dans cette étude, afin d'assurer un contrôle analytique rigoureux tant pour la caractérisation que pour les échantillons prélevés le long des tronçons expérimentaux.





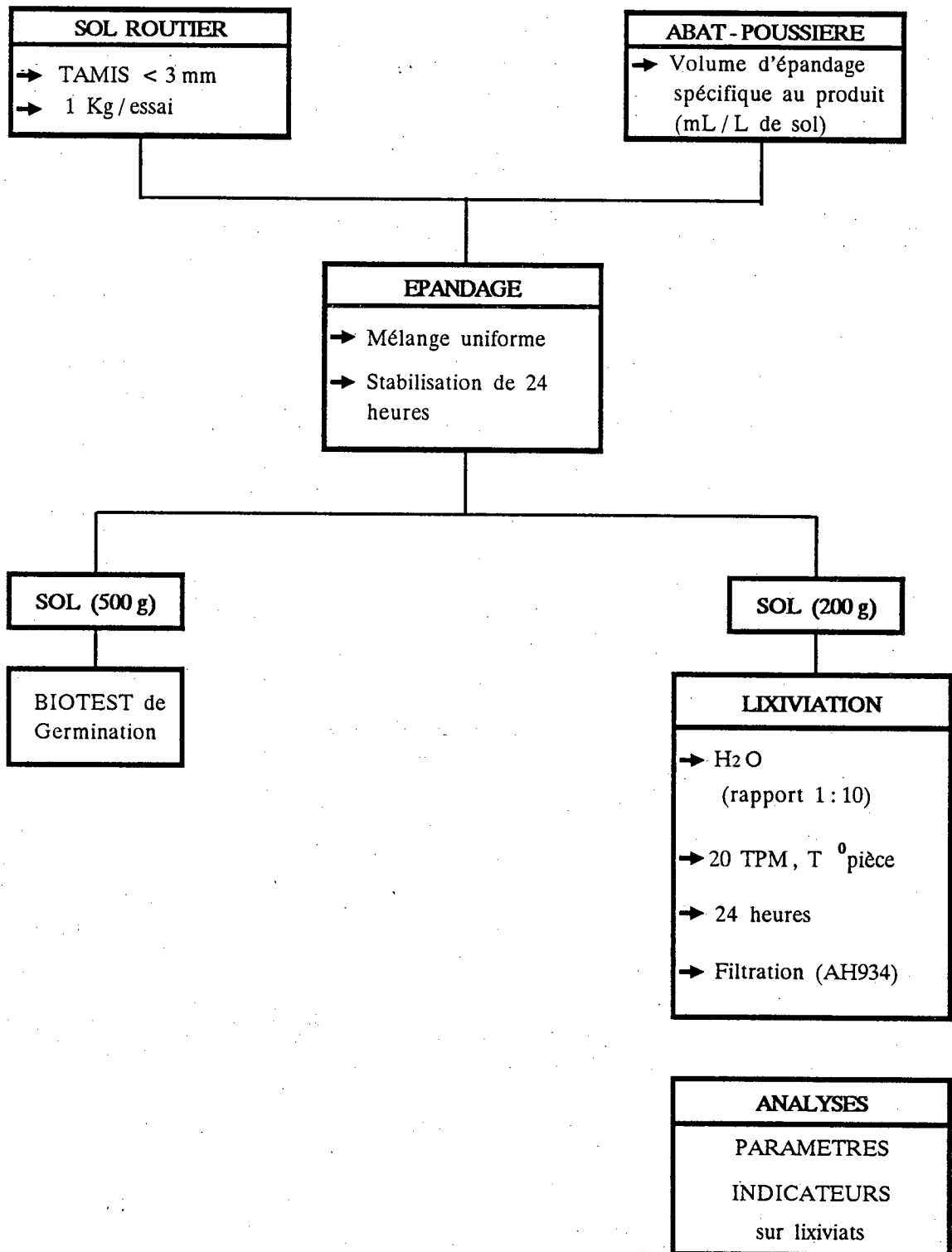


Figure 3, 2. Démarche expérimentale retenue pour les essais de lixiviation des abat-poussière.

Tableau 3, 2. Caractérisation des trois types de sol routier utilisés pour le suivi des paramètres indicateurs (essais en laboratoire).

Paramètre	Unité	LIXIVIAT		
		SOL 1	SOL 2	SOL 3
<b><u>Chimique</u></b>				
Azote ammoniacal	mg / L	0,02	0,02	0,06
total	mg / L	< 0,2	< 0,2	1,4
Calcium	mg / L	12	12	14
Chlorures	mg / L	< 1	< 1	82
COD	mg / L	1,4	1,6	36
DBO <sub>5</sub>	mg / L	0,9	1,4	3,0
DCO	mg / L	2,6	5,0	87
Huiles et graisses totales	mg / L	< 1	< 1	< 1
minérales	mg / L	< 1	< 1	< 1
Tannins & lignines	mg / L	0,3	0,2	3,0
<b><u>Biologique</u></b>				
BHAA, 20 C	UFC / mL	15	31	91 000
Microtox (CI <sub>50</sub> - 5 min)	U. T.	n. d.	n. d.	n. d.
Daphnies (CI <sub>50</sub> - 24 h.)	U. T.	n. d.	n. d.	n. d.
<b>GERMINATION (Sol + H<sub>2</sub>O)</b>		<b>SOL 1</b>	<b>SOL 2</b>	<b>SOL 3</b>
Orge	% inh.	n. d.	n. d.	n. d.
Cresson	% inh.	n. d.	n. d.	n. d.

de ces substrats. Les résultats analytiques présentés au tableau 2 permettent de constater qu'il n'y a pas d'interférence excessive des paramètres indicateurs dans les sols utilisés.

Enfin, l'estimation de la lixiviation relative des paramètres indicateurs est exprimée en fraction lixiviée (%) à partir des relations suivantes:

$$P.IND._{att} = (P.IND._{prod} / F._{dil}) - P.IND._{sol}$$

où,  $P.IND._{att}$  Conc. du paramètre indicateur attendu dans le lixiviat, si lixiviation totale;

$P.IND._{prod}$  Conc. du paramètre indicateur dans la formulation;

$F._{dil}$  Facteur de dilution, déterminé par le rapport du produit dans le sol et le rapport du mélange sol abat-poussière lors de la lixiviation;

$P.IND._{sol}$  Conc. du paramètre indicateur dans le lixiviat du sol seul;

et,

$$FRACTION LIXIVIÉE (\%) = (P.IND._{obt} / P.IND._{att}) * 100$$

### 3.3 RÉSULTATS

#### 3.3.1 CHLORURE DE CALCIUM

##### a) Contexte

Selon la brochure technique de la compagnie (Produits chimiques General du Canada Ltée), le chlorure de calcium se présente sous forme granulaire à 77% ou en solution de 35%.

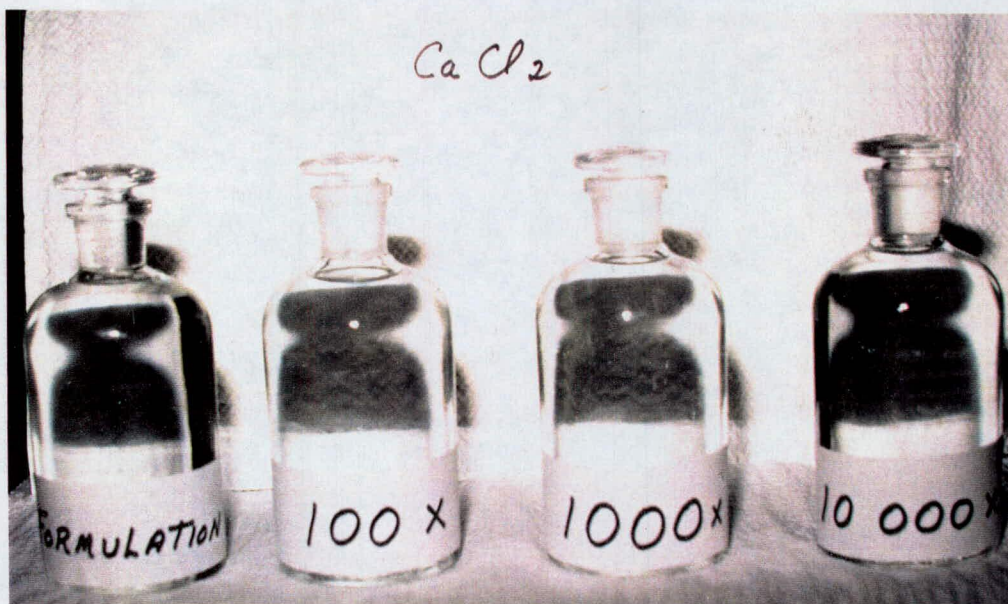
L'utilisation du  $\text{CaCl}_2$  comme abat-poussière est relativement répandue en Amérique du Nord. On retrouve cependant peu d'études environnementales axées sur la caractérisation de ce produit. Une étude récente conclut que la composition chimique de ce produit à l'exception des composés majeurs ( $\text{Ca}^{+2}$  et  $\text{Cl}^{-}$ ) est conforme aux concentrations de la cédule 4 du règlement 309 ontarien relatif aux critères de qualité des lixiviats, bien que les limites de détection de certains métaux aient été relativement élevées. Ce produit s'avère cependant extrêmement soluble, ce qui pourrait favoriser une mobilité environnementale du Ca, Mg, Na, K, et du Cl, et possiblement du  $\text{SO}_4$  (ACRES, 1988).

Il n'y a pas d'étude à proprement dit sur la toxicité de la formulation opérationnelle du  $\text{CaCl}_2$ . La fiche analytique du  $\text{CaCl}_2$  pur indique cependant une toxicité aiguë d'environ 2 200 mg/L vis-à-vis la daphnie (IRCHA, 1981).

##### b) Observations préliminaires

En formulation opérationnelle, le CaCl présente une couleur transparente, sans précipité ni matière en suspension apparente. Le CaCl ne produit aucune odeur particulière. Cependant ce produit apparaît relativement visqueux.

Visuellement, le mélange du produit à l'eau ne révèle rien de particulier, tel que montré sur la photo suivante:



### c) Résultats et Tendances

Les données relatives à la caractérisation du CaCl sont présentées dans les Tableaux 3,3, 3,4 et 3,5 .

Les résultats analytiques sont relativement similaires d'un sous-échantillon à l'autre.

Tel qu'attendu, les teneurs en calcium et en chlorures sont très élevées induisant un pH alcalin de l'ordre de 8,70. Les solides totaux (> 55%), correspondent aux solides récupérés après dessiccation à 130°C. Dans le cas présent, il s'agit majoritairement de chlorure de calcium. Le sodium ( $\geq 2800$  mg/L), le potassium (150 mg/L) et le magnésium (30 mg/L) sont également en fortes concentrations. Certains composés phénoliques sont détectés, mais demeurent à des concentrations inférieures aux exigences normatives. Un seul contaminant (phénol) a été détecté, lequel figure dans la liste du MISA sur les contaminants prioritaires. Cette formulation est miscible dans l'eau à 100%.

Les tests biologiques révèlent que ce produit est toxique aux organismes aquatiques, avec un maximum de 220 à 240 unités toxiques pour la daphnie. Au niveau terrestre, le test de germination montre une toxicité significative ( $\geq 12$  U.T.) aux proportions utilisées, soit 40 mL/200 g de sol. La toxicité s'est également avérée significative ( $\geq 25$  UT) pour les vers de terre qui présentaient un état de dessèchement avancé. Enfin, les tests de génotoxicité se sont révélés non-détectables (n.d.) pour l'analyse de 1%,v/v de l'échantillon.

Tableau 3, 3. Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de CaCl.

Paramètre	Unité	1	2	3
pH		8,70	8,70	8,70
Solides totaux	%	55,3	55,2	55,6
totaux volatils	%	8,0	8,1	8,1
Miscibilité	%	100	100	100
Arsenic	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmium	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Calcium	%	16,4	17,0	17,0
Chrome	mg/L	< 1	< 1	< 1
Cuivre	mg/L	< 1	< 1	< 1
Fer	mg/L	< 5	< 5	< 5
Magnésium	mg/L	30	30	30
Manganèse	mg/L	< 5	< 5	< 5
Mercure	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Potassium	mg/L	150	150	150
Nickel	mg/L	< 1	< 1	< 1
Plomb	mg/L	< 1	< 1	< 1
Sélénium	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sodium	mg/L	2 800	2 900	3 000
Zinc	mg/L	< 1	< 1	< 1
Chlorures	%	34,2	32,8	32,5
Cyanures oxydables	mg/L	0,03	0,03	0,22
totaux	mg/L	n. a.	n. a.	n. a.
Fluorures totaux	mg/L	< 10	< 10	< 10
Sulfures totaux	mg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Azote ammoniacal	mg/L N	< 10	45	50
total (Kjeldahl)	mg/L N	50	70	50
Phosphore total	mg/L P	< 10	< 10	< 10

n. a. = non - applicable



Tableau 3, 4a. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de CaCl.

Paramètre	Unité	1	2	3
DBO 5	mg/L O	< 50	< 50	< 50
DCO	mg/L O	n. a.	n. a.	n. a.
Huiles & graisses minérales	mg/L	< 2	< 2	< 2
Huiles & graisses totales	mg/L	< 2	< 2	< 2
Tannins & lignines	mg/L	n. a.	n. a.	n. a.
Acides gras *	Total	ug/L	n. d.	n. d.
Acides résiniques *	Total	ug/L	n. d.	n. d.
BPC				
1242	ug/L	< 0,3	< 0,3	< 0,3
1254	ug/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1260	ug/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Composés phénoliques *				
Phénol	ug/L	3,1	2,2	2,1
2 - méthylphénol	ug/L	0,7	0,6	0,3
4 - méthylphénol	ug/L	2,4	1,9	1,5

n. d. = non détecté

n. a. = non applicable

\* Résultats des analyses spécifiques présentées en annexe

Tableau 3, 4b. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de CaCl.

Paramètre	Unité	1	2	3
Dioxines et furannes *	ng / L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures halogénés totaux *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures monocycliques aromatiques *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures polycycliques aromatiques *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

\* Résultats des analyses spécifiques présentés en annexe



Tableau 3, 5. Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de CaCl.

Paramètre	Unité	1	2	3
<b><u>Microbiologiques</u></b>				
BHAA, 20° C	UFC/mL	< 1	< 1	< 1
<b><u>Toxicité aiguë</u></b>				
<b>Aquatique</b>				
Microtox ( CI50 - 5 min. )	U.T.	27	25	23
Daphnies ( CI50 - 24 h. )	U.T.	220 (190-260)	240 (210-260)	230 (210-260)
Poissons ( CL50 - 96 h. )	U.T.	179-238	133-238	133
<b>Terrestre</b>				
Germination(CI50 - 168 h.)				
Orge	U.T.	16	12	14
Cresson	U.T.	23	15 - 20	23
Vers de terre (CL50 - 14 j.)	U.T.	31 - 42	25 - 31	25 - 31
<b><u>Toxicité chronique</u></b>				
Algues ( CI50 - 192 h. )	U.T.	180	190	220
<b><u>Génotoxicité</u></b>				
Ames TA 98 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (20%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
TA 100 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (20%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

Les essais de dégradation préliminaires ont montré que la formulation de CaCl présente une diminution de la toxicité de 27 à 18 U.T. (Microtox) après cinq mois d'entreposage en conditions contrôlées (0-4°C, noirceur). La formation d'un précipité au cours de l'expérimentation en est possiblement la cause. Par contre, le traitement par autoclavage n'entraîne aucune modification particulière de la toxicité.

Lors des essais de photodégradation (Figure 3,3) aucune diminution de la toxicité n'a été observée.

L'étude de la dégradation en milieu liquide démontre tel qu'attendu qu'il n'y a pas de diminution importante de la toxicité après une incubation en présence de "seed" bactérien. Cependant, une légère diminution est observée particulièrement après 120 heures, laquelle peut s'expliquer également par la formation d'un précipité (observation visuelle).

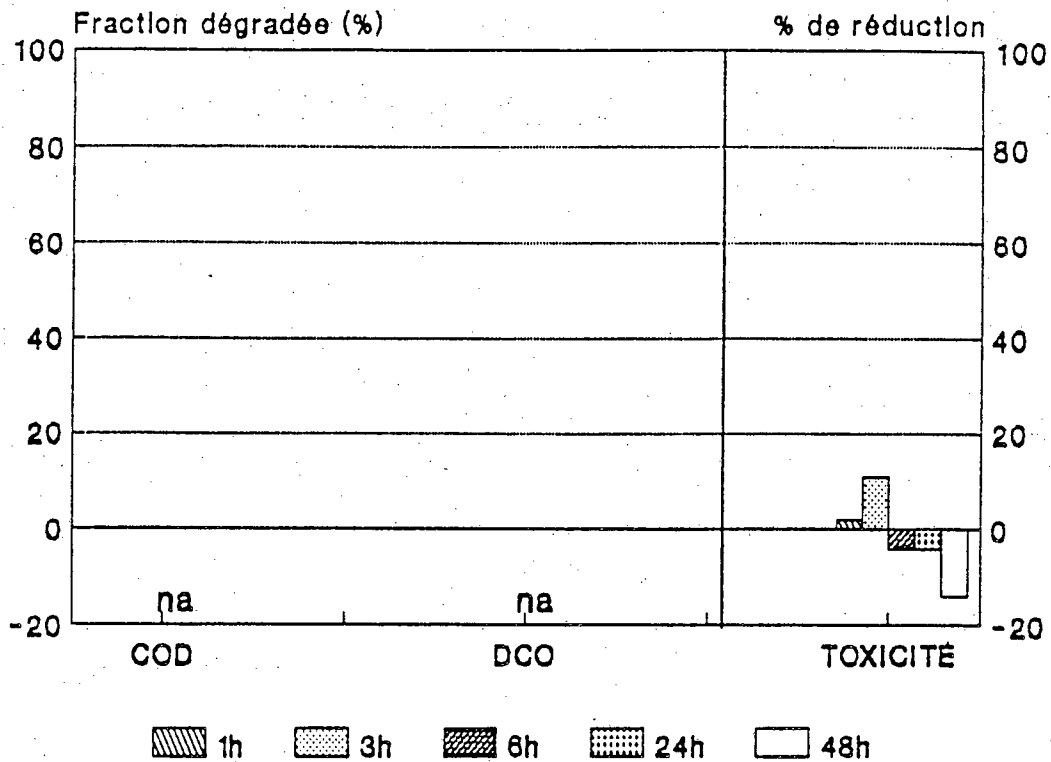
Le suivi des analyses des BHAA aux temps 0, 5 et 10 jours démontre que les fortes concentrations en électrolytes ont inhibé le développement bactérien.

Les paramètres de COD et DCO ont été non applicables compte tenu des concentrations excessives en chlorure de calcium qui ont entraîné des problèmes analytiques.

Les essais de lixiviation réalisés à la suite de l'épandage expérimental du CaCl en laboratoire démontrent que les composés majeurs migrent dans le lixiviat de façon significative (Tableau 3,6, figure 3,4). Ce dernier présente d'ailleurs une faible toxicité pour la daphnie. Aux taux d'application du CaCl sur les sols (110mL/m<sup>2</sup>), les proportions lixiviées de calcium (> 90%) et de chlorures (> 80%) sont très élevées. Nous observons également que le COD et la DBO<sub>5</sub> diminuent par rapport au sol témoin, ceci probablement dû à une minéralisation des sols par le CaCl.

La proportion lixiviée de la toxicité est supérieure à 50%, malgré la faible toxicité détectée (env. 1,0 U.T.). Le mélange sol-CaCl inhibe cependant le potentiel de germination de l'orge et du cresson.

### CaCl-UV



### CaCl-MILIEU LIQUIDE

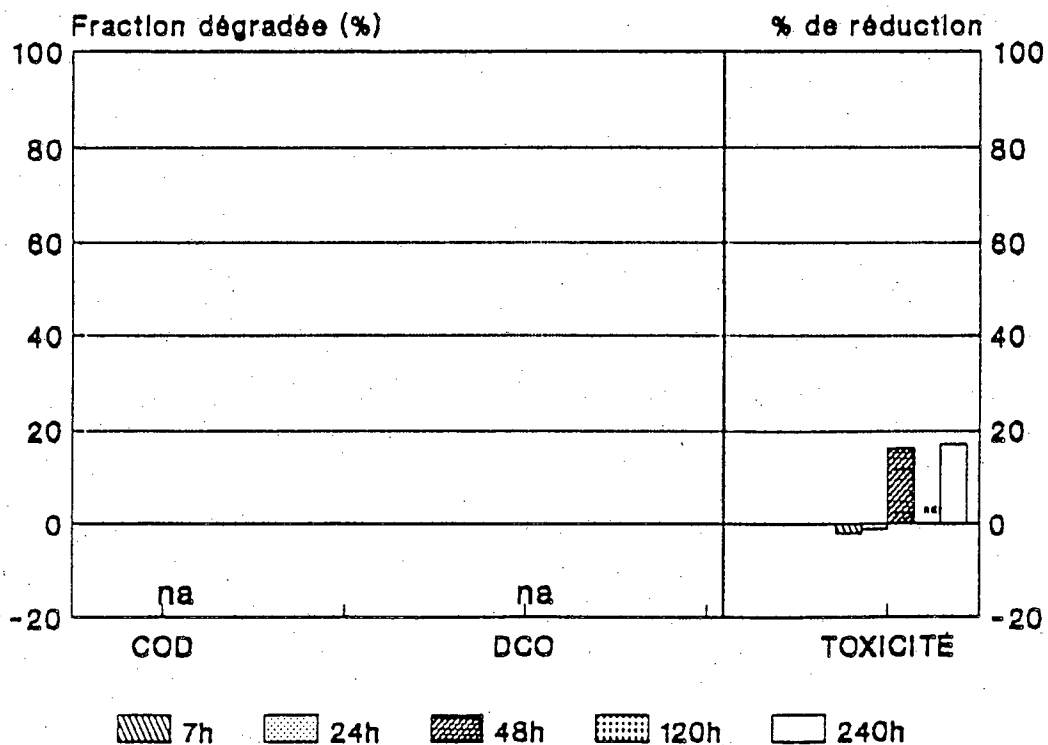
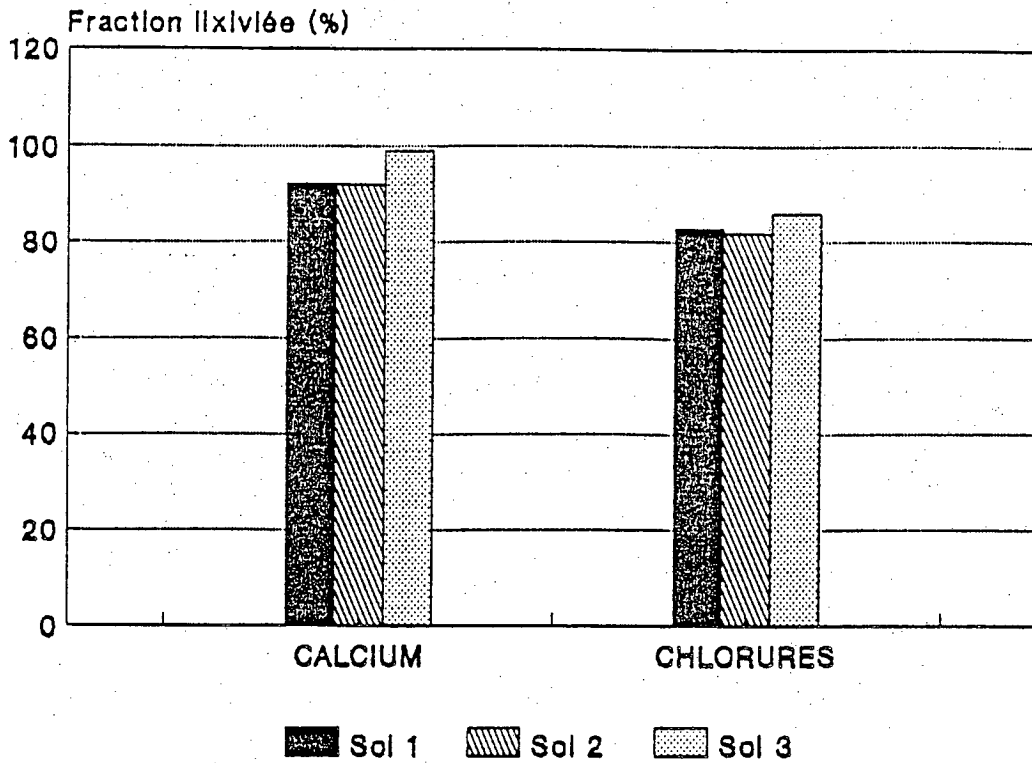


Figure 3,3: Suivi de la photodégradation et de la biodégradation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de CaCl

Tableau 3, 6. Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle de CaCl sur trois types de sol routier (Essais en laboratoire)

Paramètre	Unité	Formulation	LIXIVIAT		
			SOL 1	SOL 2	SOL 3
<b><u>Chimique</u></b>					
Calcium	mg/L	164 000	950	1 040	1 120
Chlorures	mg/L	342 000	1 810	1 950	2 140
COD	mg/L	—	0,4	0,8	10,1
DBOs	mg/LO	< 50	0,9	1,3	2,6
<b><u>Biologique</u></b>					
Daphnies (CIs0 - 24 h.)	U. T.	220	1,0	0,83	0,91
GERMINATION (Sol + CaCl <sub>2</sub> )			SOL 1	SOL 2	SOL 3
Orge	% inh.		100	100	100
Cresson	% inh.		100	100	100

### CaCl-Traceurs



### CaCl-Pression

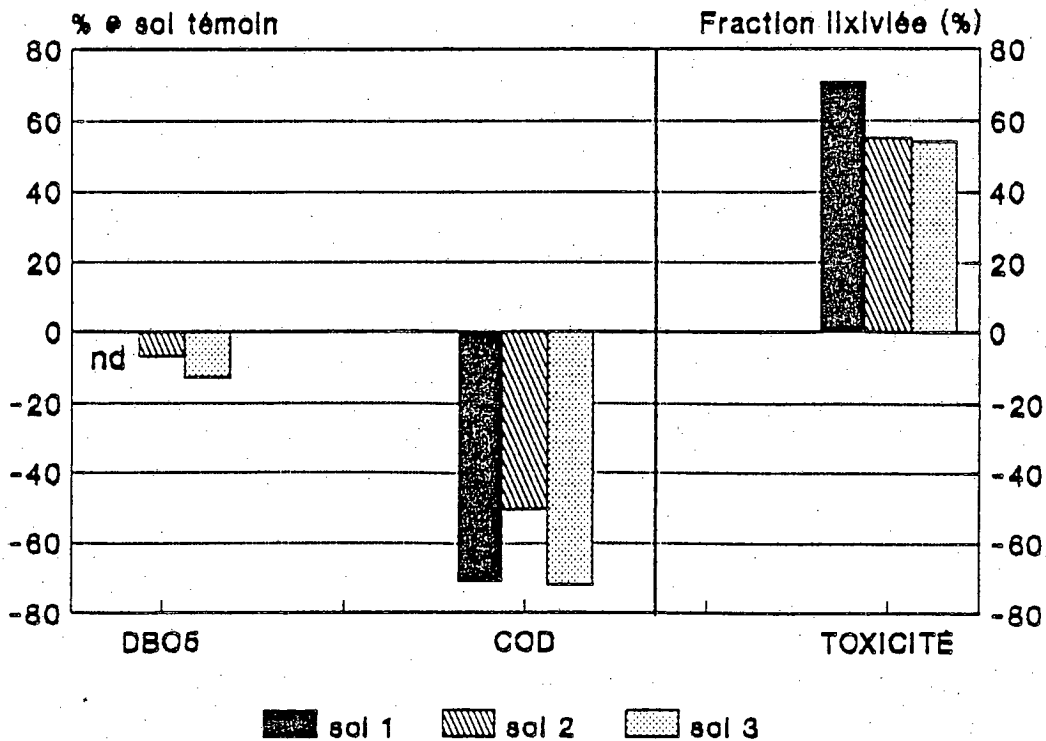


Figure 3,4: Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de CaCl en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)

Ainsi, la caractérisation de la formulation opérationnelle du CaCl soutient que ce produit est conforme aux exigences normatives du RDD. Ce produit cause cependant une toxicité significative au niveau aquatique et terrestre et la très grande mobilité des éléments majeurs permet de détecter une toxicité dans les eaux de lixiviation. En terme de pression, l'application de CaCl aurait pour effet de réduire les teneurs en COD et en DB05. Il possède également un effet phytotoxique, probablement à cause de ses propriétés hygroscopiques. Aux conditions expérimentales utilisées, le CaCl ne présente pas un potentiel de dégradation significatif par l'UV ou en milieu liquide.

Il apparaît donc que ce produit doit être considéré persistant dans l'environnement, compte tenu de son potentiel de mobilité et de sa dégradation non-significative.

### 3,3,2 LIGNOSULFONATE DE CALCIUM

#### a) Contexte

Environ 80 000 tonnes de lignosulfonates sont appliquées annuellement sur les routes de l'Amérique du Nord (MAZUCH, 1989). On retrouve généralement quatre types de lignosulfonates selon la base qui leur est associée (calcium, ammonium, magnésium, sodium). La plupart des études portant sur ces produits ne font pas cette distinction.

Une étude effectuée afin de déterminer les effets sur l'environnement des lignosulfonates (NORMAN, 1984) n'a détecté aucun effet mesurable et ce, même après une pluie abondante. Une autre étude menée en 1988 par la compagnie Reed Lignin a démontré que les minéraux toxiques détectés respectaient les limites de toxicité de l'Agence de protection de l'environnement (EPA) et que les dioxines n'étaient pas présentes dans les échantillons analysés.

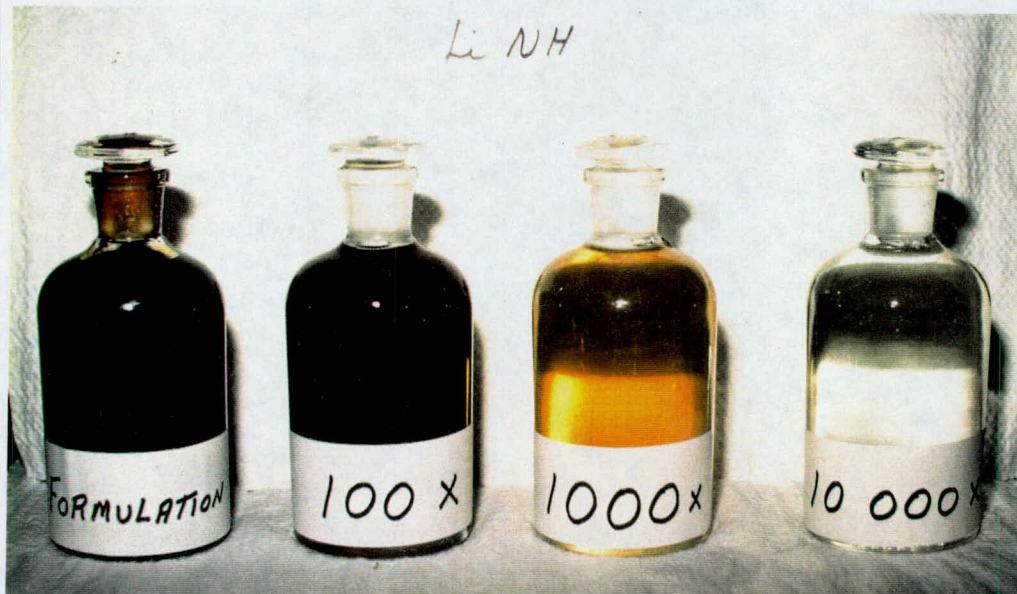
La seule étude visant à déterminer la toxicité des lignosulfonates selon la base associée est celle de Wong (1982). La CL<sub>50</sub> (96 heures) de ce produit est de 2 200 mg/L pour les alevins de la truite arc-en-ciel (Salmo gairdneri).

#### b) Observations préliminaires

En formulation opérationnelle, le LiCa présente une coloration brun foncé, sans matière en suspension apparente. Ce produit demeure relativement liquide, bien qu'il soit adsorbable sur parois de plastique et de verre. Le LiCa dégage un odeur soufrée, typique d'un effluent de pâtes et papiers.



Le mélange du produit à l'eau exige une dilution d'au moins 10 000 fois pour atténuer la visibilité de la couleur tel que présenté dans la photo suivante:



### c) Résultats et Tendances

Les résultats obtenus pour la caractérisation de la formulation opérationnelle de LiCa sont présentés dans les tableaux 3,7, 3,8 et 3,9.

Les trois sous-échantillons ont présenté des résultats similaires.

Ce produit est caractérisé par un pH acide d'environ 4,90. Les teneurs en tanin et lignine se situent entre 5,3% et 5,5% et le calcium, à environ 2,0%. Les solides totaux (près de 40%,v/v) sont composés principalement de volatile (i.e. solides évaporés après calcination à 500 °C). Certains métaux comme le fer (120 mg/L), le magnésium ( $\geq 240$  mg/L), le manganèse ( $\geq 95$  mg/L), le potassium (entre 110 et 220 mg/L) et le sodium ( $\geq 700$  mg/L) se retrouvent en concentrations relativement importantes. Le zinc, bien qu'inférieur aux normes, est présent dans la formulation de LiCa. Les teneurs en azote ( $\geq 260$  mg/L) et en phosphore (entre 40 et 80 mg/L) sont relativement élevées. La miscibilité de ce produit est de 100%

La charge organique du LiCa est excessive comme l'indiquent les teneurs en  $DBO_5$  ( $\geq 104\ 000$  mg/L) et la DCO ( $\geq 535\ 000$  mg/L) et est principalement attribuable aux tannins et lignines. Les acides gras ( $\geq 2,7$  mg/L) et résiniques ( $\geq 47$  mg/L) sont également très élevés. Six contaminants (acide abiétique, déhydroabiétique, isopimarique, néoabiétique, oléique; Zn) figurant dans la liste du MISA sur la liste des contaminants prioritaires ont été détectés.

Tableau 3, 7. Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de LiCa.

Paramètre	Unité	1	2	3
pH		4,86	4,90	4,91
Solides totaux	%	42,0	42,4	43,0
totaux volatils	%	36,3	36,9	37,4
Miscibilité	%	100	100	100
Arsenic	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmium	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Calcium	%	2,0	2,0	
Chrome	mg/L	< 1	< 1	< 1
Cuivre	mg/L	< 1	< 1	< 1
Fer	mg/L	120	120	120
Magnésium	mg/L	250	250	240
Manganèse	mg/L	95	95	100
Mercure	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Potassium	mg/L	220	160	110
Nickel	mg/L	< 1	< 1	< 1
Plomb	mg/L	< 1	< 1	< 1
Sélénium	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sodium	mg/L	800	800	700
Zinc	mg/L	7	7	8
Chlorures	mg/L	630	700	500
Cyanures oxydables	mg/L	0,02	0,02	0,02
totaux	mg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fluorures totaux	mg/L	< 10	< 10	< 10
Sulfures totaux	mg/L	0,06	0,06	0,04
Azote ammoniacal	mg/L N	< 10	< 10	< 10
total (Kjeldahl)	mg/L N	260	270	265
Phosphore total	mg/L P	80	70	40



Tableau 3, 8a. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de LiCa.

Paramètre	Unité	1	2	3	
DBO 5	mg / L O	110 000	108 000	104 000	
DCO	mg / L O	560 000	555 000	535 000	
Huiles & graisses minérales	mg / L	< 4	< 4	< 4	
Huiles & graisses totales	mg / L	200	200	200	
Tannins & lignines	% (p/v)	5,3	5,3	5,5	
Acides gras *	Total	ug / L	4 040	2 720	3 400
Palmitique		ug / L	1 300	1 420	1 140
Linoléique		ug / L	1 160	n. d.	1 140
Oléique		ug / L	1 340	1 120	960
Stéarique		ug / L	240	180	160
Acides résiniques *	Total	ug / L	47 560	47 060	53 620
Sandaricopimarique		ug / L	1 940	2 080	2 080
Isopimarique		ug / L	2 240	2 320	2 400
Palustrique		ug / L	n. d.	n. d.	280
Déhydroabiétique		ug / L	23 400	24 400	26 600
Abiétique		ug / L	19 440	18 260	21 800
Néoabiétique		ug / L	280	n. d.	460
Dichlorodéhydroabiétique		ug / L	260	n. d.	n. d.
BPC					
1242	ug / L	< 0,4	< 0,3	< 0,3	
1254	ug / L	< 0,3	< 0,3	< 0,3	
1260	ug / L	< 0,2	< 0,3	< 0,4	
Composés phénoliques *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.	

n. d. = non détecté

\* Résultats des analyses spécifiques présentés en annexe

Tableau 3, 8b. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de LiCa.

Paramètre	Unité	1	2	3
Dioxines et furannes *	ng / L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures halogénés totaux *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures monocycliques aromatiques *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures polycycliques aromatiques *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

\* Résultats des analyses spécifiques présentés en annexe

Tableau 3,9. Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de LiCa.

Paramètre	Unité	1	2	3
<b><u>Microbiologiques</u></b>				
BHAA, 20° C	UFC/mL	5	1	6
<b><u>Toxicité aiguë</u></b>				
<b>Aquatique</b>				
Microtox ( CI50 - 5 min. )	U.T.	640 (530-810)	870 (750-1 000)	760 (600-1 000)
Daphnies ( CI50 - 24 h. )	U.T.	100 (83-110)	170 (150-200)	190 (160-220)
Poissons ( CL50 - 96 h. )	U.T.	100-180	100-180	180
<b>Terrestre</b>				
Germination(CI50 - 168 h.)				
Orge	U.T.	3,2	3,3	2,9
Cresson	U.T.	11,0	10,0	11,0
Vers de terre (CL50 - 14 j.)	U.T.	2,5 - 3,1	3,1 - 4,2	3,1
<b><u>Toxicité chronique</u></b>				
Algues ( CI50 - 192 h. )	U.T.	18 000	15 000	13 000
<b><u>Génotoxicité</u></b>				
Ames TA 98 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (20%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
TA 100 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (20%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

Les tests biologiques montrent une faible contamination bactérienne, du type levure (*Rhodotorula rubra*) et du type staphylocoque (*Staphylococcus warneri*). La toxicité vis-à-vis les organismes aquatiques est très élevée, atteignant plus de 15 000 U.T. pour l'algue. Les biotests en milieu terrestre ont présenté une toxicité relativement faible pour l'orge et le cresson (2.9-11 UT) ainsi que pour le vers de terre (2.5-4.2 UT). Les tests de génotoxicité se sont cependant révélés non-détectables pour l'analyse de 1%,v/v de l'échantillon.

Les essais de dégradation préliminaires de la formulation opérationnelle de LiCa ont montré une légère diminution de la toxicité (640 à 580 U.T.) après un vieillissement de cinq mois en conditions contrôlées (0-4°C, noirceur). Suite à l'autoclavage, la toxicité diminue de nouveau pour atteindre 500 U.T.

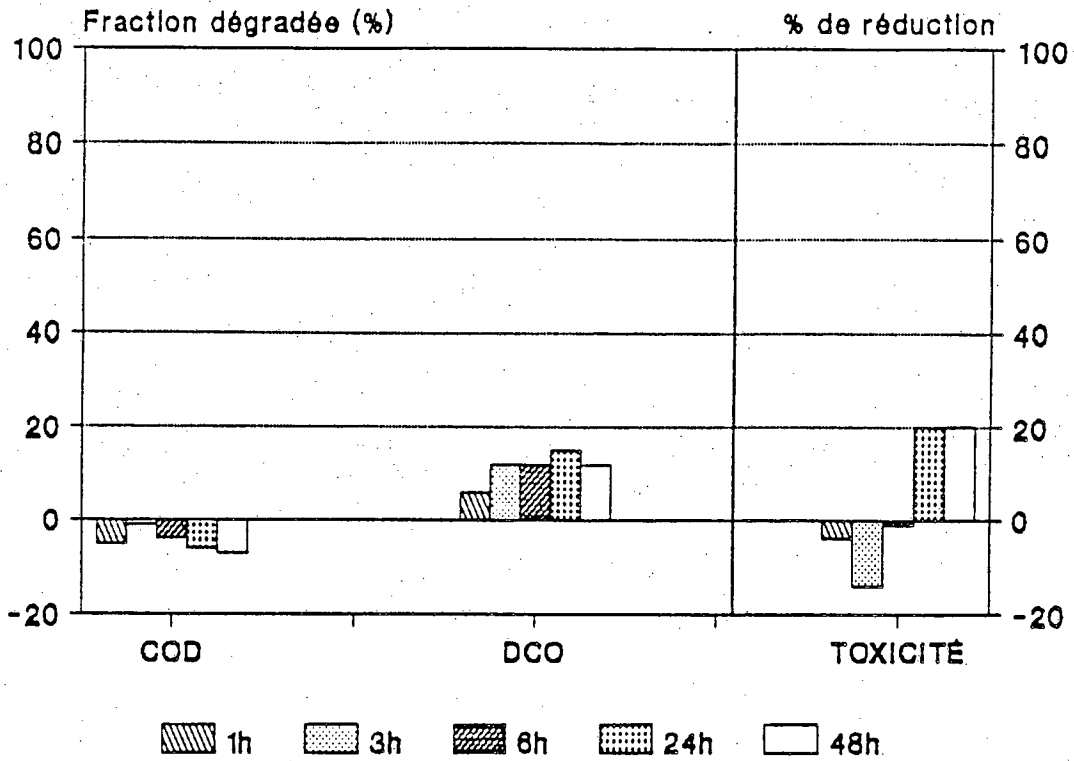
Suite aux essais de photodégradation, la DCO et la toxicité ont présenté des diminutions variant entre 15 et 20% (Figure 3,5).

L'expérience de dégradation en milieu liquide permet de constater qu'après 120 heures d'incubation la toxicité devient non détectable. Il faut cependant mentionner que le groupe témoin, incubé sans ajout de "seed" bactérien, présente des résultats similaires. En d'autres termes, la diminution de toxicité observée n'est pas directement attribuable aux bactéries du "seed" mais pourrait être causée par le développement des bactéries inhérentes à la formulation ou à une autre cause. La DCO diminue d'environ 10%, par contre le COD ne présente pas de changement appréciable.

Les analyses de BHAA ont cependant démontrées que le développement des populations bactériennes a été beaucoup plus important dans les fractions A et B où il y a eu ajout de "seed" bactérien.

Les essais de lixiviation réalisés dans les conditions optimales d'épandage du LiCa (150mL/L de sol) tendent à démontrer qu'une contamination par les éléments traceurs dans le lixiviat est présente (Tableau 3,10, figure 3,6). Ce dernier présente d'ailleurs une faible toxicité au Microtox, soit près de 1,0 U.T.. Enfin, le mélange sol-LiCa maintient l'inhibition du potentiel de germination de l'orge et du cresson. On note également une augmentation importante de la DBO<sub>5</sub> et de la COD par rapport au sol témoin.

### LICa-UV



### LICa-MILIEU LIQUIDE

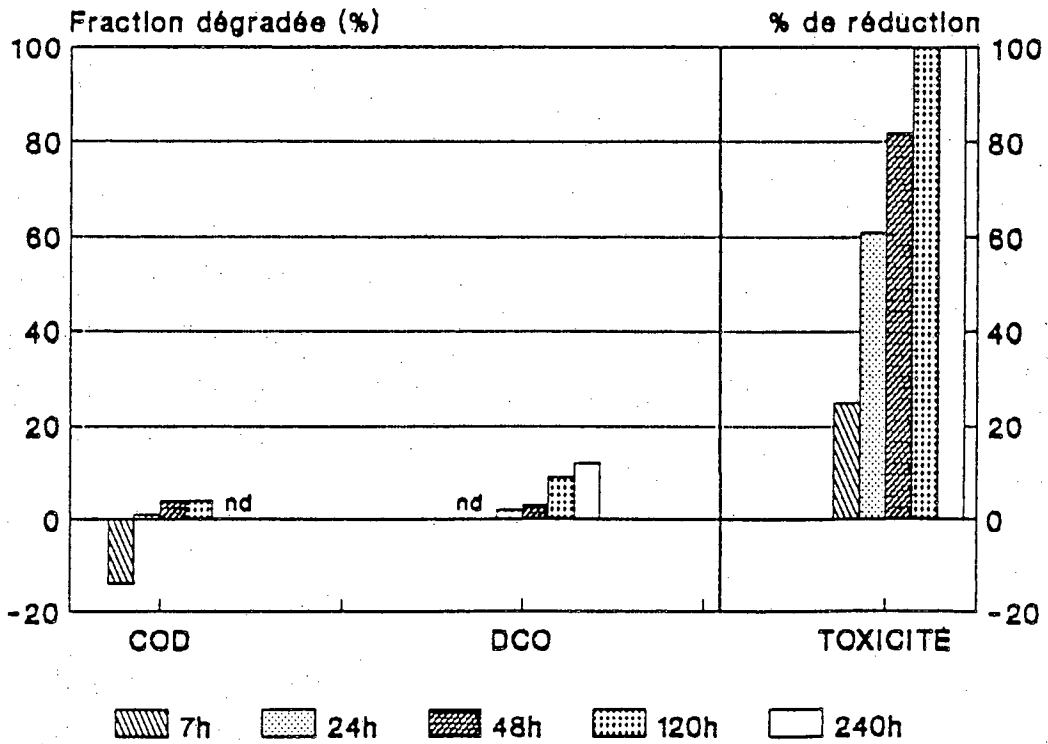
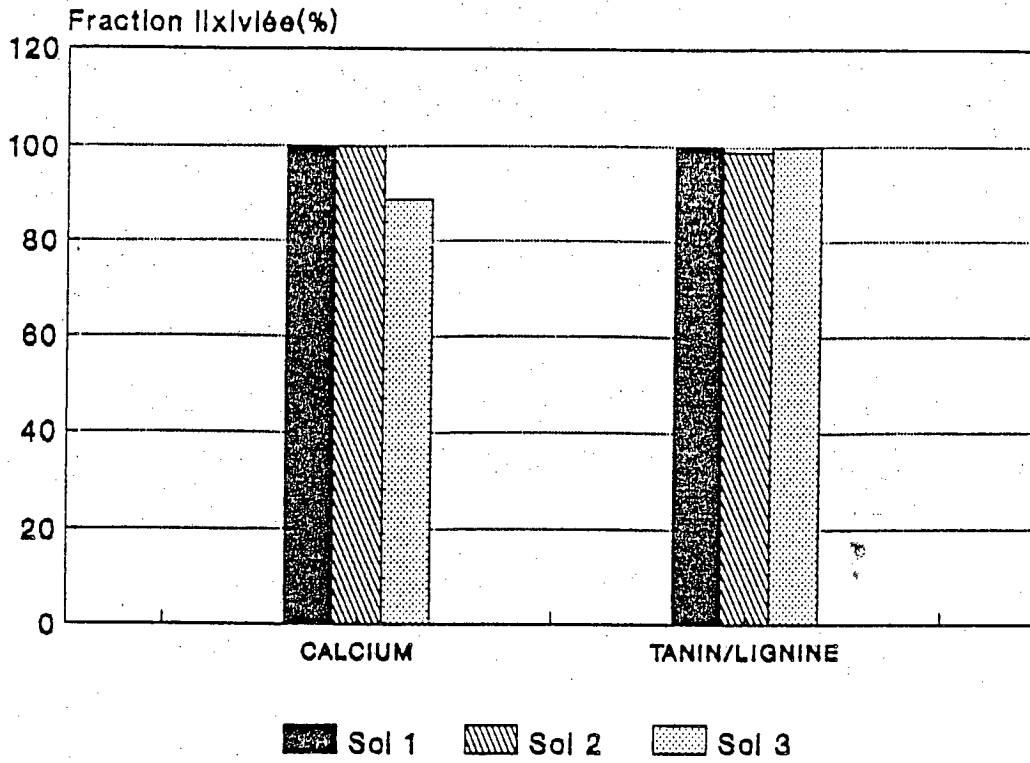


Figure 3,5: Suivi de la photodégradation et de la biodégradation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de LiCa

Tableau 3, 10. Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle de LiCa sur trois types de sol routier (Essais en laboratoire).

Paramètre	Unité	Formulation	LIXIVIAT		
			SOL 1	SOL 2	SOL 3
<b>Chimique</b>					
Calcium	mg / L	20 000	172	184	170
Tanin & lignine	mg / L	53 000	500	500	600
C O D	mg / L	—	1 160	1 340	1 400
D B O <sub>5</sub>	mg / L	110 000	780	920	960
<b>Biologique</b>					
B H A A, 20 <sup>0</sup> C	UFC / mL	5	76	730	59 000
Microtox (CI <sub>50</sub> - 5 min.)	U. T.	640	1, 0	1, 3	1, 1
<b>GERMINATION (Sol + LiCa)</b>			<b>SOL 1</b>	<b>SOL 2</b>	<b>SOL 3</b>
Orge	% inh.		92	14	34
Cresson	% inh.		100	100	100

### LiCa-Traceurs



### LiCa-Pression

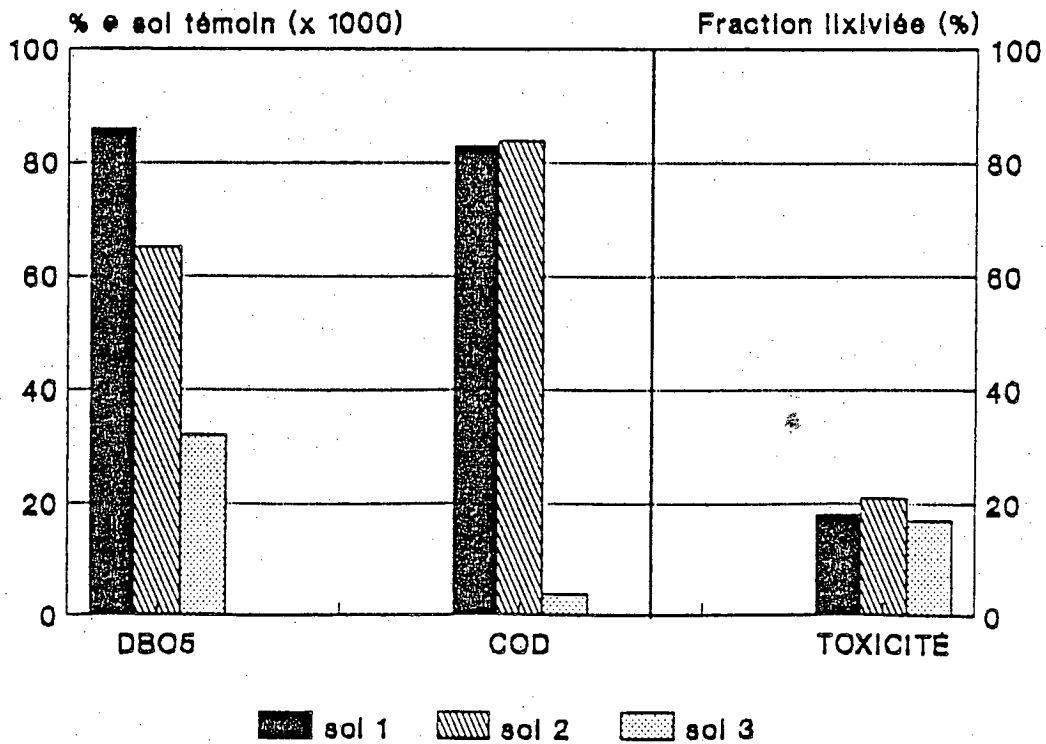


Figure 3,6: Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de LiCa en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)

Ainsi, la caractérisation de la formulation opérationnelle du LiCa soutient que ce produit est conforme aux exigences normatives du RDD. Ce produit cause cependant une toxicité significative au niveau aquatique et terrestre. Une contamination des éléments majeurs dans les eaux de lixiviation est mise en évidence et engendre une faible toxicité au niveau aquatique et terrestre. Le potentiel de biodégradation apparaît comme faible à partir des conditions expérimentales utilisées.

### 3,3,3 LIGNOSULFONATE D'AMMONIUM

#### a) Contexte

Le Tembind TDS se présente sous forme de poudre ou de liquide (25% solides et 75% eau). Ce produit est très soluble et peut entraîner dans le sol une minéralisation locale de certains éléments tels le sélénium (Se) et l'argent (Ag) (ACRES, 1988).

Depuis 1989, le lignosulfonate d'ammonium est désormais exclu de l'application de la Partie V de la Loi sur la Protection de l'Environnement de l'Ontario (R.S.O. 1980) et du Règlement 309 de l'Ontario (R.R.O. 1980).

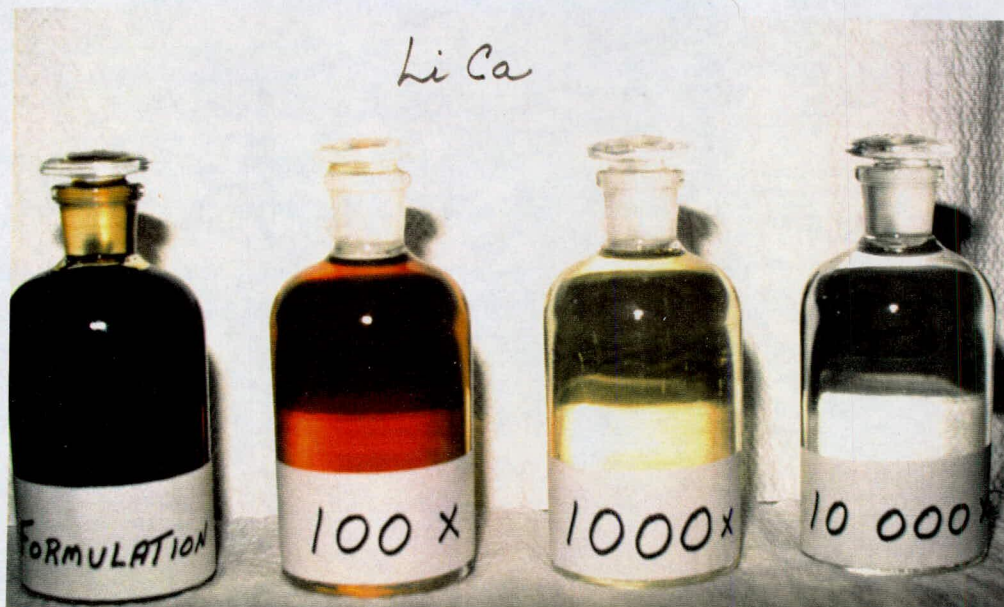
Selon ACRES (1988), ce produit est toxique pour les bactéries mais non-mutagène (Test de Ames). La  $CL_{50}$  (96heures) est de 260 mg/L pour les alevins de la truite acr-en-ciel (Salmo gairdneri).

#### b) Observations préliminaires

La formulation opérationnelle de LiNH est d'une coloration brun foncé, sans précipité apparent. Le LiNH est aussi adsorbable sur parois de plastique et de verre. Ce dernier dégage un odeur de soufre, typique d'un effluent de pâtes et papiers.

Dilué 100 fois dans l'eau, le LiNH conserve une forte coloration brune. Il faut une dilution d'au moins 10 000 fois pour éliminer son apparence colorée.





### c) Résultats et Tendances

Les données de caractérisation de la formulation opérationnelle de LiNH sont présentées dans les tableaux 3,11, 3,12 et 3,13.

Les résultats sont uniformes pour les trois sous-échantillons, sauf pour les acides gras et résiniques.

Ce produit est d'abord caractérisé par un pH acide de l'ordre de 4,2. Le LiNH est composé principalement de tanin et lignine (entre 3,3 % et 3,6 %, v/v), et de composés azotés (entre 1,05 % et 1,25 %, v/v). Les solides totaux sont situés entre 23 % et 25 %. On note également des teneurs relativement importantes en calcium (>275mg/L), en fer (>170mg/L), en potassium (>150mg/L), en sodium (>150mg/L) et en chlorures (>80mg/L). La miscibilité du produit est de 100%.

En ce qui concerne les contaminants inorganiques, on note un excès de cuivre et de zinc dans le sous-échantillon LiNH-1 seulement. La DBO<sub>5</sub> et la DCO sont très élevées. Les cyanures et les acides résiniques sont également présents ainsi que des traces de contaminants organiques qui sont détectées dans la famille des composés phénoliques et des dioxines du type octachloré. Ces dernières sont cependant moins toxiques que leurs congénères moins substitués (EDULJEE, 1988). Dix contaminants (acides abiétique, déidroabiétique, néoabiétique, isopiramique et oléique; dioxines octachlorées; phénol; cyanures; Cu et Zn) inclus dans la liste du MISA ont été détectés.

Tableau 3, 11. Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de LiNH.

Paramètre	Unité	1	2	3
pH		4,2	4,2	4,15
Solides totaux	%	23,1	25,1	25,3
totaux volatils	%	22,8	23,8	25,3
Miscibilité	%	100	100	100
Arsenic	mg / L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmium	mg / L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Calcium	mg / L	275	300	300
Chrome	mg / L	< 1	< 1	< 1
Cuivre	mg / L	14	2	2
Fer	mg / L	350	170	170
Magnésium	mg / L	50	60	60
Manganèse	mg / L	35	37	37
Mercure	mg / L	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Potassium	mg / L	150	170	160
Nickel	mg / L	< 1	< 1	< 1
Plomb	mg / L	< 1	< 1	< 1
Sélénium	mg / L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sodium	mg / L	150	160	160
Zinc	mg / L	12	2	2
Chlorures	mg / L	80	85	110
Cyanures oxydables	mg / L	0,1	0,08	0,05
totaux	mg / L	0,15	0,15	0,15
Fluorures totaux	mg / L	< 10	< 10	< 10
Sulfures totaux	mg / L	1,6	1,6	1,6
Azote ammoniacal	% (p/v) N	1,04	1,18	1,15
total (Kjeldahl)	% (p/v) N	1,05	1,25	1,17
Phosphore total	mg / L P	< 10	< 10	< 10

Tableau 3, 12a. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de LiNH.

Paramètre	Unité	1	2	3	
DBO 5	mg / L O	40 900	46 700	45 000	
DCO	mg / L O	328 000	360 000	373 000	
Huiles & graisses minérales	mg / L	4,0	4,0	n. d.	
Huiles & graisses totales	mg / L	152	164	n. d.	
Tannins & lignines	% (p/v)	3,3	3,4	3,6	
Acides gras *	Total	ug / L	1 560	2 160	960
Palmitique	ug / L	920	1 240	520	
Oléique	ug / L	360	560	240	
Stéarique	ug / L	360	360	200	
Acides résiniques *	Total	ug / L	17 920	32 040	18 760
Sandaricopimarique	ug / L	560	1 000	520	
Isopimarique	ug / L	1 440	2 480	1 440	
Palustrique	ug / L	80	160	80	
Déhydroabiétique	ug / L	11 280	19 240	11 320	
Abiétique	ug / L	4 560	8 680	5 400	
Néoabiétique	ug / L	n. d.	240	n. d.	
Dichlorodéhydroabiétique	ug / L	n. d.	240	n. d.	
BPC					
1242	ug / L	< 3,0	< 3,0	< 3,0	
1254	ug / L	< 2,0	< 2,0	< 2,0	
1260	ug / L	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Composés phénoliques*					
Phénol	ug / L	< 100	2,0	2,5	
2 - méthylphénol	ug / L	< 100	18,0	8,0	
4 - méthylphénol	ug / L	n. d.	0,2	0,1	
2,4 - méthylphénol	ug / L	n. d.	20	n. d.	
4,6 - dinitro - 2 - méthylphénol	ug / L	n. d.	2	n. d.	

n. d. = non détecté

\* Résultats des analyses spécifiques présentés en annexe

Tableau 3, 12b. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de LiNH.

Paramètre	Unité	1	2	3
Dioxines et furannes * O <sub>8</sub> CDD	ng/L	2,8	4,1	3,9
Hydrocarbures halogénés totaux *	ug/L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures monocycliques aromatiques *	ug/L	n. d.	n. d.	n. d.
Hydrocarbures polycycliques aromatiques *	ug/L	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

\* Résultats des analyses spécifiques présentés en annexe

**Tableau 3,13 . Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de LiNH.**

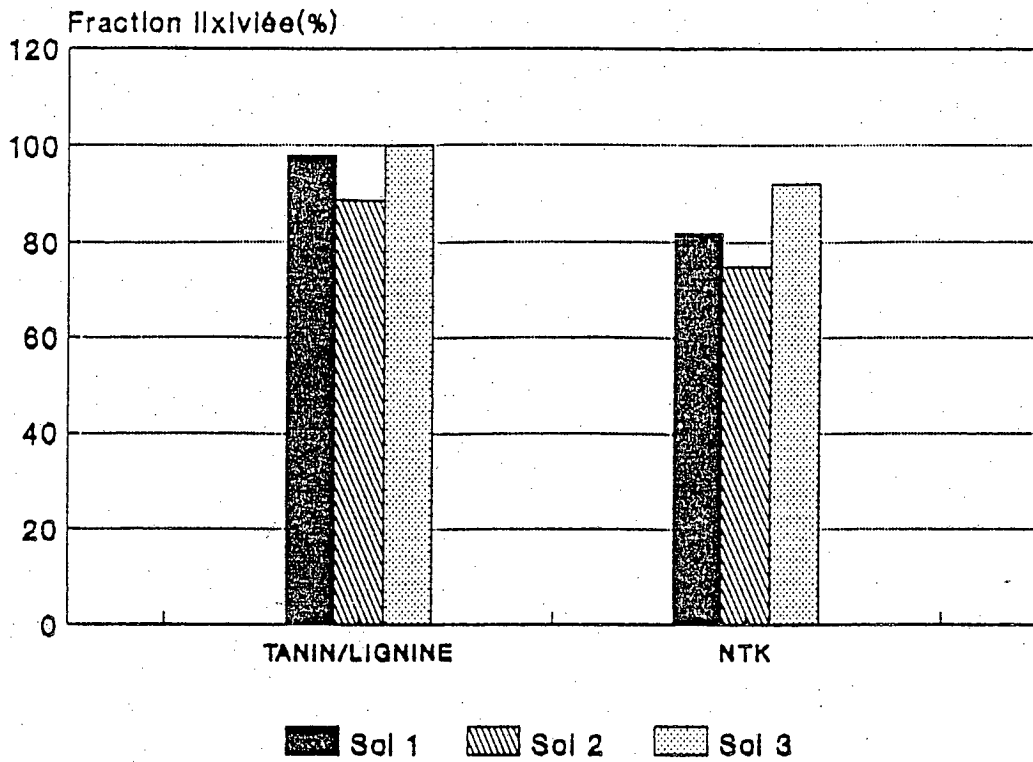
Paramètre	Unité	1	2	3
<b><u>Microbiologiques</u></b>				
BHAA, 20° C	UFC/mL	13 800 000	12 600 000	14 600 000
<b><u>Toxicité aiguë</u></b>				
<b>Aquatique</b>				
Microtox ( CI50 - 5 min. )	U.T.	900 (500-2 000)	1 000 (580-2 000)	1 000 (550-2 900)
Daphnies ( CI50 - 24 h. )	U.T.	260 (230-290)	380 (330-450)	400 (360-450)
Poissons ( CL50 - 96 h. )	U.T.	420	420-1 000	420-1 000
<b>Terrestre</b>				
Germination(CI50 - 168 h.)				
Orge	U.T.	2,0	2,9	2,2
Cresson	U.T.	3,2	7,7	9,1
Ver de terre (CL50 - 14 j.)	U.T.	13 - 18	13 - 18	13 - 18
<b><u>Toxicite chronique</u></b>				
Algues ( CI50 - 192 h. )	U.T.	6 300	7 100	7 400
<b><u>Génotoxicité</u></b>				
Ames TA 98 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (20%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
TA 100 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (20%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

Tableau 3, 14. Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle de LiNH sur trois types de sol routier (Essais en laboratoire).

Paramètre	Unité	Formulation	LIXIVIAT		
			SOL 1	SOL 2	SOL 3
<b><u>Chimique</u></b>					
Tannins & lignines	mg / L	33 000	300	300	400
Azote ammoniacal	mg / L	10 400	66	73	90
Total	mg / L	10 500	80	80	105
C O D	mg / L	—	660	650	810
D B O <sub>5</sub>	mg / L	40 900	272	258	260
<b><u>Biologique</u></b>					
B H A A, 20° C	UFC / mL	1,4 X 10 <sup>7</sup>	120 000	400 000	300 000
Microtox (Cl <sub>50</sub> - 5 min.)	U. T.	900	n. d.	n. d.	n. d.
GERMINATION (Sol + LiNH)			SOL 1	SOL 2	SOL 3
Orge	% inh.		30	30	14
Cresson	% inh.		100	100	100

### LINH-Traceurs



### LINH-Pression

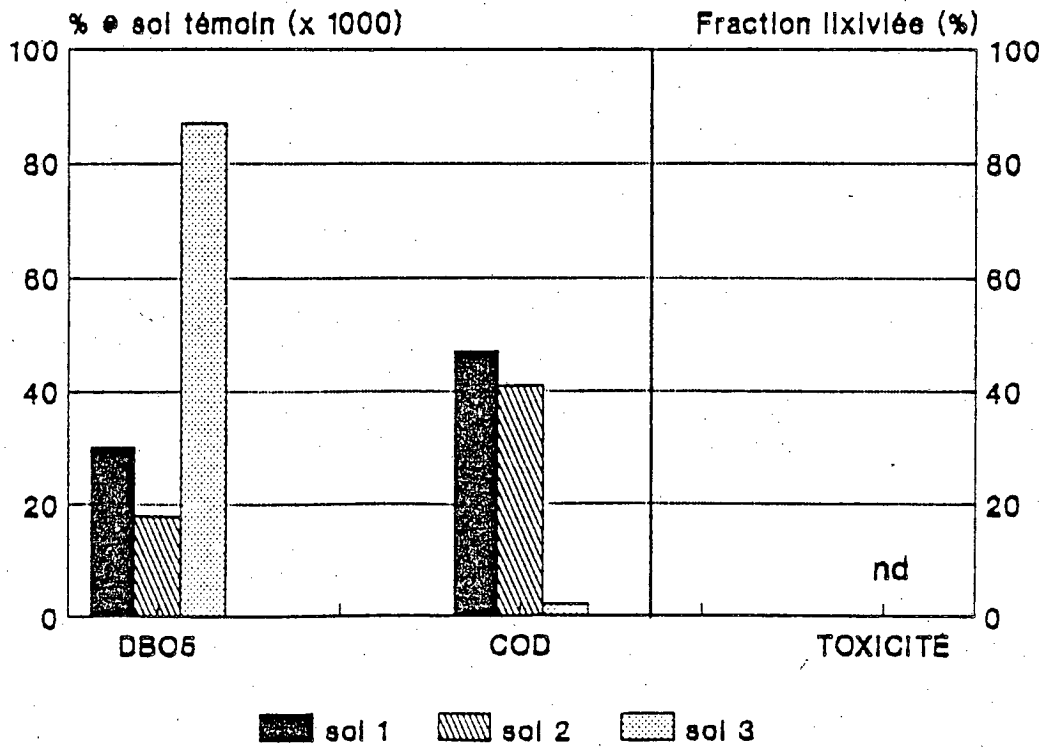


Figure 3,8: Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de LINH en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)



La caractérisation des paramètres biologiques montre d'abord des dénombrements bactériens très élevés, ce qui est typique d'un échantillon contenant une forte quantité de carbone assimilable. Les microorganismes identifiés appartiennent aux familles des levures (Saccharomyces cerevisiae) et des staphylocoques (Staphylococcus capitis; S. sciuri; S. epidermis). La toxicité pour les organismes aquatiques est très importante, plus particulièrement pour les algues (>6 300 U.T.). Les tests de génotoxicité se sont révélés non-détectables pour l'analyse de 1%, v/v de l'échantillon.

En ce qui concerne les essais de dégradation, la formulation de LiNH est très peu affectée par les traitements de vieillissement et d'autoclavage. Par contre, les essais de photodégradation ont montré une diminution de la toxicité supérieure à 30% (Figure 3,7). La dégradation en milieu liquide a entraîné la disparition complète de la toxicité après 120 heures d'incubation. Les valeurs de COD ont également diminuées de façon évidente. Le groupe témoin incubé en l'absence de "seed" bactérien présente des résultats similaires aux groupes tests comme ce fut le cas avec la formulation de LiCa. Le nombre élevé de bactéries (>13,800,000 UFC/mL) initialement présent dans la formulation de LiNH est fort possiblement responsable de ce phénomène. Les analyses de BHAA ont effectivement démontré que le groupe témoin (sans ajout de "seed") a présenté un développement bactérien aussi important que les groupes expérimentaux.

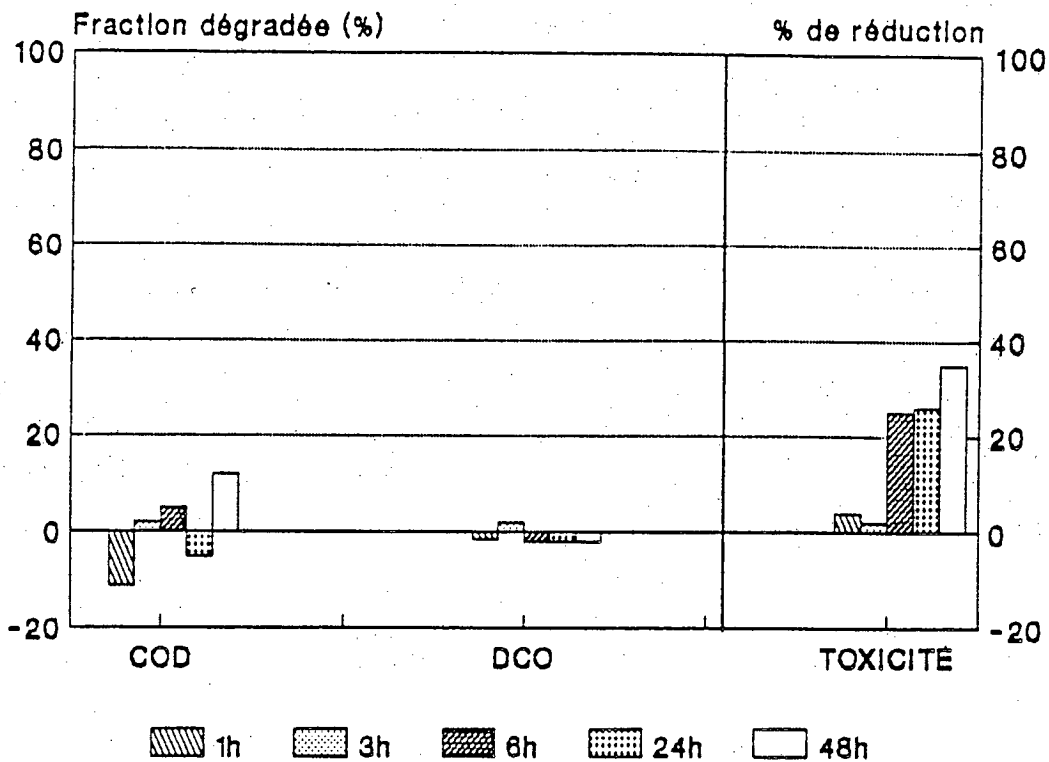
Les essais de lixiviation en conditions optimales d'épandage (160 mg/L de sol) démontre que les constituants majeurs (tannins-lignines et azote total) son fortement lixiviés (tableau 3,14, figure 3,8). La DBO5 et le COD augmentent sensiblement par rapport au sol témoin. Aucune toxicité n'est détectée dans le lixiviat mais le mélange sol-LiNH présente un potentiel d'inhibition important sur le cresson.

La caractérisation de la formulation opérationnelle de LiNH permet de constater que ce produit n'est pas conforme aux normes du RDD pour le cuivre et le zinc. Cependant, un seul des trois sous-échantillons dépassait la norme du RDD.

De plus, on y retrouve des traces de composés phénoliques, de dioxines octachlorées, de cyanures et des quantités relativement importantes d'acides résiniques. La toxicité est très élevée pour les organismes aquatiques, par contre aucune toxicité n'est détectée dans le lixiviat. Le potentiel de dégradation apparaît comme moyen aux conditions expérimentales obtenues compte tenu de la réduction significative de la toxicité et de la diminution du COD.



### LINH-UV



### LINH-MILIEU LIQUIDE

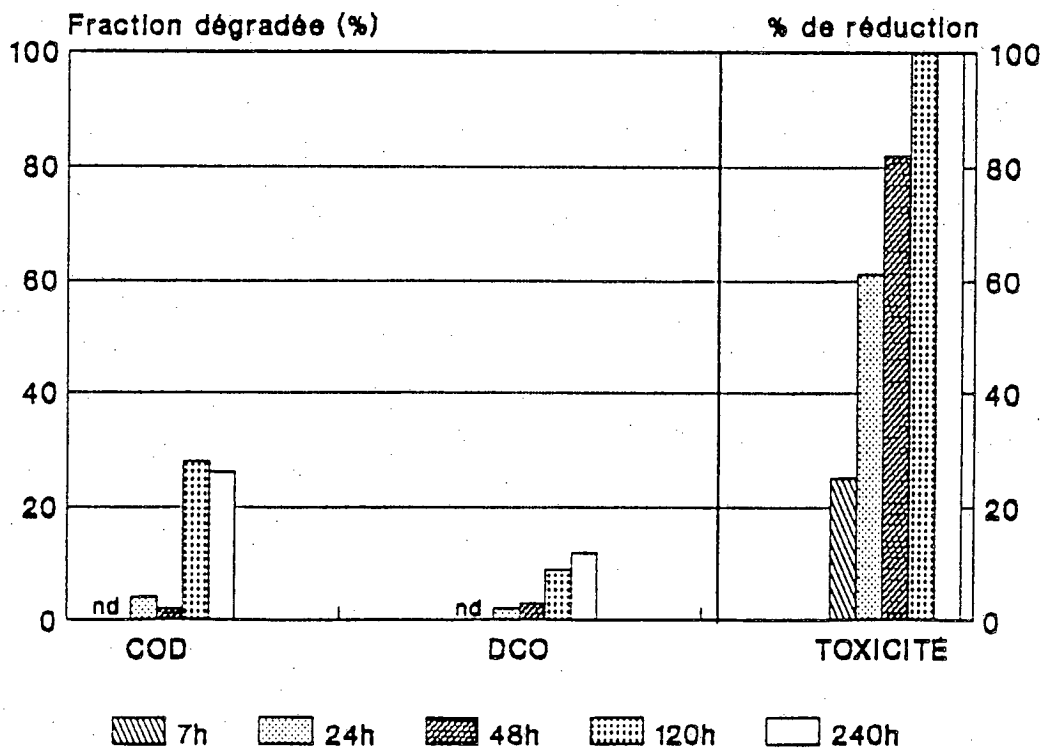
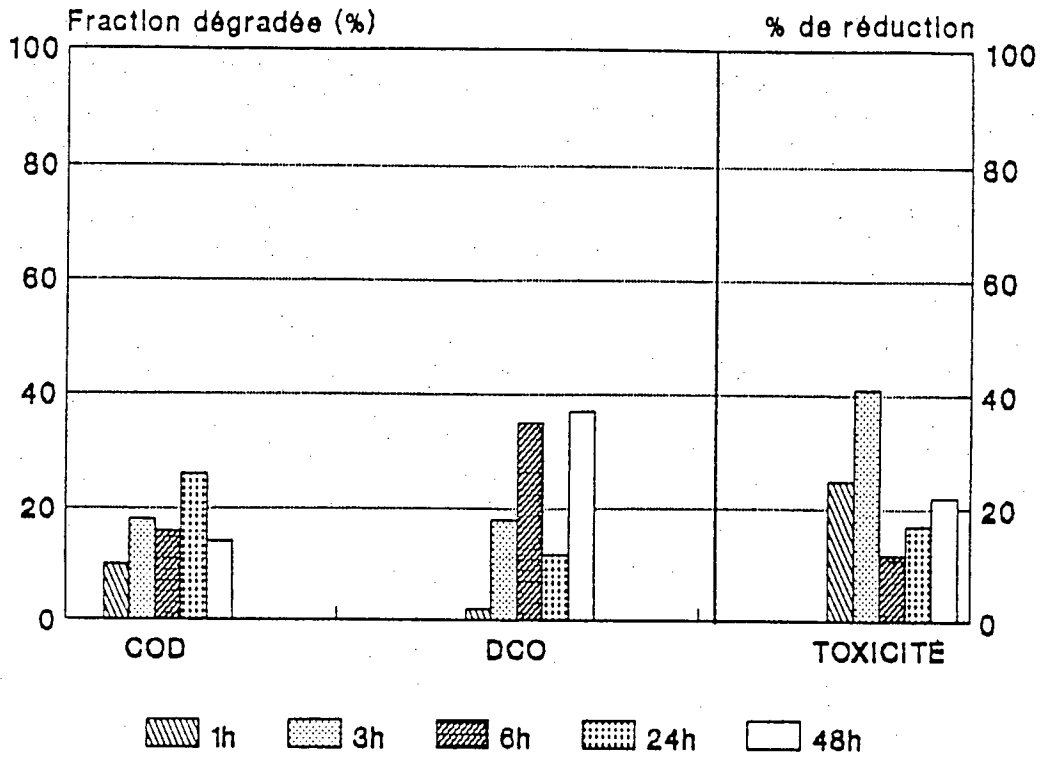


Figure 3,7: Suivi de la photodégradation et de la biodégradation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de LINH

### E.Bit-UV



### E.BIT-MILIEU LIQUIDE

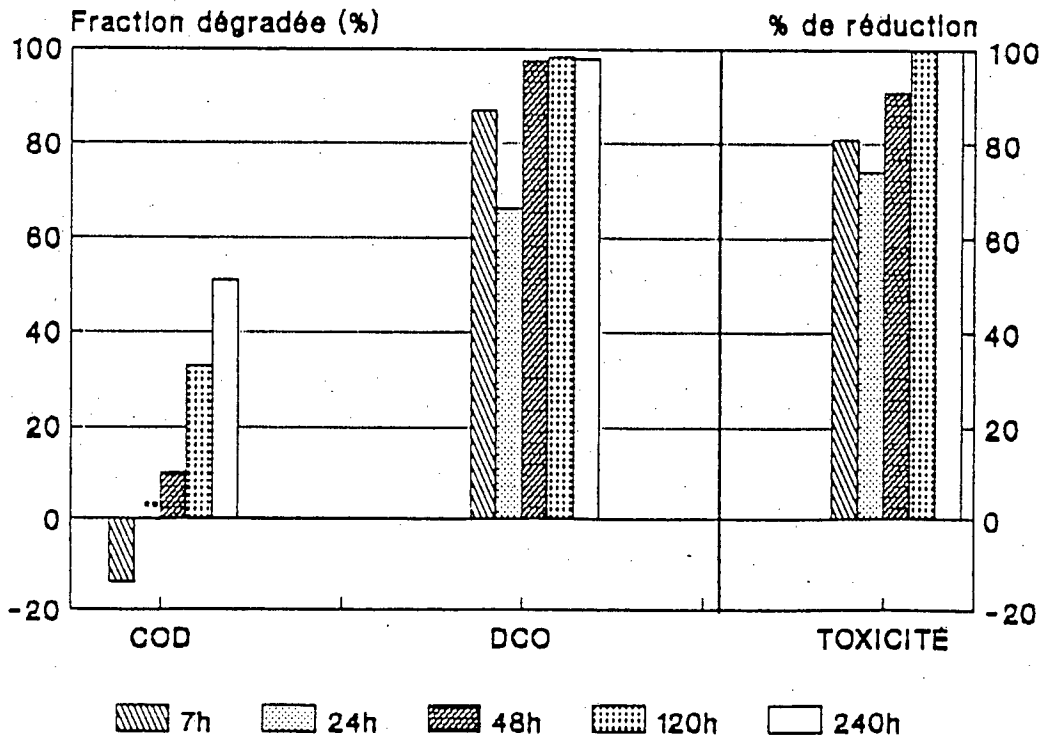


Figure 3,9: Suivi de la photodégradation et de la biodégradation en milieu liquide (essais en laboratoire) de la formulation opérationnelle de E.Bit.

Tableau 3, 18. Données relatives aux paramètres indicateurs suivis lors de l'épandage de la formulation opérationnelle de E. Bit. sur trois types de sol routier (Essais en laboratoire).

Paramètre	Unité	Formulation	LIXIVIAT		
			SOL 1	SOL 2	SOL 3
<b><u>Chimique</u></b>					
Huiles et graisses totales	mg/L	3 500	< 1	< 1	5
minérales	mg/L	2 700	< 1	< 1	4
COD	mg/L	—	2,0	2,1	28
DCO	mg/L	354 000	8,0	7,0	149
DB O <sub>5</sub>	mg/L	<1 000	1,2	1,9	2,4
<b><u>Biologique</u></b>					
BHAA, 20 <sup>0</sup> C	UFC/mL	99 000	12	15	168 000
Daphnies (CI <sub>50</sub> - 24 h.)	U. T.	21 000	n. d.	n. d.	n. d.
GERMINATION (Sol + E. Bit.)			SOL 1	SOL 2	SOL 3
Orge	% inh.		16	30	4
Cresson	% inh.		10	n. d.	18

### 3,3,4 ÉMULSION BITUMINEUSE (RP-3000)

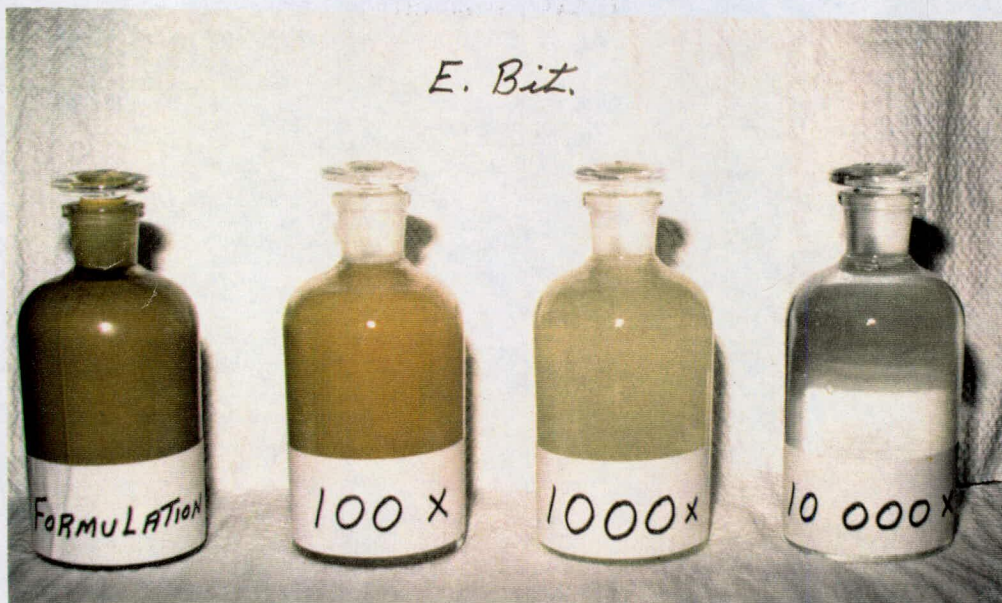
#### a) Contexte

Selon la brochure de la compagnie, l'abat-poussière RP-3000 est disponible sous forme concentrée ou diluée en solution 1:6. Il est composé de 10% d'asphalte résineuse et de cire ainsi que de 90% d'eau et d'émulsifiants. Il est insoluble dans l'eau après application. Très peu d'informations sont actuellement disponibles sur ce produit. Aucune étude approfondie n'a été effectuée afin de connaître la toxicité et les effets sur l'environnement de cet abat-poussière.

#### b) Observations préliminaires

La formulation opérationnelle de E.Bit est d'une coloration brunâtre, s'apparentant à du café au lait. Ce produit, quoique très liquide, s'adsorbe facilement à des parois de plastique ou de verre; il faut noter qu'une phase de type huileuse semble se former après stabilisation de l'échantillon et s'adsorbe aux parois de contact.

Dilué 100 fois dans l'eau, le E.Bit conserve son opacité. A 10 000 fois, la coloration du produit demeure faiblement détectable.



### c) Résultats et Tendances

Les données relatives à la caractérisation du E. Bit. apparaissent dans les tableaux 3,15, 3,16 et 3,17.

Les résultats obtenus à partir des trois sous-échantillons présentent une bonne homogénéité sauf en ce qui concerne les huiles et graisses (minérales et totales) et le xylène qui sont beaucoup plus concentrés dans le sous-échantillon trois (haut du citerne).

Le E.Bit constitue un produit dont le pH est relativement neutre, soit près de 7,0. Ce produit est caractérisé par une teneur en huiles et graisses, située entre 1,5 et 6,2 %, principalement composée par des huiles et graisses minérales. Les teneurs en solides totaux sont de l'ordre de 12,5 % et constituent presque exclusivement des solides volatils.

On retrouve également des concentrations assez élevées en azote total (>400mg/L), en chlorures (>190mg/L) et en calcium (60 mg/L), de même qu'une DBO<sub>5</sub> très élevée (>310 000mg/L). Les propriétés hydrophobes des principaux constituants font en sorte que la solubilité de ce produit est faible. Par contre, la présence d'agents émulsifiants confère à la formulation un caractère homogène et une miscibilité dans l'eau de 100%.

En terme de contaminants organiques, on détecte des traces d'hydrocarbures halogénés et de dioxines de type octochloré (O<sub>8</sub>-CDD). On note la présence d'hydrocarbures monocycliques aromatiques dont certains se retrouvent en concentration importante. Au total, six contaminants (dioxines octachlorées, 1,1-dichloroéthylène, 1,1,2,2-tétrachloroéthane, toluène, xylène et benzène) prioritaires figurant dans la liste du MISA, ont été détectés.

Les analyses biologiques montrent d'une part un dénombrement bactérien élevé entre 50 000 et 100 000 UFC/mL; le E.Bit. contient des bactéries de la famille des Entérobactéries (Enterobacter agglomerans; Serratia liquefaciens; S. odorifera) et des Alcaligènes (Achromobacter xylosoxidans). D'autre part, les tests de toxicité révèlent que le E.Bit est très toxique pour les organismes aquatiques; cette toxicité se situe au minimum à 1 000 unités toxiques (Microtox) et au maximum à 25 000 unités toxiques (Daphnies). Enfin, le E.Bit. démontre un potentiel génotoxique pour l'analyse de 0,1%,v/v de l'échantillon. L'échantillon montre également un potentiel génotoxique pour TA 100 avec la fraction S9 à 4 et à 20% (V/V) à partir d'une dilution de 0,5 % (200 Ug.T.). A une concentration plus élevée, la réponse est négative car le produit est toxique pour la souche bactérienne utilisée.

Tableau 3, 15. Données relatives aux paramètres inorganiques de la formulation opérationnelle de E. Bit.

Paramètre	Unité	1	2	3
pH		6,96	7,02	7,04
Solides totaux	%	12,2	12,3	12,5
totaux volatils	%	12,1	12,3	12,4
Miscibilité	%	100	100	100
Arsenic	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmium	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Calcium	mg/L	60	60	60
Chrome	mg/L	< 1	< 1	< 1
Cuivre	mg/L	< 1	< 1	< 1
Fer	mg/L	4	3	3
Magnésium	mg/L	10	12	13
Manganèse	mg/L	< 1	< 1	< 1
Mercure	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Potassium	mg/L	5	5	8
Nickel	mg/L	< 1	< 1	< 1
Plomb	mg/L	< 1	< 1	< 1
Sélénium	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sodium	mg/L	30	25	35
Zinc	mg/L	< 1	< 1	< 1
Chlorures	mg/L	190	210	230
Cyanures oxydables	mg/L	< 0,08	< 0,05	< 0,05
totaux	mg/L	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Fluorures totaux	mg/L	< 10	< 10	< 10
Sulfures totaux	mg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Azote ammoniacal	mg/L N	< 10	< 10	< 10
total (Kjeldahl)	mg/L N	430	400	435
Phosphore total	mg/L P	< 10	< 10	< 10



Tableau 3, 16a. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de E. Bit.

Paramètre	Unité	1	2	3
DBO 5	mg / L O	< 1 000	< 1 000	< 1 000
DCO	mg / L O	354 000	306 000	310 000
Huiles & graisses minérales	mg / L	27 000	12 000	52 000
Huiles & graisses totales	mg / L	35 000	15 500	62 000
Tannins & lignines	mg / L	< 200	< 200	< 200
Acides gras * Total	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.
Acides résiniques * Total	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.
BPC				
1242	ug / L	< 120	< 120	< 120
1254	ug / L	< 80	< 80	< 80
1260	ug / L	< 40	< 40	< 40
Composés phénoliques *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

\* Résultats des analyses spécifiques présentés en annexe

Tableau 3, 16b. Données relatives aux paramètres organiques de la formulation opérationnelle de E. Bit.

Paramètre	Unité	1	2	3
Dioxines et furannes *				
O <sub>8</sub> CDD	ng / L	3,4	4,0	
Hydrocarbures halogénés totaux *				
1, 1 - dichloroéthylène	ug / L	38	n. d.	n. d.
1, 1, 2, 2 - tétrachloroéthane	ug / L	20	20	n. d.
Hydrocarbures monocycliques aromatiques *				
Benzène	ug / L	25	18	20
Toluène	ug / L	1 450	1 250	1 450
Ethyl benzène	ug / L	99	31	90
Xylène total	ug / L	725	215	5 900
Isopropylbenzène	ug / L	50	20	20
n - propylbenzène	ug / L	125	50	45
tert - butylbenzène	ug / L	100	100	35
sec - butylbenzène	ug / L	58	44	45
Hydrocarbures polycycliques aromatiques *	ug / L	n. d.	n. d.	n. d.

n. d. = non détecté

\* Résultats des analyses spécifiques présentés en annexe



Tableau 3,17. Données relatives aux paramètres biologiques de la formulation opérationnelle de E. Bit.

Paramètre	Unité	1	2	3
<b><u>Microbiologiques</u></b>				
BHAA, 20 ° C	UFC / mL	99 000	51 000	89 000
<b><u>Toxicité aiguë</u></b>				
<b>Aquatique</b>				
Microtox ( CI50 - 5 min. )	U.T.	1 000	1 000	1 000
Daphnies ( CI50 - 24 h. )	U.T.	21 000	25 000	25 000
Poissons ( CL50 - 96 h. )	U.T.	1 800-3 100	1 800-3 100	1 800-3 100
<b>Terrestre</b>				
Germination(CI50 - 168 h.)				
Orge	U.T.	n. d.	n. d.	n. d.
Cresson	U.T.	n. d.	n. d.	n. d.
Vers de terre (CL50 - 14 j.)	U.T.	n. d.	n. d.	n. d.
<b><u>Toxicité chronique</u></b>				
Algues ( CI50 - 192 h. )	U.T.	15 000	10 000	18 000
<b><u>Génotoxicité</u></b>				
Ames TA 98 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (20%)	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
TA 100 Sans S9	U. gT.	n. d.	n. d.	n. d.
Avec S9 (4%)	U. gT.	200	200	200
Avec S9 (20%)	U. gT.	200	200	200

n. d. = non détecté

Lors des essais de dégradation préliminaire, la formulation E.Bit n'a pas présenté de changements appréciables de toxicité après cinq mois de vieillissement en conditions contrôlées (0-4°C, noirceur). Par contre, l'autoclavage entraîne une réduction importante.

Le traitement par l'UV a entraîné des diminutions appréciables de la toxicité (> 20%), de la DCO (> 30%) et du COD (>10%) (Figure 3,9).

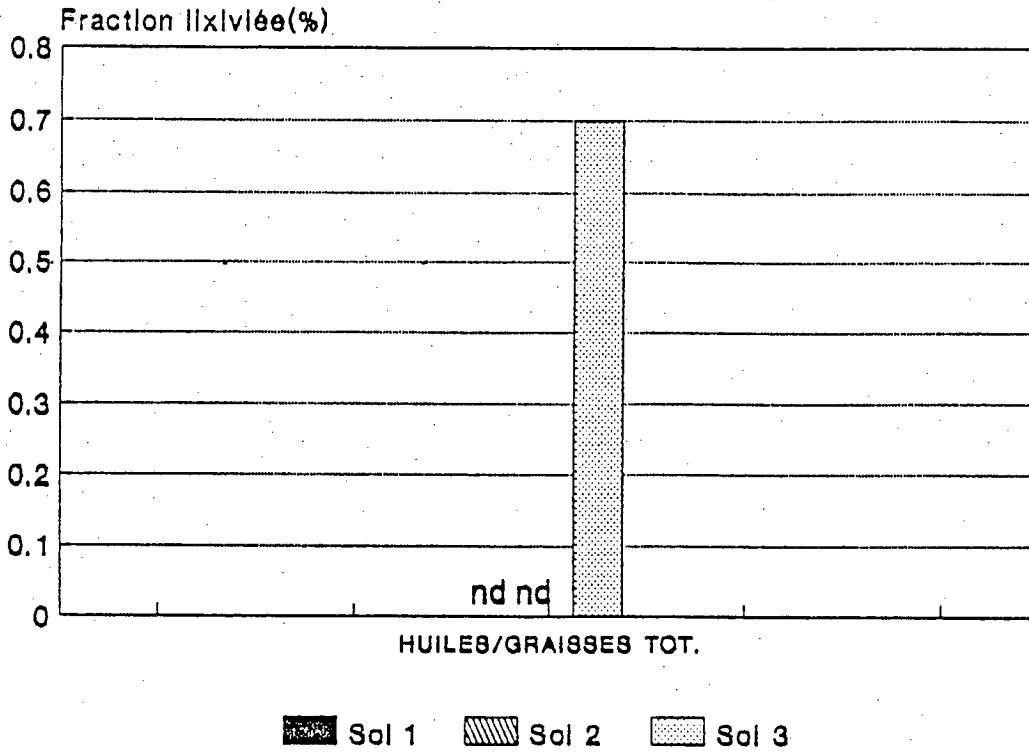
Les essais de biodégradation en milieu liquide montrent que la toxicité disparaît complètement après cinq jours d'incubation. La DCO présente également une atténuation très importante (>95%) alors que les teneurs en COD diminuent d'environ 50%. Cependant, le groupe témoin incubé en l'absence de "seed" bactérien présente des résultats identiques. La contamination importante de la formulation originale explique probablement ce phénomène. Les analyses de BHAA ont montré des résultats similaires pour le groupe témoin et les groupes expérimentaux comme ce fut le cas avec le LiNH.

Les présents résultats tendent à démontrer que les trois paramètres choisis se manifestent de façon séquentielle. On observe d'abord une réduction de la toxicité qui peut être interprétée comme un précurseur de la dégradation, par la suite la DCO tend à diminuer ce qui représente une oxydation et une fractionnement des composantes et enfin les teneurs COD diminuent démontrant une dégradation totale de certaines composantes organiques.

Les essais de lixiviation de la formulation E.Bit à la concentration d'épandage (280 mL/L de sol) montrent que les constituants majeurs (huiles et graisses) ne sont lixiviés que dans une très faible proportion (<2%), (tableau 3,18, figure 3,10). La fraction lixiviée de la toxicité est non détectable. Par contre, l'application de cette formulation augmente sensiblement la DBO<sub>5</sub> et les teneurs en COD.

Le mélange sol-E.Bit exerce une toxicité significative sur le potentiel de germination de l'orge et du cresson. Dans l'ensemble, la formulation opérationnelle E.Bit ne rencontre pas les normes du RDD pour les huiles et graisses, les hydrocarbures aromatiques monocycliques et présente des traces de dioxines octachlorées. La toxicité pour les organismes aquatiques est très élevée et un potentiel génotoxique a été détecté. Par contre, le potentiel de dégradation est important et le potentiel de lixiviation est faible.

### E.Bit.-Traceur



### E.bit Pression

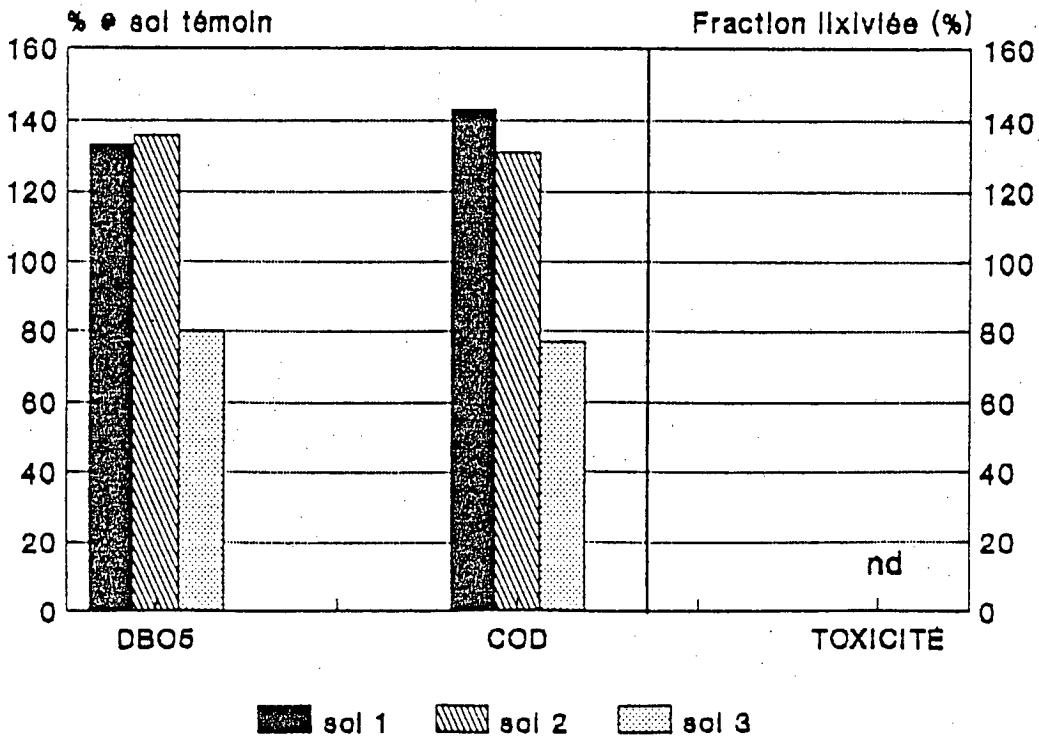


Figure 3, I0: Suivi de la lixiviation relative de la formulation opérationnelle de E.Bit. en fonction des paramètres indicateurs lors d'un épandage expérimental sur sol routier (essais en laboratoire)

### 3.4 ANALYSE COMPARATIVE DES DONNÉES ANALYTIQUES

#### 3.4,1 SYNTHÈSE DES DONNÉES

Un résumé des résultats relatifs à la caractérisation des formulations opérationnelles des abat-poussière est présenté au Tableau 3,19.

A l'égard des analyses effectuées, le CaCl présente une composition relativement simple et essentiellement inorganique par opposition aux trois autres formulations qui apparaissent plus complexes et qui sont caractérisées par une DCO très élevée. Les deux formulations de lignosulfonate ont aussi une DBO<sub>5</sub> très importante et sont composées essentiellement de tannins et lignines, de calcium, de chlorures, de sodium et d'azote (LiNH). Ils contiennent également des acides gras et résiniques ainsi que des huiles et graisses totales en faible quantité. Le E.Bit. est plutôt caractérisé par une forte teneur en huiles et graisses, dont la composition spécifique ne peut être clairement établie compte tenu de la complexité des analyses nécessaires à une caractérisation plus poussée.

Il appert aussi que les exigences normatives du Règlement sur les déchets dangereux ne sont pas respectées en ce qui concerne le LiNH et le E.Bit. (Tableau 3,9). Des traces de contaminants additionnels sont détectées dans ces deux formulations. De plus, E.Bit. est le seul à démontrer un potentiel génotoxique. La présence d'un contaminant est en outre mise en évidence dans la formulation de CaCl alors que le LiCa en présente six (Tableau 3,19).

Nous avons classé certains acides résiniques parmi les contaminants en nous appuyant sur le fait qu'ils sont classés contaminants prioritaires dans les effluents par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO, 1987) et qu'ils sont très toxiques pour les organismes aquatiques (COUILLARD ET TRUDEL, 1981). Au Québec, ce genre de classification n'existe pas encore.

Il faut rappeler que le LiNH et le E.Bit. présente une forte contamination bactérienne par rapport aux deux autres formulations.

L'ensemble des formulations étudiées présente une toxicité relative de moyenne à très élevée. Plus particulièrement, sous conditions aquatiques, les lignosulfonates et le E.Bit. montrent une toxicité variable pouvant atteindre entre 7 000 et 25 000 U.T., ce qui constitue un danger en cas de déversement excessif ou accidentel. Cependant, en conditions terrestres, leur toxicité respective diminue de façon significative, probablement

TABLEAU 3,19. Synthèse des données relatives à la caractérisation des formulations opérationnelles des abat-poussière.

DOMAINE	CaCl	LiCa	LiNH	E.Bit
<u>Composition nature</u>	Inorganique	Organique	Organique	Organique
éléments	-Ca; Cl; K; Mg; Na	-Ca; Tannins -Volatils; Cl; Mg; N; K -Huiles & graisses -Ac. gras & résiniques	-N; Tannins -Volatils; Ca; Fe; K; Na -Huiles & graisses -Ac. gras & résiniques	-Huiles & graisses -Volatils; Cl; Ca; N
<u>Contaminants* MISA RDD</u>	-Phénol	-Ac. abiétique -Ac. isopimarique -Ac. néoabiétique -Ac. oléique -Ac. déhydroabiétique -Zn	-Ac. abiétique -Ac. isopimarique -Ac. néoabiétique -Ac. oléique -Ac. déhydroabiétique -Dioxine octachlorée -Cyanures -Phénol -Cu -Zn	-Dioxine octachlorée -1,1-dichloroéthylène -1,1,2,2-tétrachloroéthane -Toluène -Xylène -Benzène
<u>Exigences normatives RDD</u>	conforme	conforme	Exède pour: Cu (12-15 mg/L) Zn (12 mg/L)	Exède pour: -Huiles & graisses minérales (15500-62000 mg/L) -Hydrocarbures aromatiques monocycliques (1.7-7.6 mg/L)
<u>Toxicité**</u>				
Aquatique				
Microtox	23-27	640-870	900-1000	1000
Daphnies	220-240	100-190	260-400	21000-25000
Poissons	133-238	100-180	420-1000	1800-3100
Algues	180-220	13000-18000	6300-7400	10000-18000
Terrestre				
Orge	12-16	2.9-3.3	2.0-2.9	nd
Cresson	15-23	10-11	3.2-9.1	nd
Vers de terre	25-42	2.5-4.2	13-18	nd
<u>Génotoxicité</u>	nd	nd	nd	détectée (200 U.gT.)
<u>Potentiel de dégradation</u>	nul	faible	moyen	élevé
<u>Potentiel de lixiviation</u>	élevé	élevé	élevé	faible

\* = Selon la liste des contaminants prioritaires du MISA et du RDD

\*\* = Données exprimées en U.T.

à cause de leur capacité d'absorption dans les sols. En conditions aquatiques, la toxicité du CaCl n'est pas aussi élevée que les autres formulations.

Par contre, en conditions terrestres, le CaCl devient comparativement plus toxique compte tenu de sa nature hygroscopique.

Le faible potentiel de dégradation du CaCl associé à un potentiel de lixiviation élevé permet de soutenir que ce produit est susceptible d'être plus persistant dans l'environnement que les autres formulations, qui s'avèrent globalement dégradables. Les lignosulfonates demeurent cependant lixiviables dans l'eau, ce qui n'est pas le cas pour le E.Bit.; il est toutefois possible que ce dernier phénomène soit attribuable à la méthodologie de lixiviation utilisée, laquelle comporte une étape de filtration susceptible de retenir la majorité des huiles et graisses en émulsion.

### 3,4,2 PARTICULARITÉS ANALYTIQUES

La complexité et la diversité des abat-poussière ont entraîné des difficultés analytiques diverses qui sont essentiellement attribuables à leur nature spécifique, leur coloration et leur pH. Les problèmes étaient particulièrement présents lors des extractions et affectaient entre autres l'efficacité des récupérations. Des difficultés de matrice ont en outre mené à des limites de détection variables et élevées lors du dosage de certains éléments.

#### a) CaCl

Le CaCl est caractérisé par une matrice incolore, de pH alcalin et de plus de 50% de solides totaux. Les fortes teneurs en calcium et en chlorures ont créé des interférences sur le dosage des cyanures totaux, de la DCO et des tannins et lignines. Les analyses des métaux et des éléments nutritifs (N; P) ont nécessité des dilutions préalables aux dosages pour l'ensemble des abat-poussière étudiés mais les limites de détection demeurent inférieures aux exigences normatives du RDD.

L'analyse des composantes organiques du CaCl est relativement satisfaisante. Toutefois, des problèmes de précipitations lors des changements de pH pour les extractions ont diminué l'efficacité des récupérations, en particulier pour les méthodes EPA 624 et 625. De plus, comme pour les lignosulfonates, une extraction liquide-solide a été requise pour l'analyse des BPC, entraînant ainsi des limites de détection plus élevées.

Les analyses biologiques sur le CaCl ont été réalisées sans difficulté majeure apparente. Il faut cependant souligner qu'à fortes concentrations, la nature hygroscopique de ce produit

provoquait comme un assèchement des espèces biologiques utilisées pour les biotests en conditions terrestres (graine de semence; ver de terre).

De façon générale, on note une bonne homogénéité du produit pour les essais de dégradation et de lixiviation.

#### b) Lignosulfonates

Les deux lignosulfonates considérés (LiCa; LiNH) sont caractérisés par une matrice de coloration forte, d'un pH acide et de plus de 40% de solides totaux.

L'ensemble des analyses chimiques inorganiques ont pu être réalisées sans interférence notable bien que, comme pour le CaCl et le E.Bit, des dilutions aient été nécessaires avant certains dosages.

Par rapport aux analyses organiques, les matières chargées des lignosulfonates ont aussi diminué l'efficacité des récupérations et ont nécessité, pour la plupart des méthodes, plusieurs étapes d'extraction et de purification.

De fait, pour l'ensemble des produits analysés, les limites de détection relatives à la méthode EPA 625 sont de 20 µg/L et plus selon les composés analysés; à l'exception des phénols et des HAP qui ont dosés en haute résolution. La méthode EPA 624, quant à elle, présente des résultats relativement exacts avec des limites de détection de l'ordre de 10 µg/L.

Les analyses biologiques ont aussi été réalisées sans difficulté apparente mais ont nécessité des corrections photométriques lors de la réalisation des biotests bactériens (Microtox). Pour les biotests en conditions terrestres, il a été nécessaire de mélanger les produits avec le substrat (sable; terreau) parce qu'il n'y avait pas de diffusion homogène de ces produits.

#### c) E.Bit.

Le E.Bit est caractérisé par une matrice fortement colorée, un pH neutre et environ 12% de solides totaux. Les analyses inorganiques présentent des limites de détection comparables au CaCl et aux lignosulfonates, pour les mêmes raisons énumérées plus haut.

Cependant, au niveau organique, l'émulsion du E.Bit formée d'eau et d'huile a exigé plusieurs étapes de traitement avant les dosages. Par exemple, pour l'analyse des BPC, les échantillons demeuraient trop denses pour être extraits sur colonne C-18 et nécessitaient une évaporation sous vide, ce qui a ramené les limites de détection à plus de 40 µg/L.

Au niveau biologique, des corrections photométriques pour le test Microtox ainsi qu'un mélange manuel des produits dans les substrats pour les biotests en conditions terrestres sont encore une fois notés.

Ainsi, il appert que ces produits complexes engendrent des difficultés analytiques qui rendent leur caractérisation spécifique plus ou moins satisfaisante d'un point de vue quantitatif mais toutefois, suffisamment précise à l'égard des exigences réglementaires.

### 3,4,3 ÉVALUATION DU DANGER ÉCOTOXICOLOGIQUE

Selon WALKER (1986), l'évaluation du danger est la détermination ou l'estimation des effets négatifs qui peuvent survenir, surviendront ou surviennent suite à l'exposition à une substance particulière. L'objectif poursuivi est d'identifier le(s) type(s) d'effets négatifs qui peuvent être associés à l'exposition et de caractériser la qualité et l'intensité des évidences supportant cette identification.

Il ne s'agit pas de l'analyse de risque laquelle intégrera les données des niveaux d'exposition, des quantités appliquées, de l'ampleur de la diffusion, etc. Un produit présentant un danger moyen pourrait présenter un risque élevé si le niveau d'exposition est élevé. Inversement, le même produit pourrait présenter un risque faible si l'exposition est faible.

Dans le cas présent, les sources d'information relatives aux impacts des produits sur les milieux récepteurs sont relativement limitées. En conséquence, l'intégration des données de laboratoire dans une démarche décisionnelle constitue la seule source d'information disponible pour l'identification des dangers.

Dans le but de produire une évaluation la plus objective possible, nous avons, dans une première étape, pondéré les domaines d'analyses en fonction de la qualité des informations recueillies des protocoles analytiques utilisés ainsi que de leur signification écotoxicologique. Le Tableau 3.20a détaille les résultats menant à cette pondération. Par la suite, nous avons attribué un système de pointage en fonction des données obtenues pour chaque domaine analytique ayant servi à la caractérisation. Le Tableau 3,20b présente le système de pointage retenu pour l'étude de caractérisation des abat-poussière. Les justifications relatives à l'attribution des pointages sont formulées à l'annexe X.

Le Tableau 3,21 présente les résultats issus de cette démarche pour les quatre formulations d'abat-poussière.



Cette évaluation permet de faire ressortir que le LiNH, le LiCa et le E.Bit présentent un potentiel de danger élevé. En effet, les deux lignosulfonates contiennent plusieurs contaminants, sont très toxiques, sont très lixiviables et ont une composition complexe. Le E.Bit contient plusieurs contaminants, présente une forte toxicité ainsi qu'un potentiel génotoxique. Enfin, le CaCl présente un potentiel de danger de faible à moyen. Son principal handicap réside dans sa forte mobilité et l'absence de dégradation.

TABLEAU 3.20.

Grilles de pondération (a) et de pointage (b) pour  
l'évaluation des dangers relatifs aux abat-poussière.

## a) PONDÉRATION

DOMAINE	COMP	CONT	TOX	GÉNO	DÉG.	LIX
<b>PROTOCOLE</b>						
uniformisé/expérimental	1	1	2	2	4	3
<b>DONNÉES</b>						
quantitative/qualitative	1	1	3	3	4	3
<b>INFORMATION</b>						
complète/partielle	4	3	3	4	4	4
signif. environnementale	5	2	3	2	2	2
<b>PORTÉE</b>						
temporelle	4	1	3	2	2	3
spatiale	5	2	3	2	3	2
<b>PONDÉRATION :</b>	1.0	2.0	1.2	1.3	1.0	1.2

\*inspiré de RAU &amp; WOOTEN (1980)

## b) POINTAGE

POINTAGE	COMP	CONT	TOX	GÉNO	DÉG	LIX
1000	> 0,5	> 5	> 1000	> 100	0	> 60%
100	0,3 - 0,5	3 - 4	100 - 1000	10-100	1-2	30-60%
10	0,2 - 0,3	1 - 2	10 - 100	1-10	2-3	10-29%
1	< 0,2	0	< 10	< 1	> 4	< 10%
<b>PONDÉRATION :</b>	1.0	2.0	1.2	1.3	1.0	1.2

\*inspiré de O'BRYAN &amp; ROSS (1988)

TABLEAU 3,21: Évaluation des dangers relatifs aux abat-poussière  
à partir de la grille d'évaluation adoptée pour cette étude.

PRODUIT	COMP	CONT	TOX	GÉNO	DÉG	LIX	TOTAL	DANGER
CaCl:	10	20	120	1	1000	1200	2351	faible à moyen
LiCa:	1000	2000	1200	1	100	1200	5501	élevé
LiNH:	1000	2000	1200	1	10	1200	5411	élevé
E.Bit:	100	2000	1200	1300	1	1.2	4602	élevé

### 3.5 RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Les données actuelles relatives à la caractérisation des abat-poussière ne permettent pas de dégager avec satisfaction un portrait de leur qualité environnementale. Dans cette perspective, une étude écotoxicologique de quatre formulations opérationnelles d'abat-poussière a été réalisée par le gouvernement du Québec au cours de l'année 1989.

Ce volet de l'étude se penche plus particulièrement sur la caractérisation des dangers associés à chaque produit, à l'aide d'analyses réalisées en laboratoire. Le cadre analytique retenu vise à produire une information à l'égard a) de la composition des éléments majeurs des produits, b) du dépistage et de l'identification de contaminants reconnus prioritaires, c) du potentiel de toxicité et de génotoxicité et d) du potentiel de dégradation et de lixiviation.

L'étude comparative a été réalisée sur les quatre formulations opérationnelles suivantes:

- le chlorure de calcium (CaCl)
- le lignosulfonate de calcium (LiCa)
- le lignosulfonate d'ammonium (LiNH)
- l'émulsion bitumineuse de RP-3000 (E.Bit)

L'approche analytique retenue comporte une série de 27 analyses chimiques inorganiques, 13 analyses chimiques organiques dont sept familles de contaminants, six biotests de toxicité dont deux en conditions terrestres et un biotest de génotoxicité. Au total, 75 contaminants présentés dans la liste des contaminants prioritaires retenue dans le cadre du programme MISA (Municipal-Industrial Strategy for Abatement) ont été analysés. De plus, compte tenu de la complexité des produits à l'étude, une évaluation expérimentale du potentiel de dégradation a été faite en utilisant des paramètres intégrateurs (toxicité; DCO; COD) comme indicateurs de leur transformation relative. La dégradation a été expérimentée en milieu liquide, sous l'influence de la lumière (radiation UV) et de façon exploratoire par la microflore du sol. Enfin, le potentiel de mobilité des paramètres indicateurs spécifiques à chaque produit a été estimé par des essais de lixiviation.

La caractérisation des formulations aboutit aux informations spécifiques suivantes:

#### CaCl:

Cette formulation se présente comme incolore et de nature essentiellement inorganique. Les éléments majeurs identifiés sont le calcium, les chlorures, le potassium, le magnésium et le sodium. On retrouve toutefois des traces de composés phénoliques dans la formulation étudiée.

Le CaCl est particulièrement sensible à la daphnie et présente une toxicité aiguë de l'ordre de 220 à 240 unités toxiques (U.T.); les autres biotests de conditions aquatiques se révèlent un peu moins sensibles. En conditions terrestres, une toxicité d'au plus 42 U.T. est détectée, particulièrement à cause des propriétés hygroscopiques du produit. Comparé aux autres produits, le CaCl demeure le moins toxique pour les organismes aquatiques et le plus toxique pour les organismes terrestres.

D'autre part, les essais de dégradation confirment que le CaCl est relativement stable compte tenu de sa nature inorganique. Cependant, ce produit montre un potentiel de mobilité élevé, les éléments traceurs étant lixiviés à plus de 80 %. Ceci aurait pour effet de diminuer sensiblement la qualité organique des sols environnants. Aux conditions d'épandage, plus de 50% de la toxicité se retrouve dans la fraction lixiviée.

#### LiCa:

Cette formulation présente une coloration brun foncé et une charge organique importante. Les éléments majeurs identifiés sont les tannins et lignines et le calcium; le LiCa est aussi caractérisé par des solides volatils, des chlorures, du magnésium, de l'azote, du phosphore ainsi que des huiles et graisses et des acides gras et résiniques. Quatre acides résiniques, un acide gras et le zinc sont retrouvés dans la liste des contaminants prioritaires.

Une forte toxicité de 15 000 U.T. est obtenue avec le biotest algal; les autres biotests de conditions aquatiques ne dépassent cependant pas les 1 000 U.T. En conditions terrestres, la toxicité maximale se situe à environ 10 U.T.

Les essais de dégradation réalisés avec le LiCa indiquent que ce produit présente un potentiel de dégradation faible. En effet, en milieu liquide... Les éléments majeurs du LiCa sont lixiviés à près de 100%, ce qui aurait pour conséquence un enrichissement significatif de la qualité organique des sols environnants. On note aussi une mobilité de la toxicité équivalant à environ 20% de la fraction lixiviée.

#### LiNH:

Cette formulation de coloration brun foncé présente aussi une charge organique importante. Les éléments majeurs sont les tannins et lignines ainsi que l'azote; en outre, le LiNH est caractérisé par des solides volatils, du calcium, du fer, du potassium, du sodium, des huiles et graisses, et des acides gras et résiniques. En termes de contaminants, quatre acides résiniques, un acide gras, des traces de dioxines octachlorées, des cyanures, du phénol, du cuivre et du zinc sont détectés.

La toxicité du LiNH en conditions aquatiques, varie de 260 -400 U.T. pour la daphnie à 6 300 - 7 400 U.T. pour l'algue. En conditions terrestres, le ver de terre se révèle le plus sensible (entre 13 et 18 U.T.).

Le potentiel de dégradation du LiNH est estimé comme moyen principalement au niveau de sa toxicité. Les éléments majeurs se sont montrés lixiviés à 80%, ce qui aurait pour conséquence un enrichissement significatif de la qualité organique des sols environnants. Aucune toxicité n'est détectée dans la fraction lixiviée.

#### E.Bit:

Cette formulation de nature essentiellement organique, est caractérisée par une coloration brunâtre, s'apparentant à du café au lait. Le E.Bit contient principalement des huiles et graisses minérales que nous n'avons pas pu identifier spécifiquement. Les solides volatils, les chlorures, le calcium et l'azote constituent les autres éléments identifiés. Certains contaminants ont aussi été détectés, soit des traces de dioxines octachlorées, trois hydrocarbures aromatiques monocycliques et deux hydrocarbures halogénés.

En conditions aquatiques, la toxicité du E.Bit se situe au minimum à 1000 U.T. (Microtox) et atteint jusqu'à 25 000 U.T. pour la daphnie. Cependant, en conditions terrestres, la toxicité se révèle non-détectable tant pour les essais de germinations que pour le ver de terre.

Le E.Bit constitue la seule formulation à présenter un potentiel génotoxique détectable par le test de Ames.

Par ailleurs, le E.Bit apparaît comme non-persistant, à cause de son potentiel de dégradation élevé et de sa faible mobilité dans les eaux de lixiviation.

L'ensemble des données analytiques ont ensuite été regroupées en six domaines d'intérêt pour la caractérisation écotoxicologique:

- **Composition**, lequel estime la complexité chimique des produits à l'égard des analyses réalisées;
- **Contaminant**, lequel examine la présence de contaminants jugés prioritaires dans les produits
- **Toxicité**, lequel examine l'importance des effets toxiques des produits sur les organismes vivants;
- **Génotoxicité**, lequel examine le potentiel génotoxique associé au produit;
- **Dégradation**, lequel estime le potentiel de transformation des produits dans l'eau, par la lumière et dans le sol;
- **Lixiviation**, lequel estime le potentiel de mobilité des produits dans les eaux de lixiviation.

Dans le but d'assurer une caractérisation la plus objective possible, un système de pointage des domaines analytiques a été développé. Un tel système a permis d'une part, de pondérer les domaines en fonction des protocoles utilisés, de la fiabilité des données, de l'information engendrée ainsi que la portée environnementale de cette information. Pour chaque domaine, des critères de qualité ont été retenus et intégrés au système de pointage.

En parallèle à cette évaluation, chaque produit a été confronté aux exigences normatives de l'annexe III du Règlement sur les déchets dangereux.

Cette démarche d'évaluation a permis d'aboutir à l'information suivante:

PRODUIT	POINTAGE OBTENU	DANGER	NORMES RDD
CaCl	2351	faible à moyen	conforme
LiCa	5501	élevé	conforme
LiNH	5411	élevé	non-conforme
E.Bit	4602	élevé	non-conforme

L'ensemble des activités de caractérisation permet de dégager les conclusions suivantes:

la formulation opérationnelle de chlorure de calcium présente un danger de faible à moyen, particulièrement à cause de sa persistance dans les milieux récepteurs. Des traces de composés phénoliques sont notées dans la formulation étudiée. Une faible toxicité est prévisible pour les organismes des milieux terrestres. Ce produit est toutefois conforme aux exigences normatives du Règlement sur les déchets dangereux.

la formulation opérationnelle de lignosulfonate de calcium présente un danger élevé, principalement à cause de la présence d'au moins cinq contaminants jugés prioritaires, de sa forte toxicité vis-à-vis les organismes aquatiques ainsi que son potentiel de lixiviation élevé. Ce produit est toutefois conforme aux exigences normatives du Règlement sur les déchets dangereux.

la formulation opérationnelle de lignosulfonate d'ammonium présente aussi un danger élevé, à cause de la présence d'au moins neuf contaminants jugés prioritaires, de sa toxicité vis-à-vis les organismes aquatiques ainsi que son potentiel de lixiviation élevé. De plus, ce produit s'avère non-conforme aux exigences normatives du Règlement sur les déchets dangereux en ce qui concerne le cuivre ( $>10$  mg/L) et le zinc ( $>10$  mg/L).

la formulation opérationnelle de RP-3000 présente un danger élevé, à cause de la présence d'au moins six contaminants jugés prioritaires, de sa toxicité vis-à-vis les organismes aquatiques et de son potentiel génotoxique.



Ce produit est jugé non-conforme aux exigences normatives du Règlement sur les déchets dangereux en ce qui concerne les huiles et graisses minérales ( $>15\ 000$  mg/L) et des hydrocarbures aromatiques monocycliques ( $>2$  mg/L).

Ces conclusions devront toutefois être pondérées à l'égard des essais en modèle réduit et des épandages expérimentaux sur tronçons de route.

### 3.6 RÉFÉRENCES

---

- ACRES International Limited, 1988. Dust suppressant study, Rapport scientifique pour Environnement Ontario, Waste Management Branch, Toronto, Ontario. 98 pages.
- ADAMS, J. W. 1988. Environmental effects of applying lignosulphonate to roads. Reed Lignin, Research and Development. 11 pages.
- AFNOR, 1983. Essais des eaux. Détermination de l'inhibition de la mobilité de la Daphnia magna. Association Française de Normalisation, NF T90-301, 11 pages.
- AFNOR, 1982. Qualité des sols. Essai d'inhibition de germination de semences par une substance. Association Française de Normalisation, X31-201, 5 pages.
- AFNOR, 1982. Toxicité sur vers de terre. Protocoles pour les essais inter laboratoires CEE. Association Française de Normalisation, X31C-doc 58, 25 pages.
- American Public Health Association, American Water Works Association et Water Pollution Control Federation. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th ed., American Public Health Association, Washington, D. C. 1134 pages.
- API, 1984. API Species Emerging Conception Microbiology. Analytical Profile Index. Vol.7, no.1.
- BNQ, 1982. Norme pour le chlorure de calcium, Bureau de Normalisation du Québec, Ministère de l'Industrie et du Commerce, NQ 2410-10, 13 pages.
- BNQ, 1987. Eaux Détermination de la toxicité. Méthode avec la bactérie bioluminescente Photobacterium phosphoreum. Bureau de Normalisation du Québec, Ministère de l'Industrie et du Commerce, NQ 3600-205, 24 pages.
- BNQ, 1990. Eaux Détermination de la toxicité. Méthode avec Daphnia magna. Bureau de Normalisation du Québec, Ministère de l'Industrie et du Commerce, NQ 3600-215, (En phase de normalisation).
- CONNELL, D. W. & G. J. MILLER. 1984. The chemistry and ecotoxicology of pollution. John Wiley & Sons. New-York.

- COUILLARD, D. et R. TRUDEL. 1981. Influence des rejets d'usines de pâtes et papier sur les macroinvertébrés, les bactéries et l'eutrophisation d'une rivière. Water Res. 15: 1331-1342.
- EDULJEE, G. H. 1988. Dioxins in the environment. Chem. Br. 24(12),: 1223-1226
- ENVIRONNEMENT CANADA, 1980. Méthode normalisée de la toxicité aiguë des effluents. Direction générale de la pollution de l'eau, DPE, rapport EPS-1-WP-80-1, 10 pages.
- IRCHA, 1981. Les produits chimiques dans l'environnement. Registre des données normalisées de leurs effets sur l'environnement. Institut National de Recherche Chimique Appliquée.
- JOBERT, G. 1983. Detailed method for quantitative toxicity measurements using the green algae Selenastum capricornutum. In: Advances in Environmental Science and Technology series: Aquatic Toxicology, J.O. Nriagu, Ed. John Wiley & Sons Inc., New-York. pp. 467-485.
- MATTHEWS, J.E. 1987. Evaluation of toxicity test procedure for screening treatability potential of waste in sol. Toxicity Assessment, 2: 265-281.
- Les PÉTROLES ALL PETROLEUM Inc. RP-3000, Abat-poussière. Brochure de la compagnie.
- MAZUCH, L. 1989. Lignosulphonate. Ministry of Transportation and Highways, Colombie Britannique. 6 pages.
- MENVIQ, 1985. Procédure d'évaluation des caractéristiques de déchets solides et de boues pompables. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des laboratoires, Envirodoq 8600038, 29 pages.
- MEO (Ministry of the Environment of Ontario), 1987. The effluent monitoring priority pollutants list. Municipal, industrial strategy for abatement (MISA).
- NORMAN, C. 1984. Lignosulphonates as a dust suppressant: an environmental assessment. Ministry of Transportation and Communication, Ontario. 49 pages.
- O'BRYAN, T. R. & R.H. ROSS 1988. Chemical scoring system for hazard and exposure identification. J. Toxicol. Env. Health 25(1): 119-134.

- OCDE, 1979a. Test Guidelines for the Determination of Inherent Biodegradability of Organic Chemicals. OCDE-Chemicals Testing Programme Expert Group C, Degradation/Accumulation. Protocole C103/79, 5 pages.
- OCDE, 1979b. Test Guidelines for the Use of Toxicity as a functional Analysis for (Bio)Degradability Testing. OCDE-Chemicals Testing Programme Expert Group C, Degradation/Accumulation. Protocole C125/79/NL, 5 pages.
- OCDE, 1979c. Test Guidelines for the Simulation Test of the Photodegradation (gas phase) (Fujiki's Method). OCDE-Chemicals Testing Programme Expert Group C, Degradation/Accumulation. Protocole C101/79/JAP, 14 pages.
- OCDE, 1983. Lignes directrices pour les essais de produits chimiques. Paris, France.
- PRODUITS CHIMIQUES GENERAL du CANADA ltée. Brochure technique sur le chlorure de calcium. Brochure technique PR2,5 pages.
- RAU, J. G. & D. C. WOOTEN. 1980. Environmental impact analysis handbook. Mc Graw Hill Book Company.
- USEPA, 1983. Interim procedures for conducting the Salmonella microsomal mutagenicity assay (Ames test). US Environmental Protection Agency, 600/4-82-068.
- WALKER, J.D. 1986 A U.S. E.P.A. perspective on ecotoxicology testing using microorganisms, in: Toxicity testing using microorganisms, Volume 2, B.J. Dutka and G. Bitton eds, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, chapitre 8, pp. 175-186.
- WONG, A. 1982. Characteristics of Spent Sulphite liquor. - ACPPA/TS Sulphite Committee Survey. Pointe-Claire, Québec.

## 4,0 ESSAIS EN LABORATOIRE

### 4,1 GÉNÉRALITÉS

Le ministère des Transports et le ministère de l'Environnement du Québec ont mandaté, par l'entremise de Sodexen Inc., l'École polytechnique de l'Université de Montréal pour compléter, en laboratoire, l'étude de la migration et de la lessivage de quatre produits abat-poussière utilisés couramment par le ministère des Transports sur les routes du Québec. Il s'agit là d'un volet particulier d'une étude écotoxicologique plus globale portant sur l'emploi des abat-poussière.

L'étude en laboratoire avait pour but de compléter les données déjà acquises d'essais réalisés sur différentes routes expérimentales, et d'en éclairer certains aspects précis, en bénéficiant des facilités d'analyse d'un milieu bien contrôlé.

La préparation des essais, les mesures et leurs analyses ont été effectuées entre le 1er octobre 1989 et le 1er mars 1990.

### 4,2 PROBLÉMATIQUE DE MODÉLISATION

Le but des essais de laboratoire est de recréer en milieu contrôlé les phénomènes de migration et de lessivage déjà observés sur les sections de route à l'essai. Le comportement de ces modèles doit expliquer les résultats observés in situ et quantifier certains paramètres nécessaires aux études comparatives des comportements des produits et de leur impact sur l'environnement.

La modélisation devra donc respecter le genre de sols traités, leur état de compaction et leur infrastructure. Elle devra aussi être conforme aux routes couramment traitées en respectant la stratification des couches et les pentes du profil type.

Pour respecter ces contraintes il était exclu de travailler à échelle réduite, les mêmes lois de similitude ne s'appliquant pas aux divers phénomènes de diffusion, dispersion et lessivage devant être mis en évidence. Il fallait aussi créer des modèles suffisamment volumineux pour éviter tout effet de paroi, inexistant en réalité.

L'École proposait la réalisation de deux groupes d'essais séparés. Le premier, réalisé sur des colonnes de grand diamètre dont chacune est remplie du même matériau homogène, permettait l'étude de la dispersion. Le second groupe était conduit sur des sections reconstituées de route et portait sur l'observation et sur la mesure de la lessivage et de la migration résultante. Les 2 groupes sont décrits ci-dessus.

#### 4,3 MATÉRIEL UTILISÉ

Les sols et les produits abat-poussière utilisés lors de ces essais ont été sélectionnés et livrés au laboratoire de l'École par Sodexen Inc. et le ministère des Transports. Les premiers répondent aux normes d'acceptation du Ministère et pouvaient être qualifiés de silt argileux, de sable et de gravier.

Les produits abat-poussière étudiés sont ceux déjà utilisés dans les phases précédentes de l'étude sont le chlorure de calcium, le lignosulfonate d'ammonium, le lignosulfonate de calcium et une émulsion bitumineuse (RP 3000).

La figure 4,1 montre la courbe de compaction du sable utilisé.

La caractérisation des produits abat-poussière utilisés est décrite dans le chapitre 3 du présent rapport.

#### 4,4 MÉTHODOLOGIE DES ESSAIS DE DISPERSION

Le but des essais de dispersion est de comprendre le mécanisme du mélange et de la pénétration de l'abat-poussière dans un sol homogène et saturé. Les essais de dispersion sont réalisés sur des colonnes verticales de gros diamètres pour éviter les effets d'échelle et de paroi et la modification des champs d'écoulement par les prélèvements de lixiviat.

##### 4,4,1 PRÉPARATION GÉOTECHNIQUE

Les matériaux granulaires constituant les colonnes sont caractérisés par leur granulométrie. Ils sont ensuite soumis à un essai de compaction visant à déterminer leur densité optimale et leur teneur en eau correspondante sous une énergie donnée (Proctor modifié).

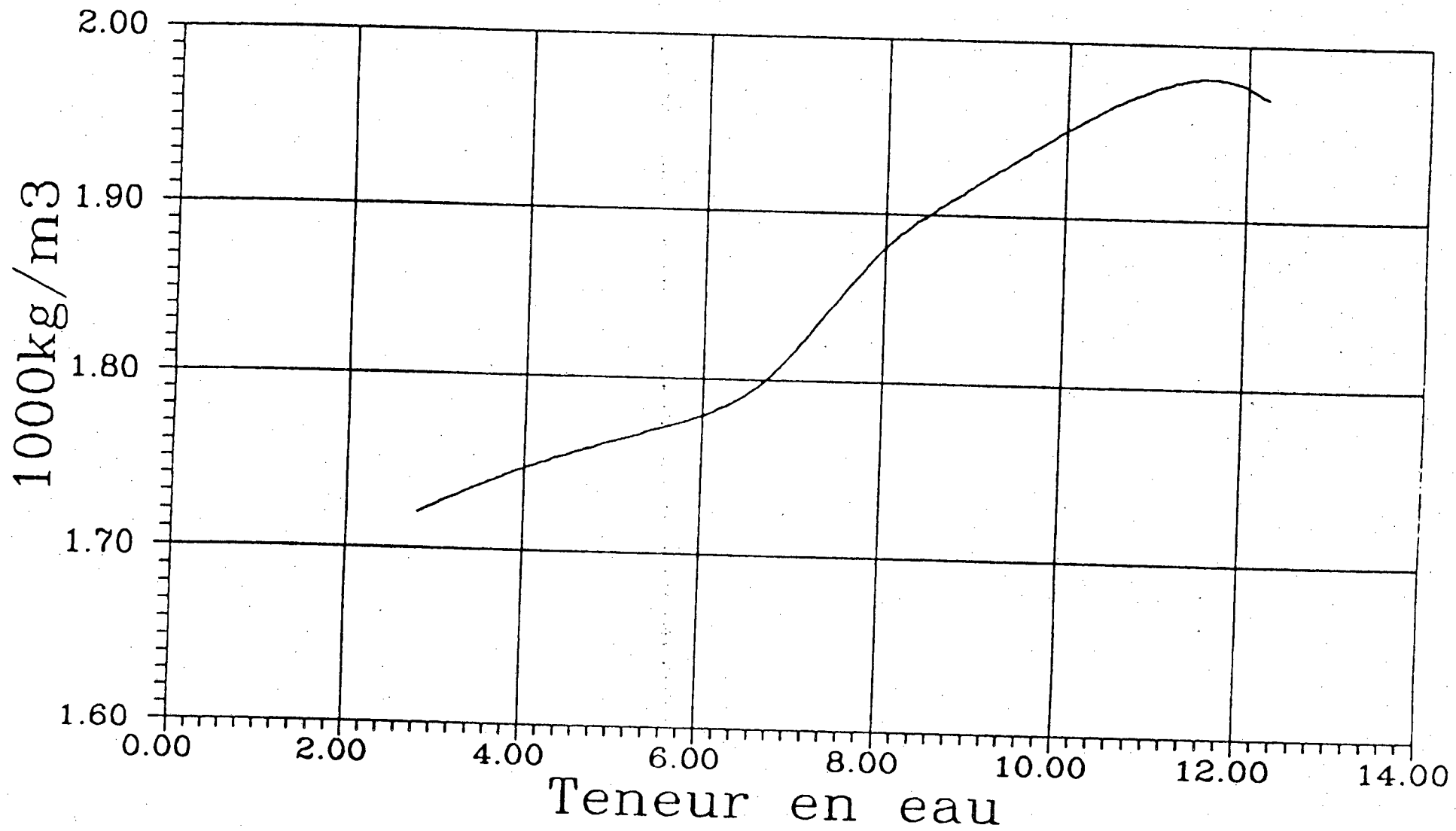


Figure 4,1 Test de Proctor pour le sable

#### 4,4,2 PRÉPARATION DES BARILS

Les colonnes de sol homogène sont constituées à l'intérieur de barils d'acier de 0,88 m de hauteur et de 0,56 m de diamètre. Ceux-ci sont tout d'abord nettoyés à la vapeur. Ils sont munis d'une aiguille de drainage et d'une vanne à la base, d'un orifice de trop plein au sommet (figures 4,2 et 4,3).

Ils sont alors enduits intérieurement d'une couche de résine époxy de 1 à 3 mm d'épaisseur pour protéger contre la rouille et les ions de métaux qui peuvent contaminer l'échantillon. Les parois extérieures de chaque baril sont peintes d'une couleur caractéristique pour faciliter l'identification des produits.

#### 4,4,3 MISE EN PLACE DU MATÉRIAU GRANULAIRE

Une couche de 7 à 8 cm de gravier est tout d'abord installée à la base de la colonne et recouvre l'aiguille de drainage. Le but de cette couche de perméabilité supérieure à celle de matériau testé est de maintenir l'écoulement unidimensionnel vertical dans tout le baril en cours d'essai.

La compaction requise est de 90% de la densité Proctor modifiée. Celle-ci étant connue, le poids de sol par couche d'épaisseur connue est calculée.

Une première couche de sol de 12 cm environ est placée dans le baril. Elle correspond donc à une quantité pesée dont la compaction doit aboutir à l'épaisseur désirée.

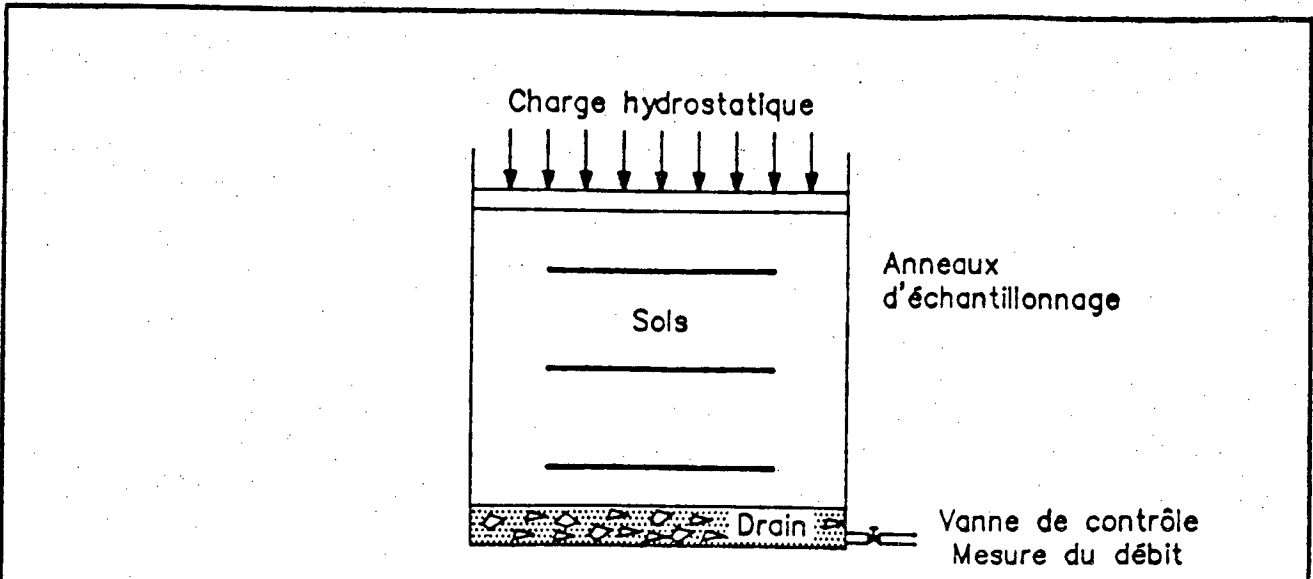
Après compaction, le premier drain d'échantillonnage est installé. Puis la couche 2 est placée et compactée et le processus de construction est reproduit jusqu'à la couche 6 (voir figure 3). Le sol est alors à 6 cm environ des bords du baril.

La colonne est alors déplacée et installée sur le site d'essai. Son orifice de drainage est relié à une ligne d'eau sous faible pression. La saturation lente de la colonne commence alors. Le rythme de cette saturation est suivi par l'intermédiaire des niveaux observés dans les tubes de prise d'échantillon. À l'apparition de l'eau en surface, l'arrivée d'eau est stoppée et la saturation maintenue quelques heures.

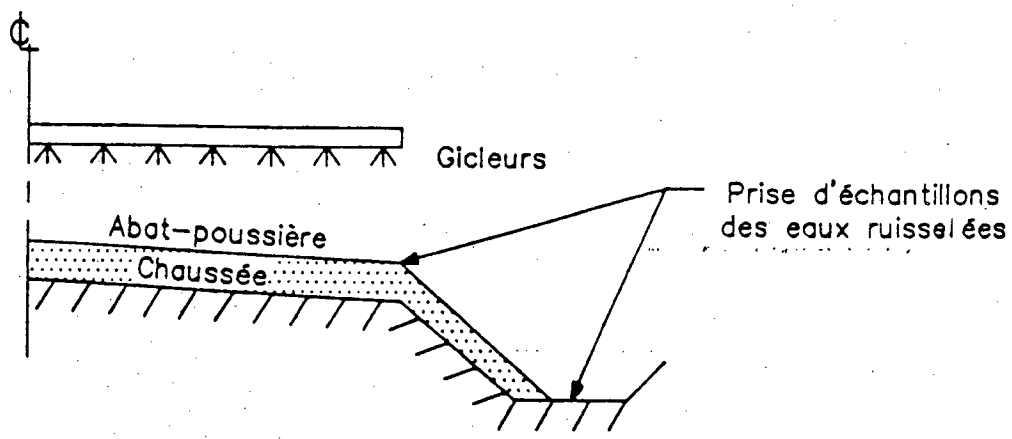
#### 4,4,4 TRAITEMENT DE LA SURFACE

Après un certain temps, la ligne de saturation est débranchée et la vanne de drainage est ouverte. Dès que le niveau dans le sol est descendu à quelques centimètres en dessous de la surface, la vanne est refermée et on attend le séchage de la couche de surface.

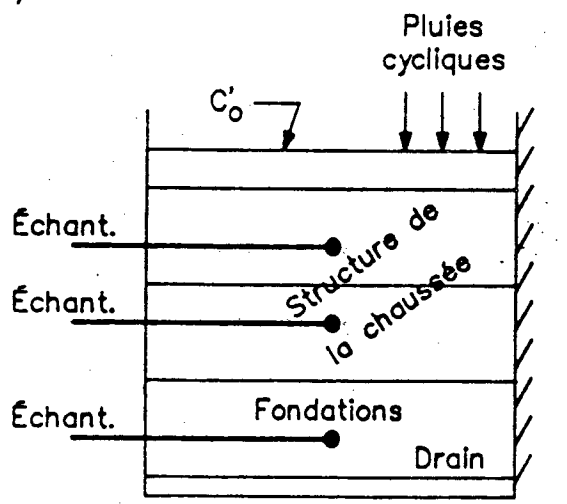




BARILS POUR ESSAIS DE DISPERSION



PROFILS POUR ESSAIS DE LESSIVATION



ESSAIS DE MIGRATION

Figure 4,2 Schématisation des essais en laboratoire

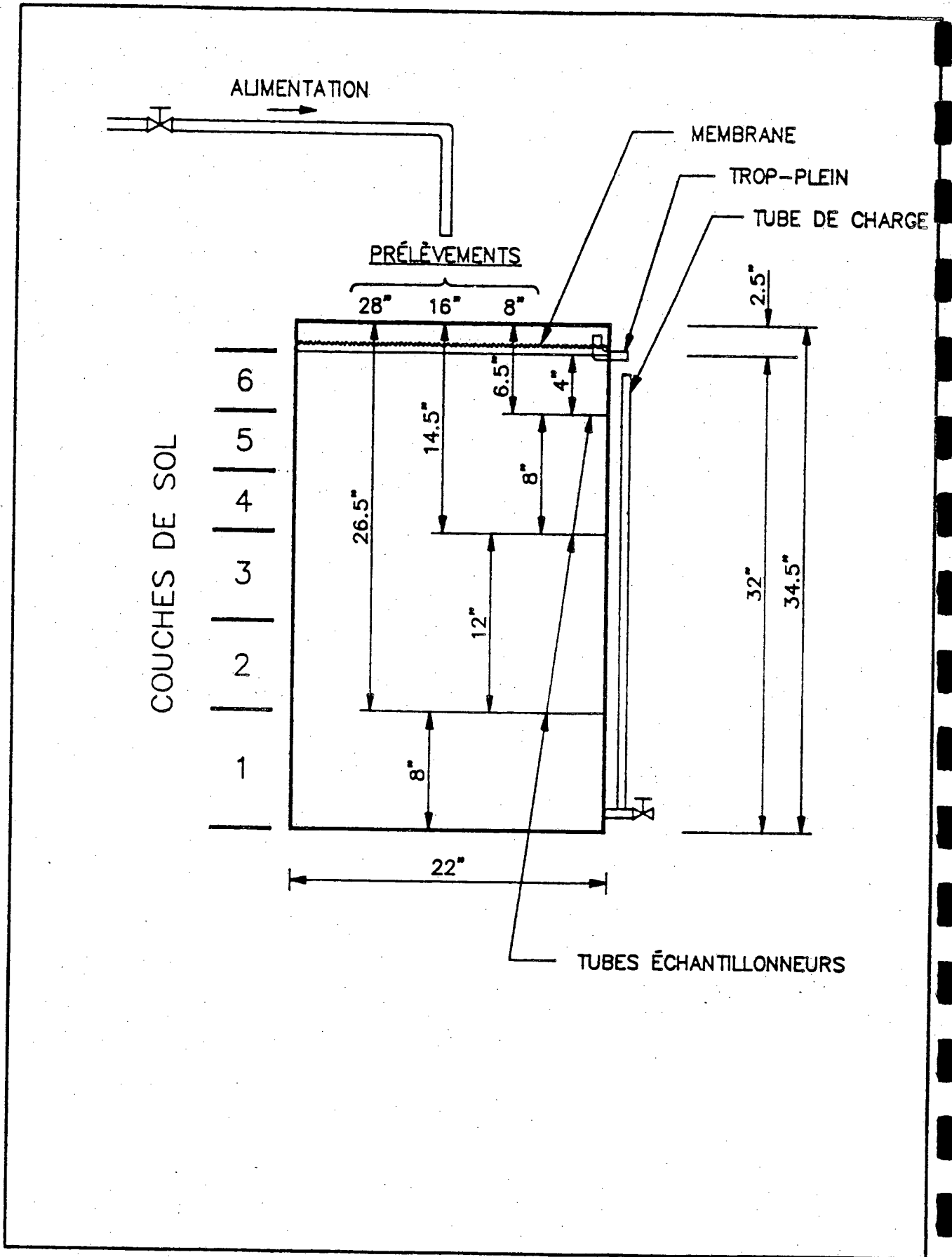


Figure 4,3 Essais de dispersion

Celle-ci est alors traitée avec le produit abat-poussière défini et au taux de 1,6 l/m<sup>2</sup> pour tous les produits sauf le CaCl<sub>2</sub> à 0,6 l/m<sup>2</sup> à l'aide d'une pulvérisation à basse pression.

Après le traitement, un délai de 24 heures permet le séchage de la surface traitée. Les tubes d'échantillonnages sont nettoyés et les bords devant servir à recevoir les échantillons d'eau sont préparés pour l'essai.

L'alimentation en eau du baril par le dessus est installée et comporte une membrane filtrante pour briser le jet et empêcher l'érosion de la surface traitée.

#### 4,4,5 DESCRIPTION DE L'ESSAI

À l'instant  $t=0$ , l'alimentation en eau du baril commence. Le débit fourni est supérieur au débit d'infiltration et assure un déversement continu mais faible par le trop plein. La vanne de drainage est ouverte et règle le débit d'infiltration recherché. À l'intervalle de temps fixe, des quantités d'eau sont prélevées par pompage dans les puits d'échantillonnages correspondant à différents niveaux, déversées dans les contenants préparés et identifiés en fonction de l'essai, du sol, de l'abat-poussière, de l'instant de prélèvement et du niveau du prélèvement.

Le débit d'infiltration est régulièrement mesuré en fonction du temps. Entre chaque prélèvement, les outils d'échantillonnages sont rincés.

Très rapide au début de l'essai, le rythme des échantillonnages diminue progressivement pendant les 5 à 7 jours que dure l'essai avec l'augmentation des pertes de charges.

Les bords contenant l'eau prélevée sont conservés à une température de 4 à 5°C en attendant leur transport au laboratoire d'analyse de Sodexen Inc.

#### 4,5 MÉTHODOLOGIE DES ESSAIS DE LESSIVATION ET DE MIGRATION

---

Le but des essais de lessivage est de quantifier la remise en solution des produits abat-poussière dans les eaux de ruissellement observées sur les routes lors de pluies diverses. Des essais de migration complètent l'étude de la dispersion en colonne en tenant compte de la propagation du produit abat-poussière dans la granulométrie stratifiée des fondations.

#### 4,5,1 DESCRIPTION DU BANC D'ESSAI DÉVELOPPÉ

Le laboratoire a développé, pour les essais de lessivage et de migration, un banc d'essai en deux parties (fig. 4,4).

La partie supérieure est constituée d'une plateforme de 2,44 m de largeur par 3,66 m de longueur. Elle est inclinée à 2%, la ligne de pente étant confondue avec la plus grande longueur. Elle est divisée en deux parties égales le long de la ligne de pente (figure 4). Cette plateforme représente un segment échantillon d'une demi-route et est recouverte de 15 cm de mélange granulaire constitué à 40% de sable, et à 60% de gravier. Elle est munie d'une double gouttière de récupération des eaux de ruissellement. La partie inférieure est composée de deux colonnes de 60 X 60 cm de section horizontale. Leur hauteur est de 93 cm et correspond à l'épaisseur des couches de fondations de la chaussée. Dans chaque colonne, une fondation multicouche (figure 4) a été recréée et des tubes d'échantillonnage ont été installés.

#### 4,5,2 PRINCIPES DES ESSAIS

Le banc d'essai a été étudié pour satisfaire aux essais de migration et de lessivage. Les deux types d'essais n'ont pas le même ordre de grandeur de durée. On réalisera donc dans l'ordre les essais de lessivage sous pluie violente, puis après réfection de la route, les essais de lessivage sous pluie intermittente et de migration en colonne.

#### 4,5,3 ESSAI DE LESSIVAGE SOUS PLUIE VIOLENTE

Après la mise en place des différentes couches constituant la route et sa fondation, un abat-poussière différent est pulvérisé sur chaque demi-route au taux déjà mentionné. Une durée de 3 jours est allouée au séchage.

Une pluie de 40 mm par heure est alors appliquée durant les 3 heures de l'essai et l'eau de ruissellement est échantillonnée régulièrement sur chaque demi-route. L'alimentation en eau de pluie est comptabilisée par un compteur situé avant les gicleurs, puis mesurée après le ruissellement pour vérification. Les échantillons identifiés sont réfrigérés puis expédiés au laboratoire de Sodexen Inc.

#### 4,5,4 ESSAI DE MIGRATION SOUS PLUIE INTERMITTENTE

L'essai sous pluie intermittente se fait en appliquant une pluie de 4 mm/heure pendant une heure chaque jour et ce pour une période de 10 jours. Dans le cas où le ruissellement se produit, des échantillons seront prélevés pour fin d'analyses.

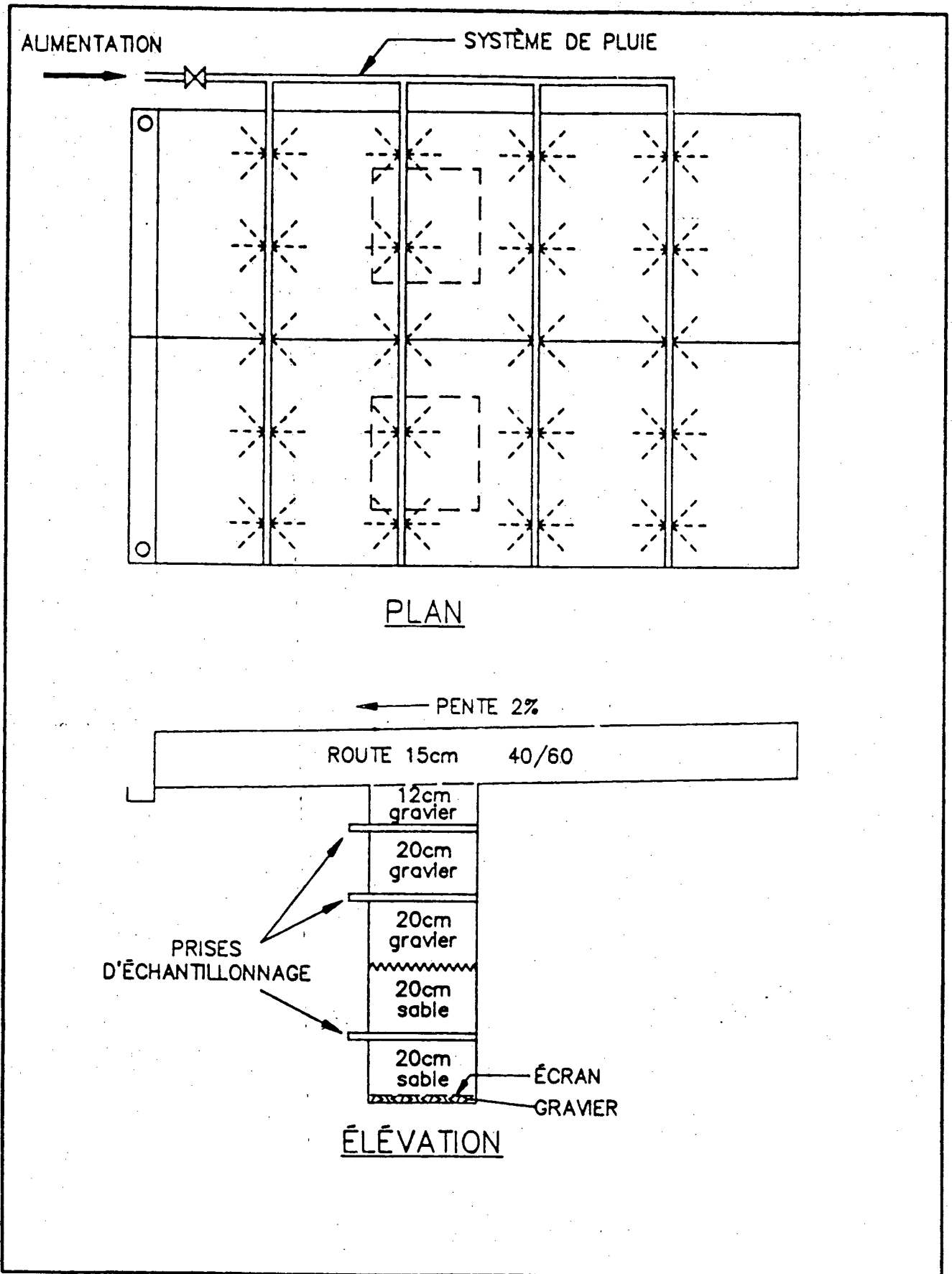


Figure 4,4 Banc d'essais de lessivation et de migration

L'essai de migration permet une prise d'échantillon similaire à l'essai de dispersion en baril et aboutit au prélèvement d'échantillonnage de sol à deux niveaux à la fin de l'essai.

#### 4,6 ESSAI DE DISPERSION PAR TRACEUR RADIOACTIF

Un traceur radioactif basé sur un isotope de calcium (Ca-45) a été appliqué au baril de silt argileux soumis au traitement de chlorure de calcium. La préparation initiale du baril était identique à celle des autres essais décrits en 4,4. Toutefois, le traitement de surface a été fait en ajoutant au chlorure de calcium une quantité de 2 millicuries de  $\text{Ca } 45 \text{ Cl}_2$ . Le même protocole d'essai a été appliqué ensuite, en évitant cependant le rejet d'eau radioactive par le drain et le trop plein.

Des échantillons ont été régulièrement prélevés selon le rythme habituel mais la quantité échantillonnée était beaucoup plus faible (de l'ordre de 1 ml). Les échantillons ont été analysés à l'aide d'un compteur Geiger blindé LND modèle 727.

#### 4,7 PRÉLÈVEMENT ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Deux types d'échantillons sont produits par les essais effectués: des échantillons de liquide infiltré ou ruisselé et des échantillons de sol.

Durant les essais de dispersion, des quantités de 400 ml environ de liquide sont extraites des barils par aspiration à travers les prises prévues aux trois hauteurs, et ce à intervalle régulier. L'échantillonnage est plus rapide au début de l'essai puis son rythme diminue graduellement. Le liquide est placé dans des bouchons stériles, fermés que l'on identifie complètement avant de le placer à l'abri de la lumière et à une température de 4 à 6°C. Il est ensuite transporté au laboratoire d'analyse de Sodexen Inc.

Lors des essais effectués avec traceur radioactif, la faible quantité de produits nécessaires aux analyses a permis le prélèvement d'échantillon de petit volume et donc à un rythme plus rapide lors du début de l'essai. L'analyse se faisait immédiatement, sur place.

L'échantillonnage durant les essais de lessivage s'est fait à partir de l'apparition du ruissellement, en bordure de la chaussée. Une gouttière de récupération installée sur toute la largeur de chaque section d'essai permettait la récupération des échantillons, ici aussi de 400 à 500 ml. Le même traitement leur était ensuite appliqué.

Des échantillons de sol ont été prélevés pour compléter l'étude d'impact du traitement aux abat-poussière. Les prélèvements ont été faits après la fin des essais, lors du démontage des modèles constitués. Des échantillons de 800 cm<sup>3</sup> environ ont été extraits des colonnes testées et des couches de surface établies pour étudier la lessivage. Ces échantillons ne sont représentatifs que de l'état final du modèle utilisé.

#### 4.8 ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

Les méthodologies utilisées pour l'analyse chimique des échantillons sont les mêmes que celles employées pour étudier les échantillons prélevés sur les routes expérimentales. Elles sont donc décrites dans la section 5.4.

#### 4.9 RÉSULTATS DES ESSAIS DE DISPERSION

L'analyse des échantillons obtenus aux différents niveaux des colonnes en fonction du temps permet d'établir des graphiques d'évolution de la concentration dans le sol étudié. Les résultats sont présentés sous cette forme aux figures 4,5 à 4,13. Il est à noter que les prises sont numérotées en ordre ascendant.

Il faut d'abord remarquer que les produits abat-poussière sont des composés et que leur concentration a été assimilée à celle d'un élément témoin. Cet élément témoin est différent d'un abat-poussière à l'autre et son poids volumique est différent.

Les concentrations mesurées aux différentes prises démarrent à zéro, passent par un maximum et diminuent progressivement vers un bruit de fond minimal. La forme de chacune de ces courbes de concentration dépend donc de la vitesse de solubilisation de l'abat-poussière, de son effet d'étanchéité du sol, du débit d'infiltration final de la colonne et de la rétention du produit abat-poussière dans le sol.

Tous les graphiques décrivant le mouvement des 3 abat-poussière dans les sables et les graviers confirment que le phénomène global peut être assimilé à la propagation d'une onde de contamination de type impulsion dans le milieu homogène. Cette onde se propage dans le sol à une certaine vitesse verticale que l'on peut associer à la perméabilité du milieu dans nos cas d'étude où la diffusion reste négligeable. Par ailleurs, l'onde s'amortit au fur et à mesure de sa propagation en fonction de la rétention du produit dans le sol, et cet amortissement caractérise l'effet de filtre à court terme du sol testé.

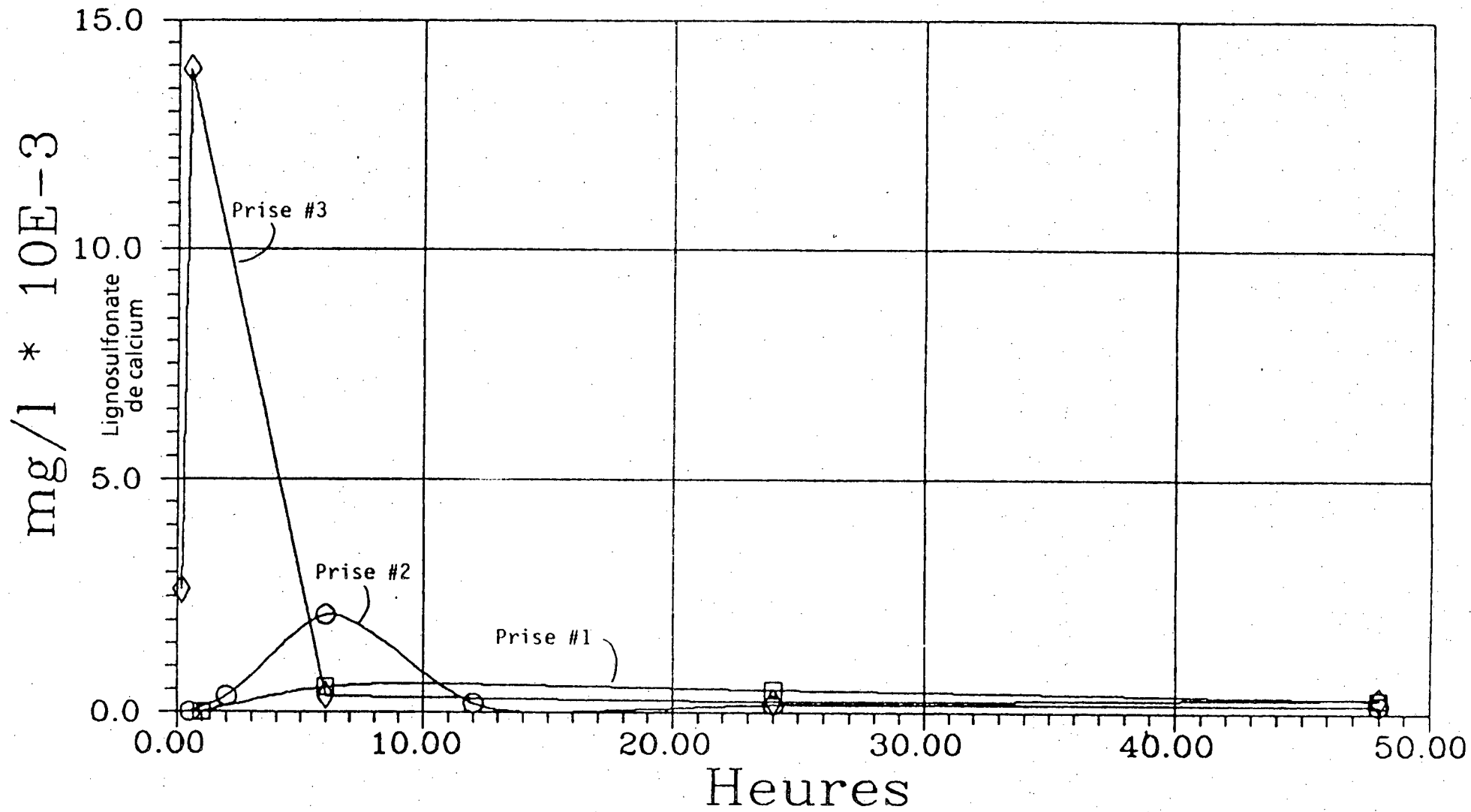


Figure 4,5 Évolution des essais de dispersion  
Lignosulfonate de calcium  
Milieu: sable



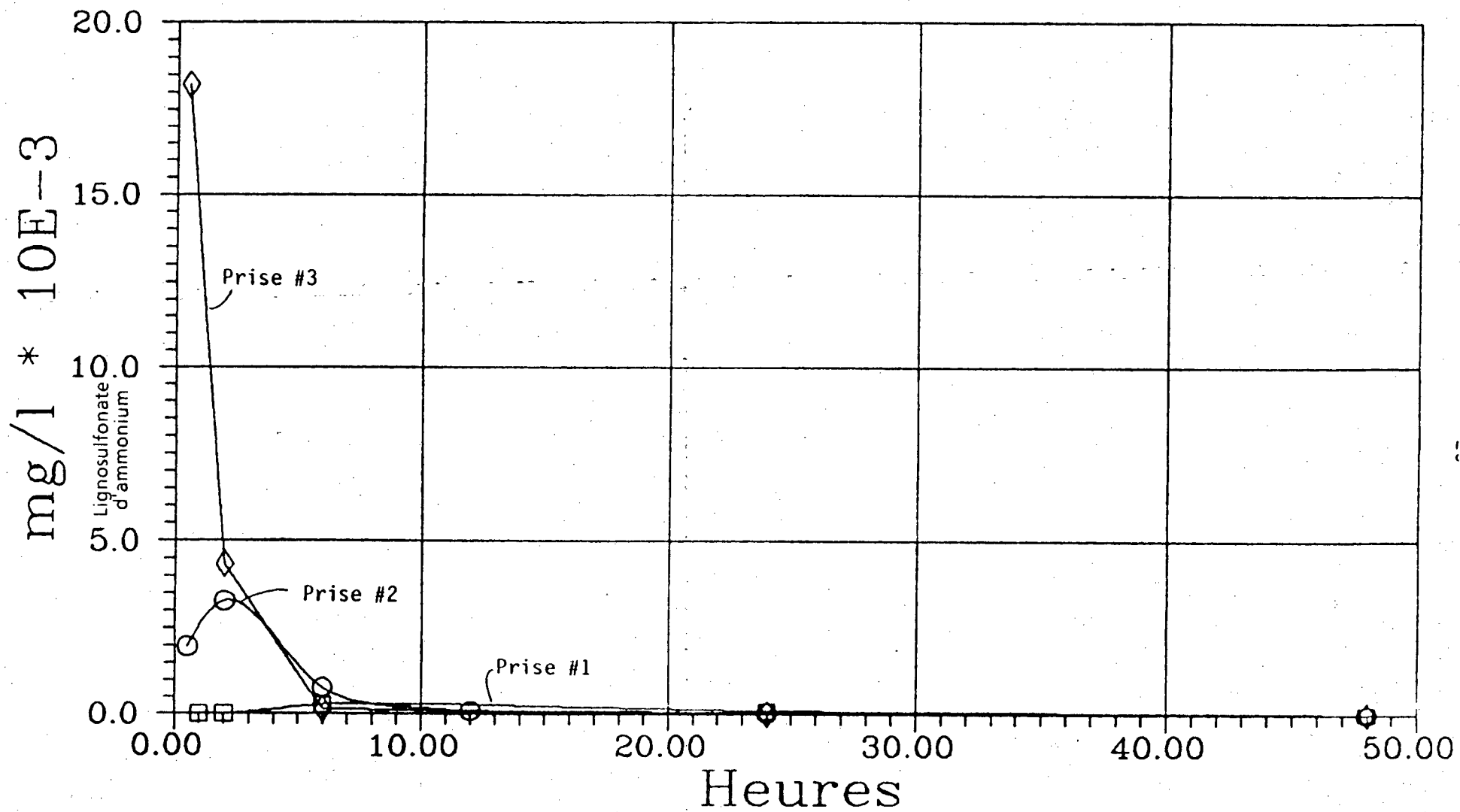


Figure 4,6 Évolution des essais de dispersion  
 Lignosulfonate d'ammonium  
 Milieu: Sable

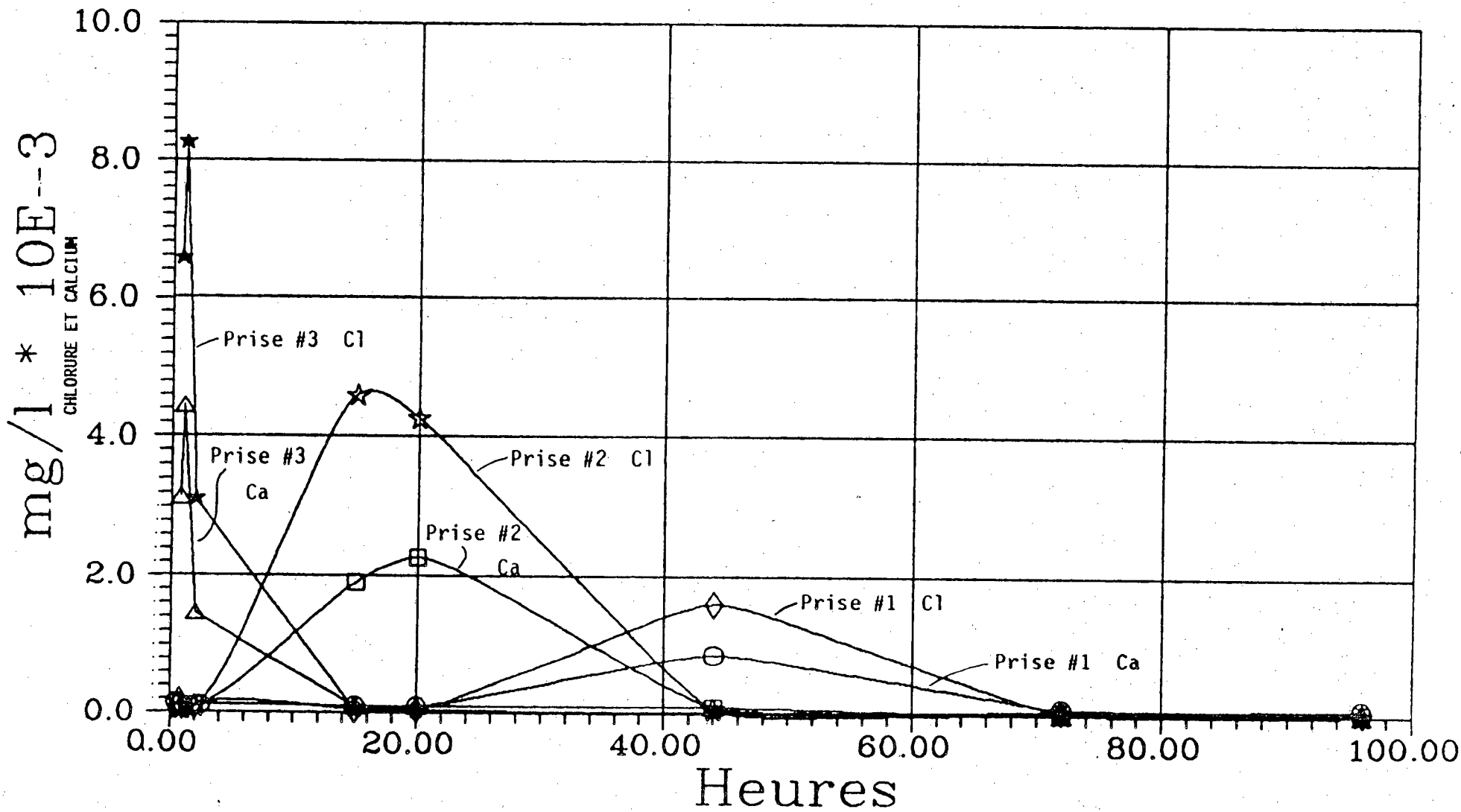


Figure 4,7 Évolution des essais de dispersion  
Chlorure de calcium  
Milieu: sable

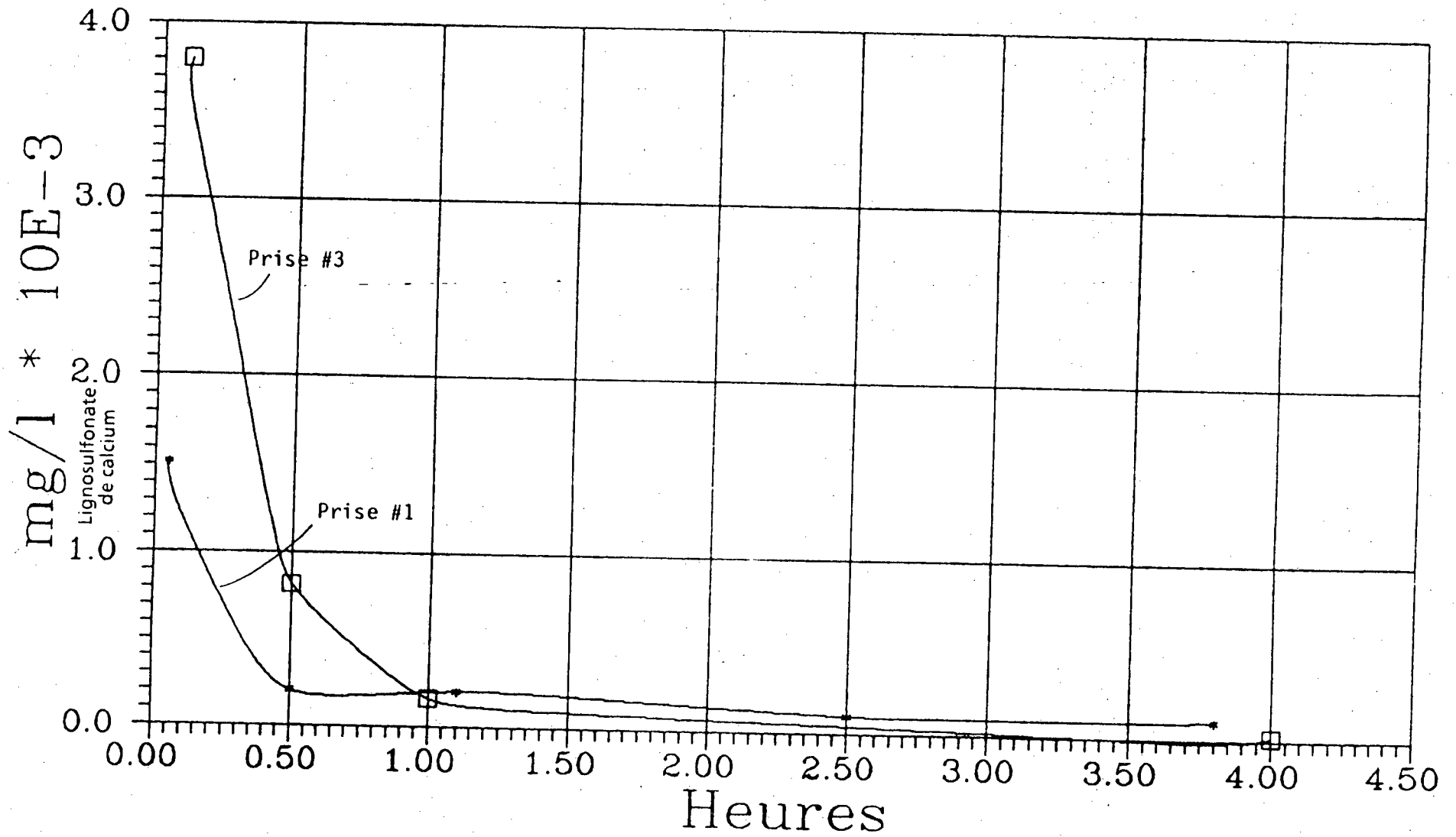


Figure 4,8 Évolution des essais de dispersion  
Lignosulfonate de calcium  
Milieu: pierre concassée

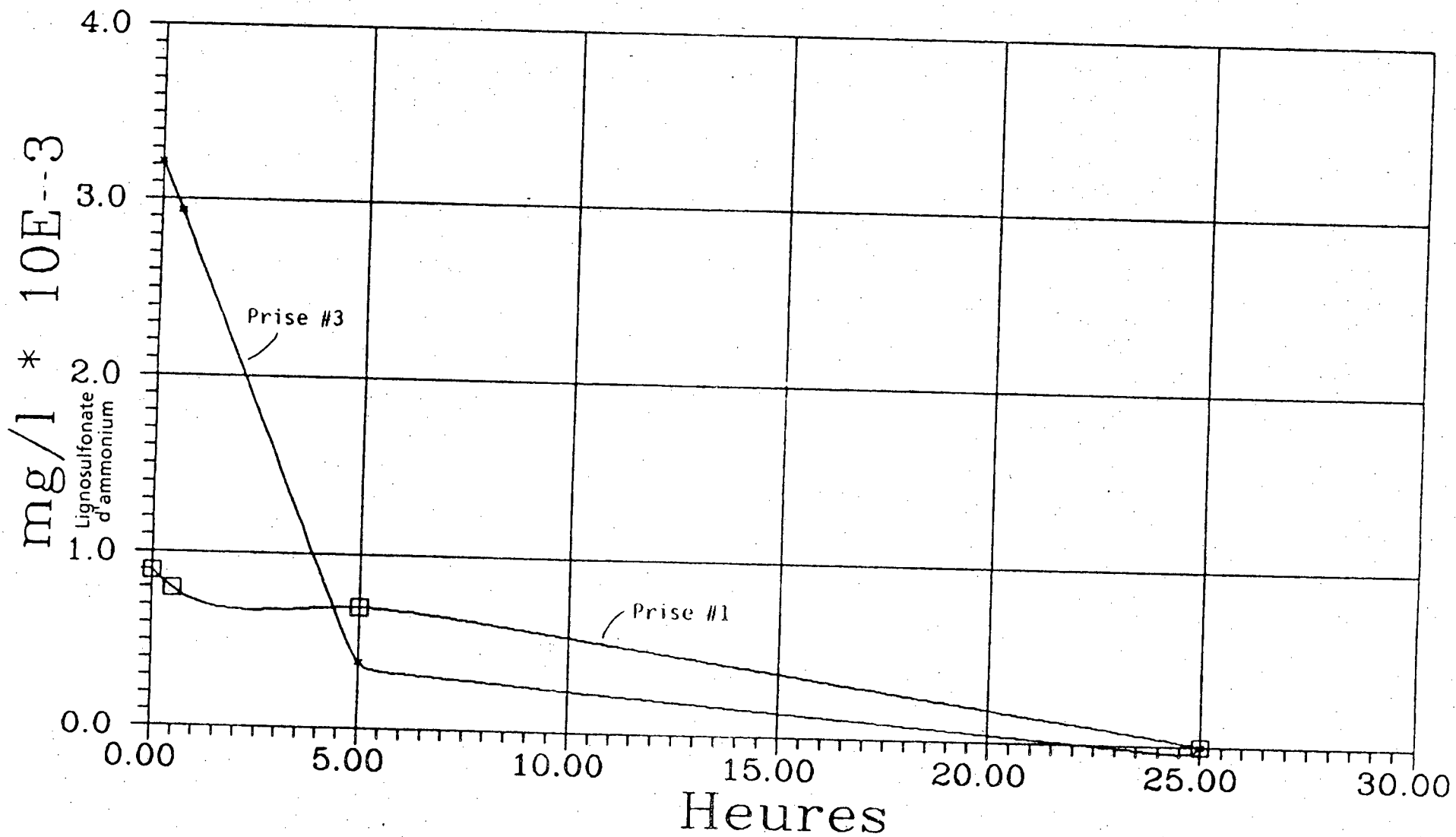


Figure 4,9 Évolution des essais de dispersion  
Lignosulfonate d'ammonium  
Milieu: pierre concassée

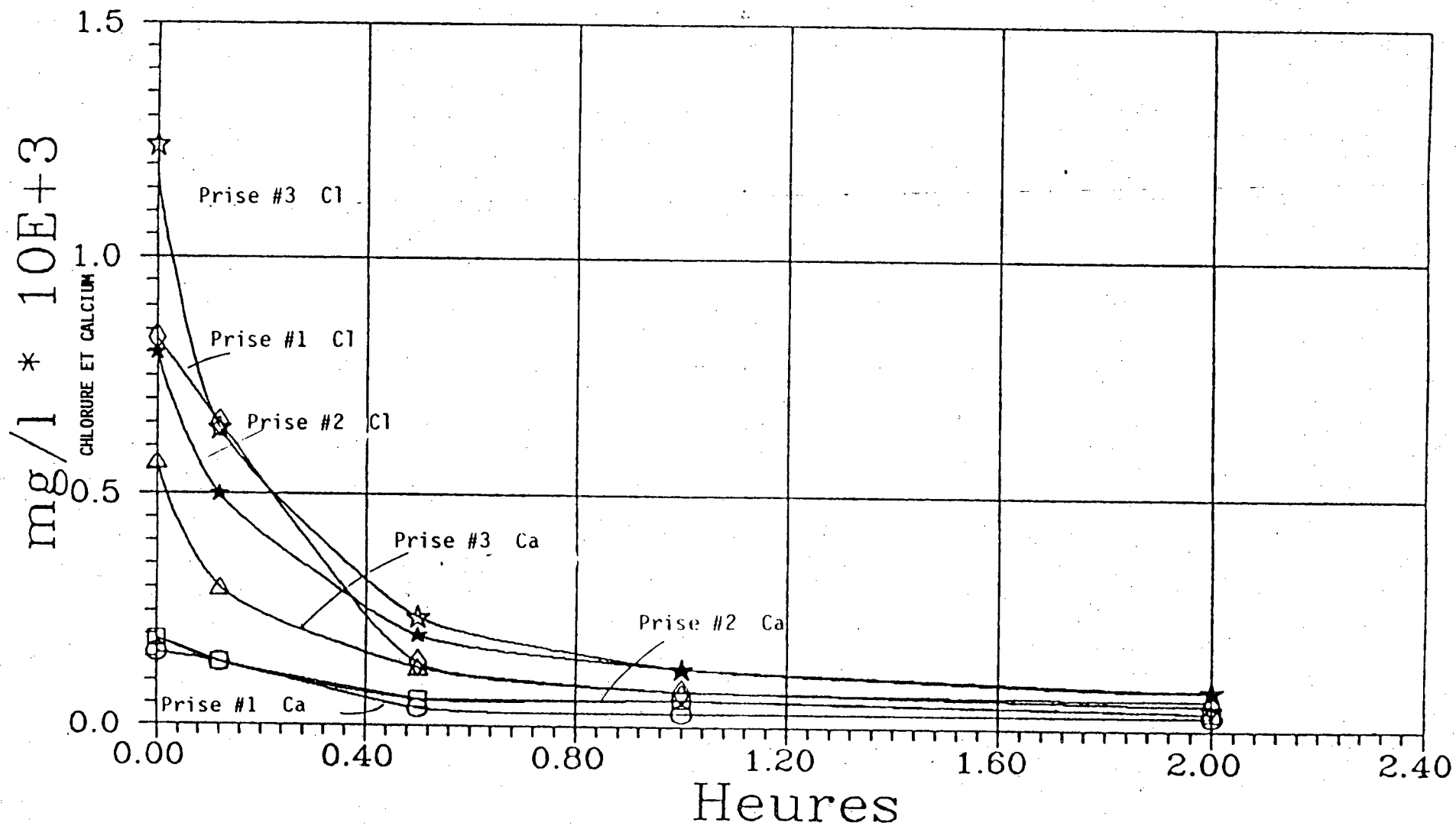


Figure 4,10 Évolution des essais de dispersion  
 Chlorure de calcium  
 Milieu: pierre concassée

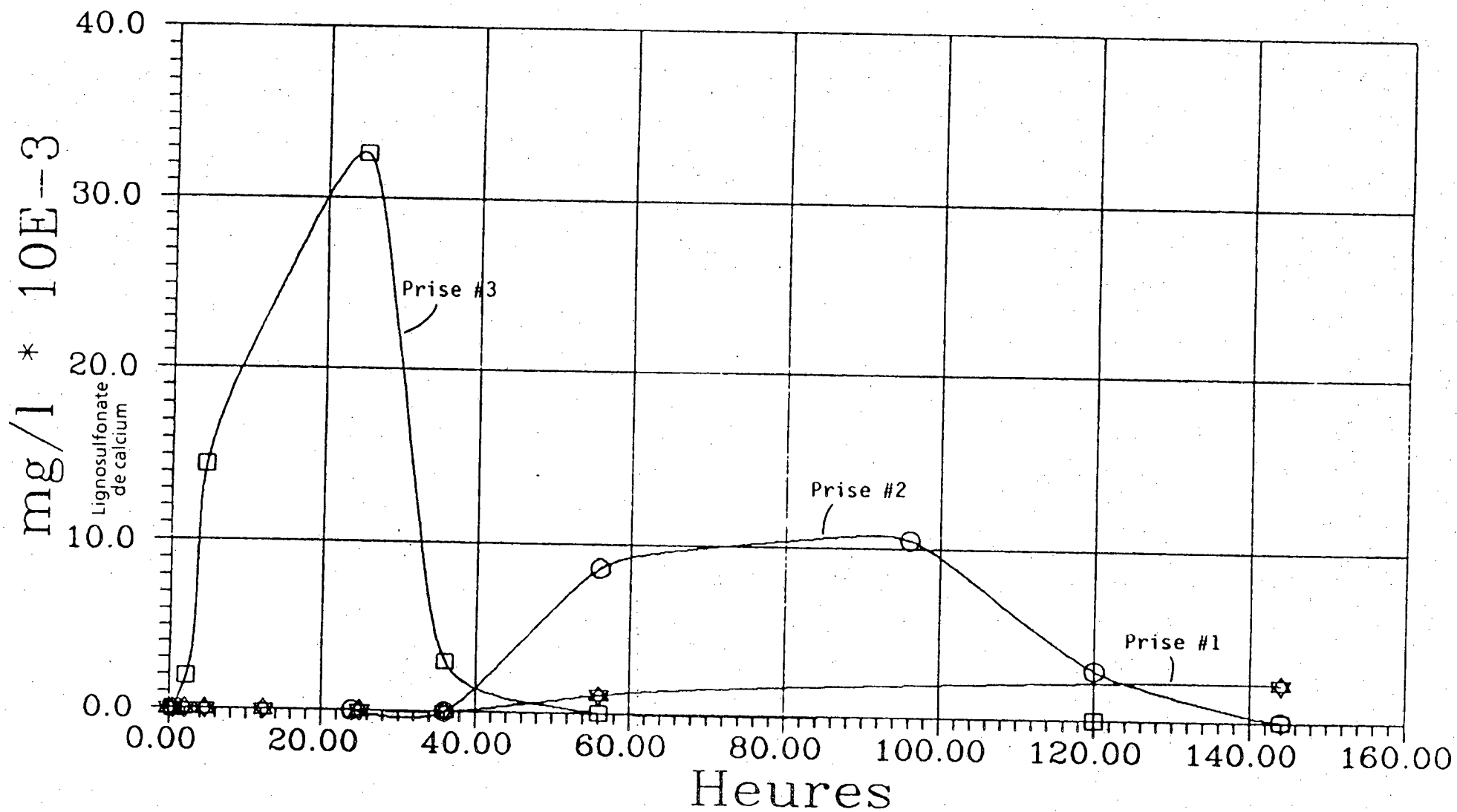


Figure 4,11 Évolution des essais de dispersion  
 Courbe de concentration en mg/l  
 Produit: lignosulfonate de calcium  
 Milieu: silt argileux

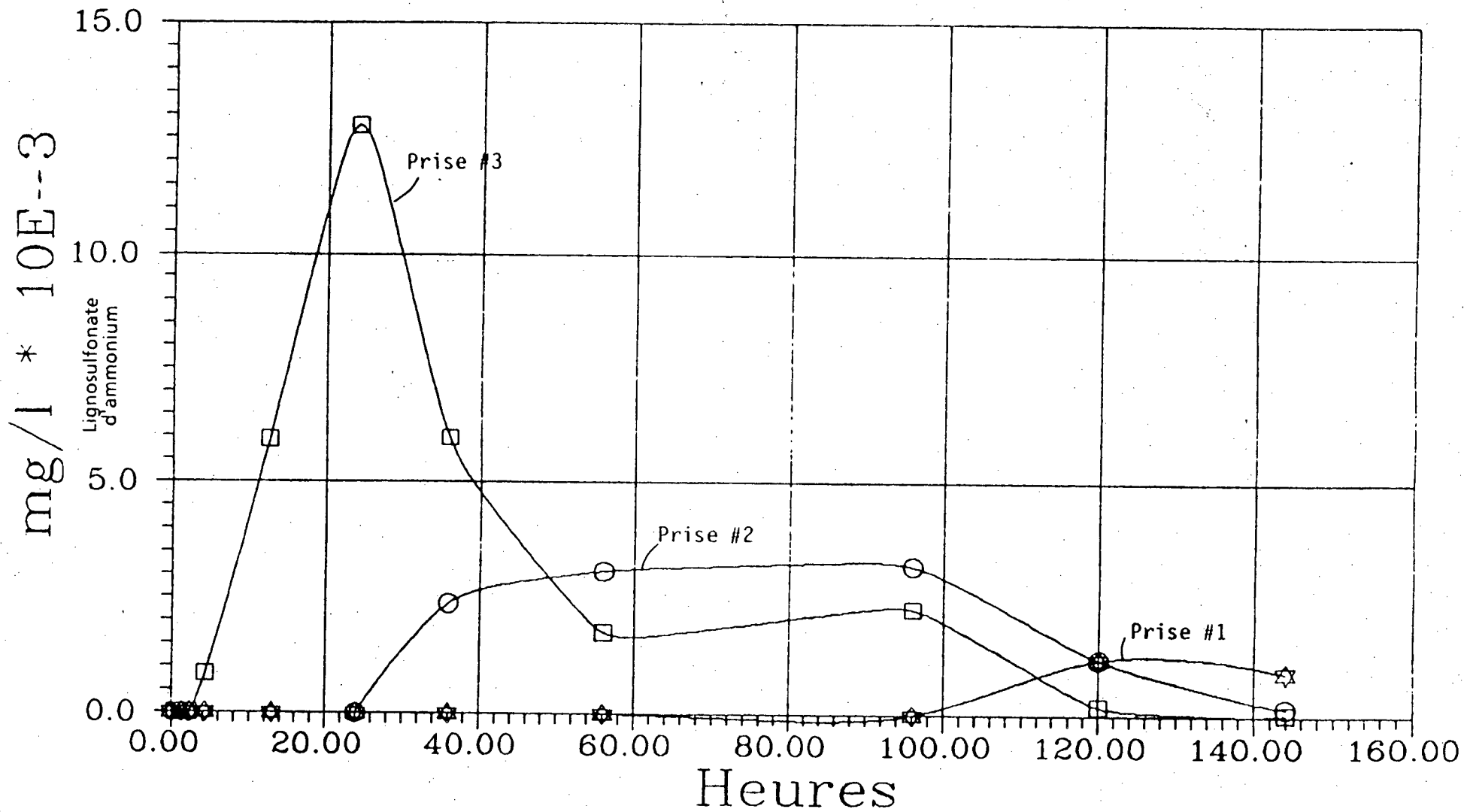


Figure 4,12 Évolution des essais de dispersion  
 Courbe de concentration en mg/l  
 Produit: lignosulfonate d'ammonium  
 Milieu: silt argileux

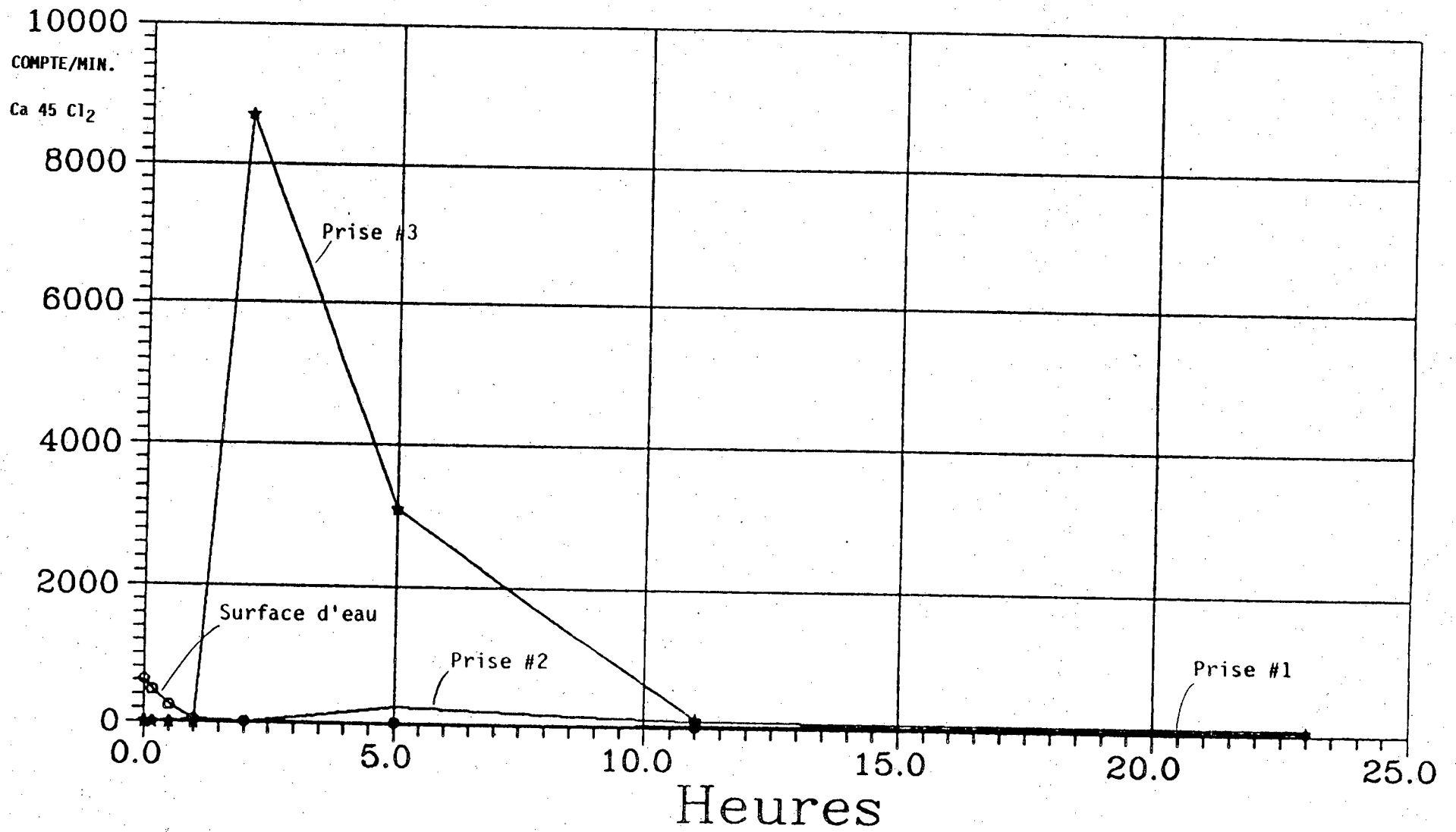


Figure 4,13 Évolution des essais de dispersion  
 Chlorure de calcium  
 Milieu: silt argileux - traceur radioactif



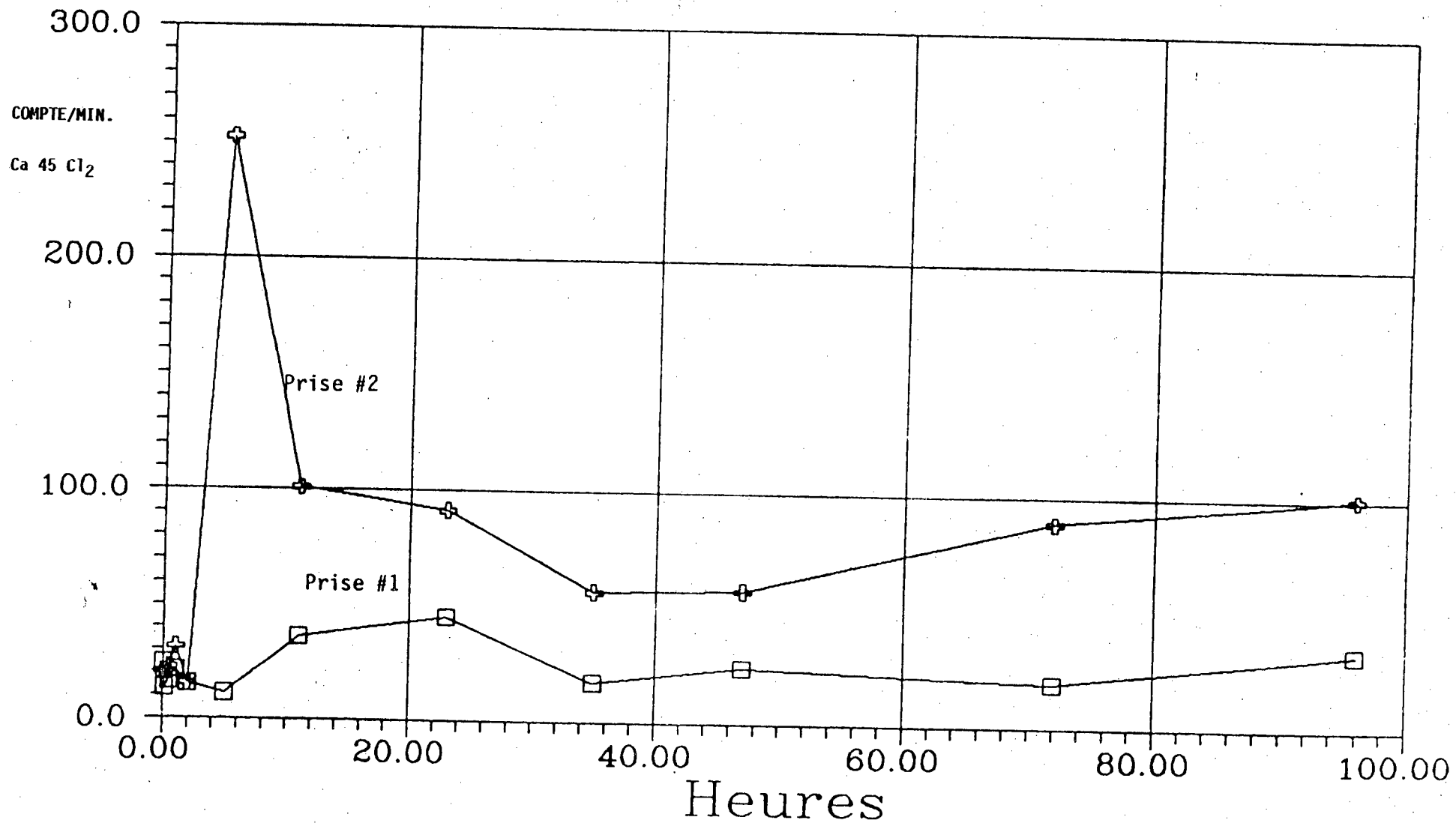
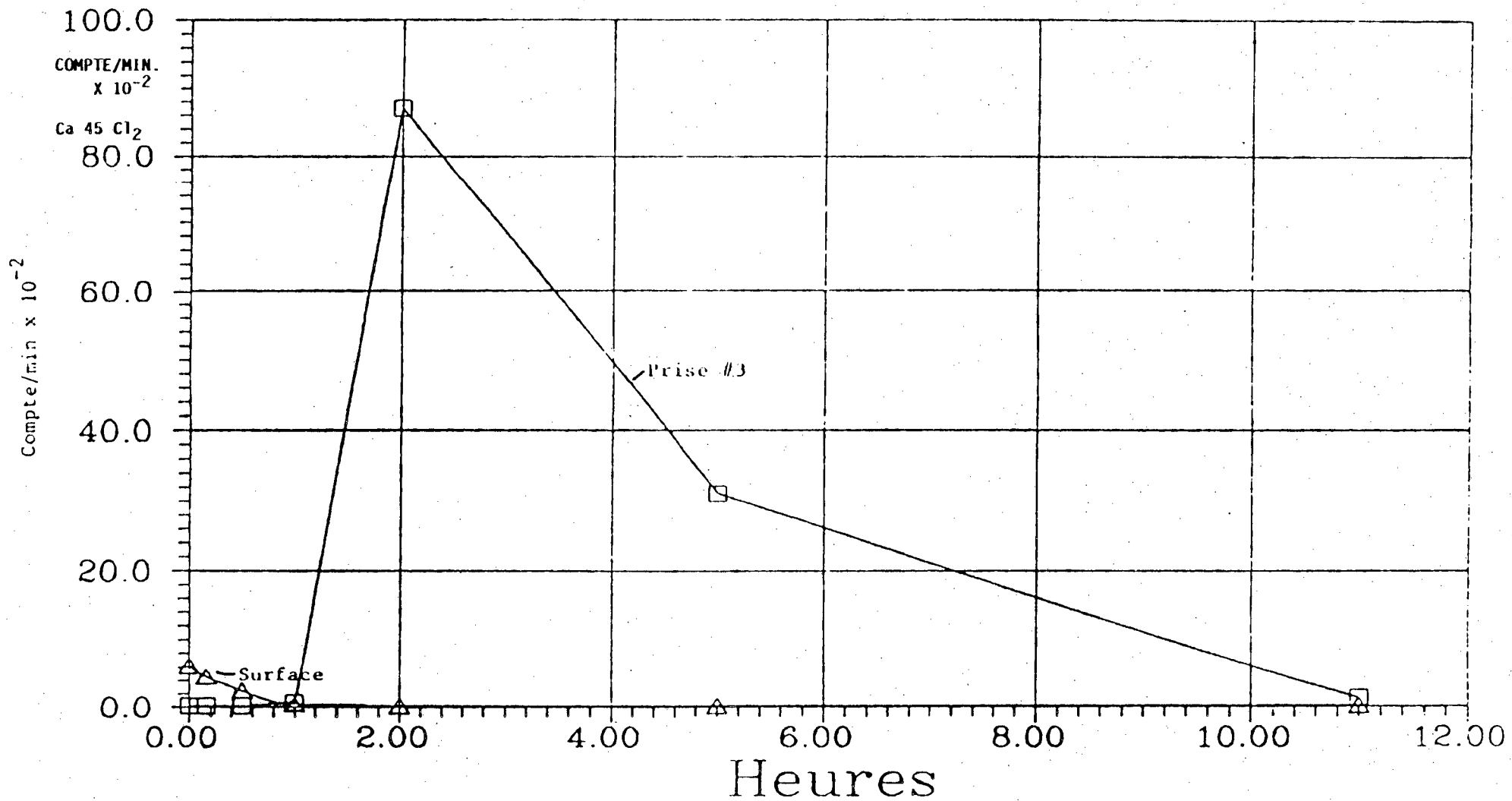


Figure 4,13b Évolution des essais de dispersion  
 Test avec chlorure de calcium utilisant  
 traceur radioactif  
 Milieu: silt argileux



sans traceur radioactif

Figure 4,13c Évolution des essais de dispersion  
 Test avec chlorure de calcium utilisant  
 traceur radioactif  
 Milieu: silt argileux

#### 4,9,1 COMPORTEMENTS TYPICIQUES DANS LE SABLE

Dans le sable, le maximum de concentration en lignosulfonate de calcium est observé après 30 minutes environ à 10 cm de profondeur, après 6 heures à 30 cm de profondeur et 24 heures après la mise en eau à 60 cm de profondeur.

Le lignosulfonate d'ammonium se propage plus vite aux prises de profondeur. On constate d'autre part une concentration plus élevée à la première prise. Les deux éléments mis ensemble peuvent être interprétés comme le résultat d'une plus grande miscibilité de lignosulfonate d'ammonium dans l'eau permettant de se propager dans le sol à une vitesse proche de celle de l'eau interstitielle.

Le chlorure de calcium présente la vitesse de propagation la plus lente. L'amortissement des ondes de concentration est plus rapide dans le cas des lignosulfonates et le bilan de continuité que l'on peut établir par intégration (après correction des débits) confirmerait peut être une plus forte absorption de celles-ci que du chlorure de calcium.

#### 4,9,2 COMPORTEMENTS TYPICIQUES DANS LE GRAVIER

Deux prises seulement ont été analysées pour les lignosulfonates mais elles confirment la grande vitesse de propagation du front de concentration dans les graviers. En moins de 3 minutes, le maximum de concentration est atteint à la prise inférieure. La diminution de concentration est plus marquée toutefois pour le lignosulfonate d'ammonium.

De la même façon, la propagation du front de concentration en chlorure de calcium est très rapide dans le gravier et les deux prises les plus profondes réagissent simultanément. Mais ici encore la propagation est plus lente que dans le cas des lignosulfonates.

#### 4,9,3 COMPORTEMENTS TYPICIQUES DANS LE SILT ARGILEUX

Les lignosulfonates présentent des comportements similaires aux faibles vitesses d'écoulement permises par le silt argileux. Les concentrations atteintes aux diverses prises d'échantillons sont très faibles. La rétention des 2 produits est longue dans le sol et explique l'affaissement marqué de la pointe de concentration d'une prise à l'autre.

Le chlorure de calcium présente une migration plus rapide et le silt argileux exerce sur lui qu'une rétention temporaire plus forte: le silt argileux est traversé plus facilement par l'onde de concentration obtenue par solubilisation du chlorure de calcium.

#### 4,9,4 REMARQUE

Le RP 3000 étanche complètement la surface des colonnes et ne permet aucune infiltration vers les prises d'échantillon.

### 4,10 RÉSULTATS DES ESSAIS DE LESSIVATION

Les résultats de lessivage des 4 produits sont présentés aux figures 4,14 à 4,17. Elles montrent que les concentrations des lignosulfonates et du RP 3000 dans les eaux de lessivage décroissent rapidement. Celles du chlorure de calcium sont plus constantes et restent très chargées pendant plus d'une heure.

Sous pluie intermittente, l'imperméabilisation réalisée par les différents abat-poussière n'était pas suffisante pour engendrer un ruissellement et aucune eau lessivée n'a pu être recueillie.

### 4,11 INTERPRÉTATION QUANTITATIVE DES ESSAIS DE MIGRATION

Les relevés de débit et de concentration effectués lors des essais de migration en baril permettent d'établir les quantités d'abat-poussière retenues dans les différents sols selon la méthode décrite ci-dessous. Les résultats sont ensuite présentés et analysés.

#### 4,11,1 MÉTHODE DE CALCUL

Durant chaque essai, les variables débit et concentration ont été relevées en fonction du temps. Le débit  $Q$  était mesuré au drain de fond et les valeurs relevées représentent le débit d'infiltration à travers le massif, constant à tous les niveaux. Les concentrations  $C$  sont celles existant à chaque instant au niveau de trois prises, dans le baril.

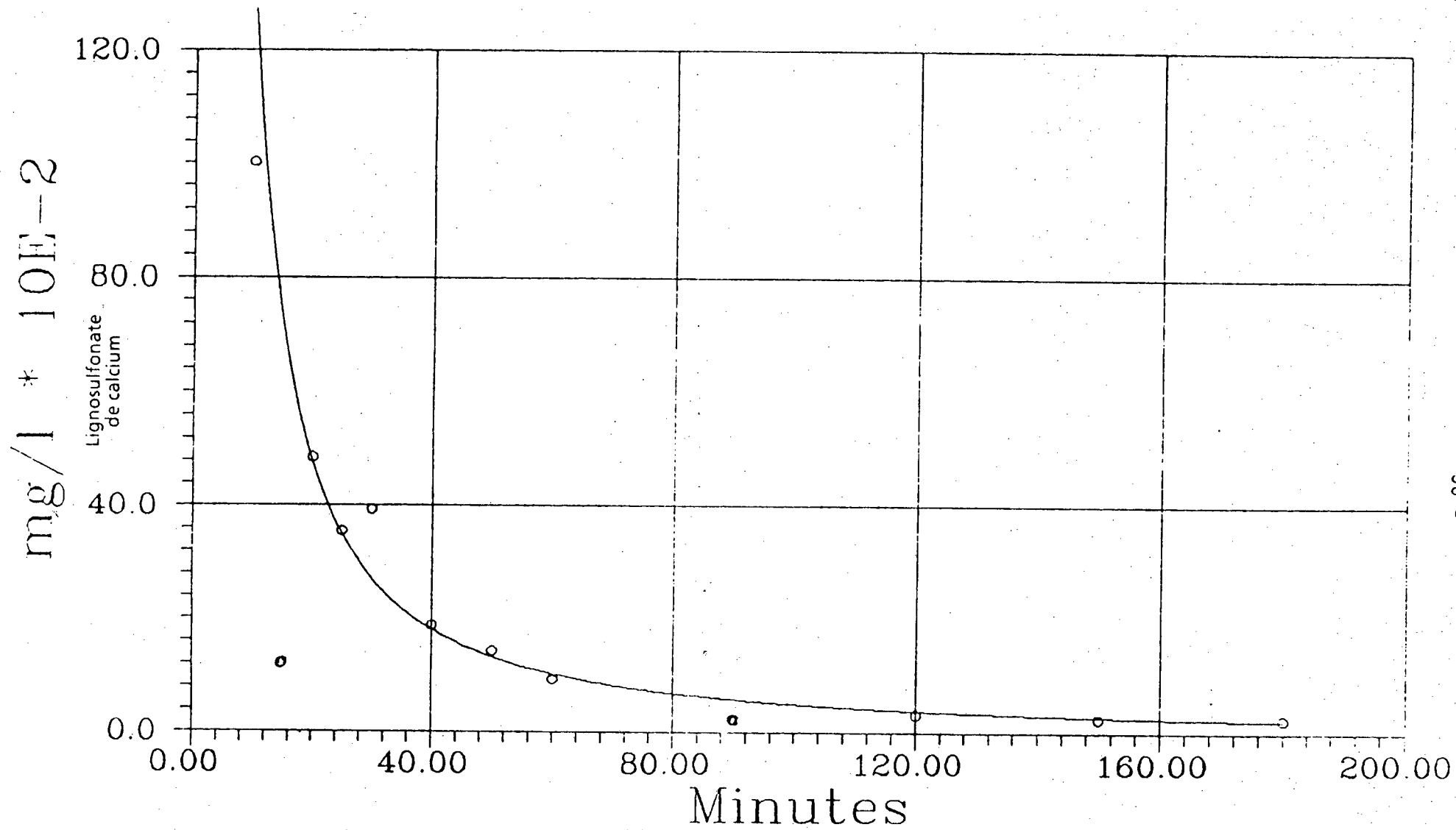


Figure 4,14 Test de lessivation: courbe de concentration  
 Produit: Lignosulfonate de calcium

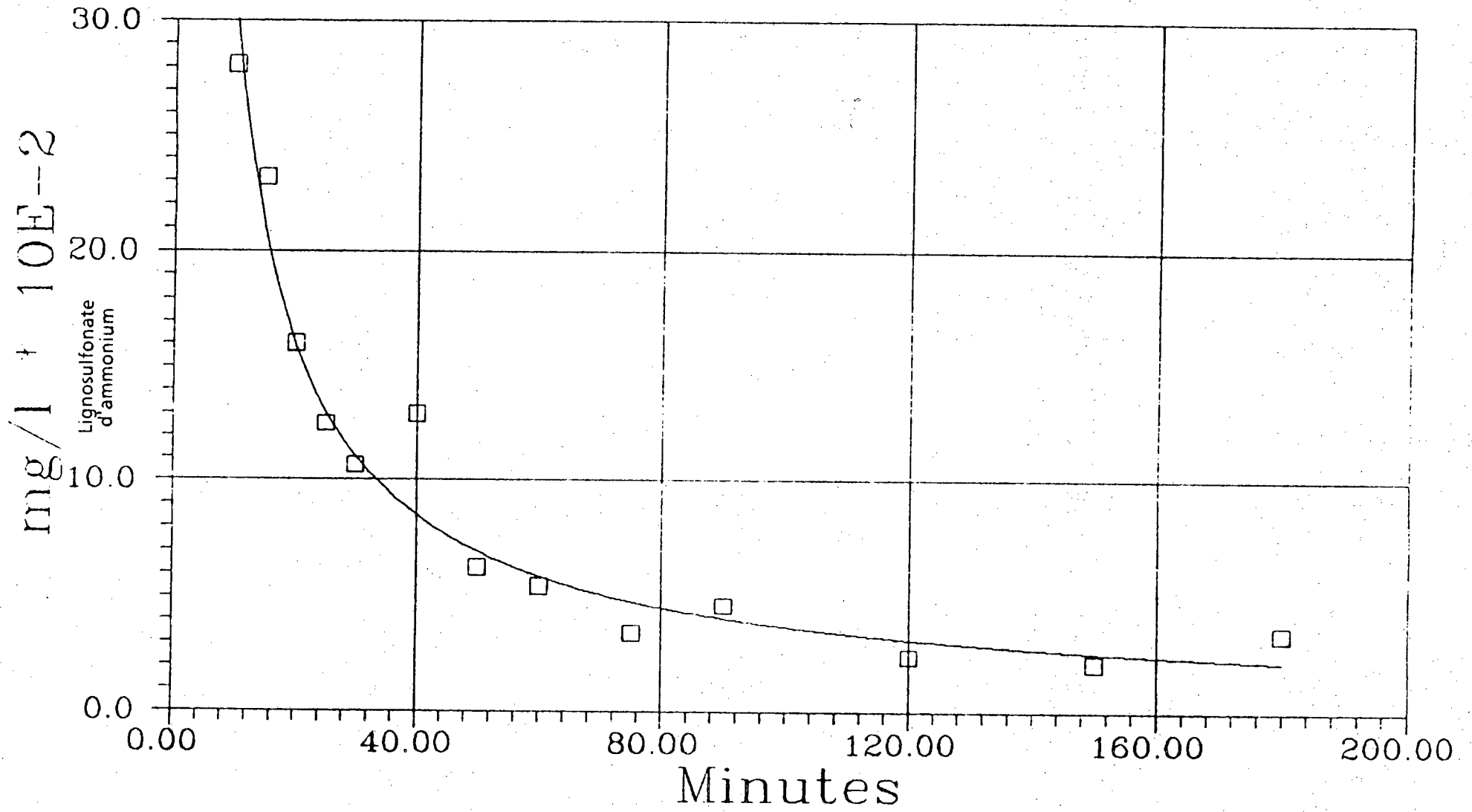


Figure 4,15 Test de lessivage: courbe de concentration  
Produit: lignosulfonate d'ammonium

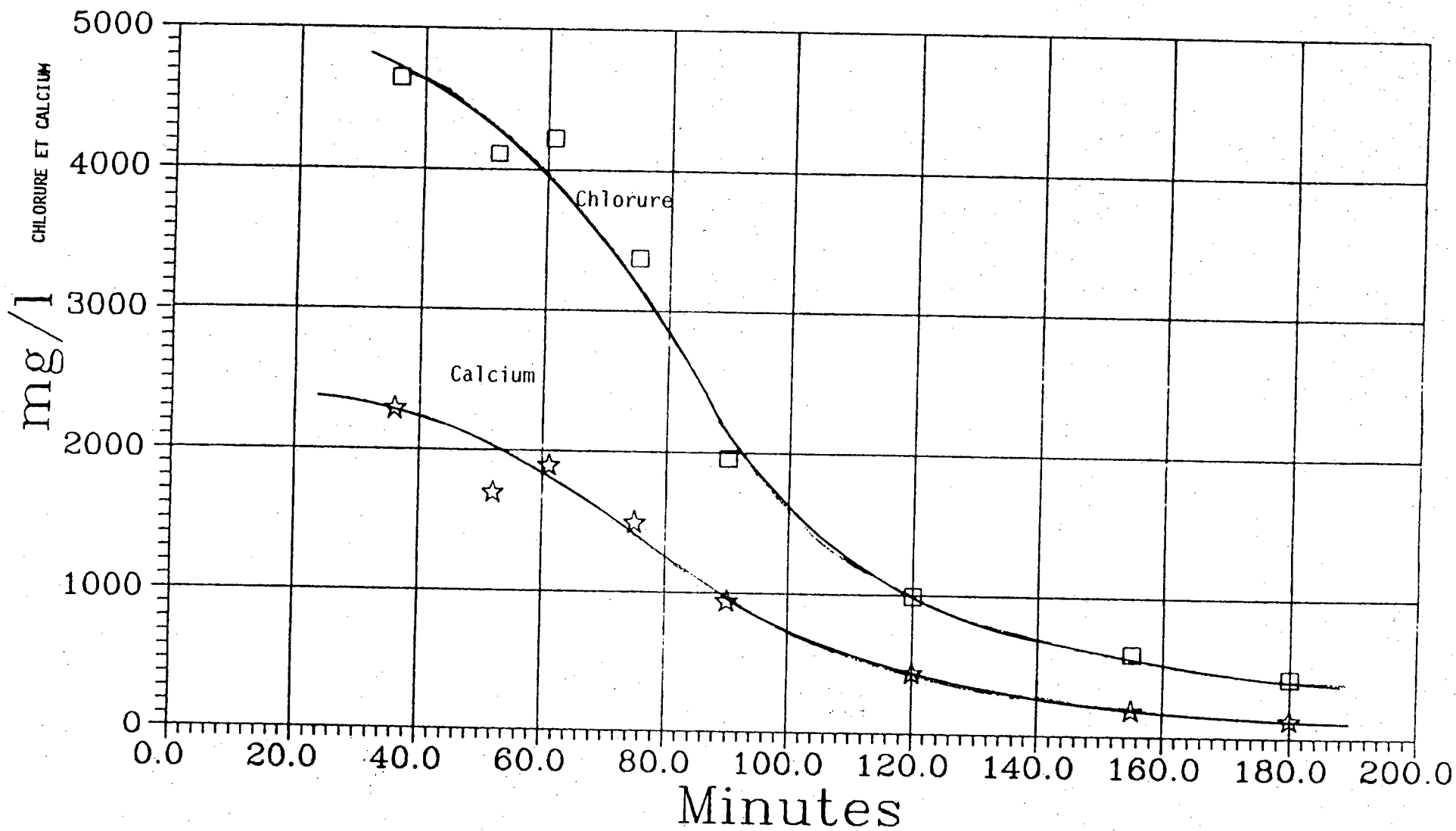


Figure 4,16 Test de lessivage: courbe de concentration  
 Produit: chlorure de calcium

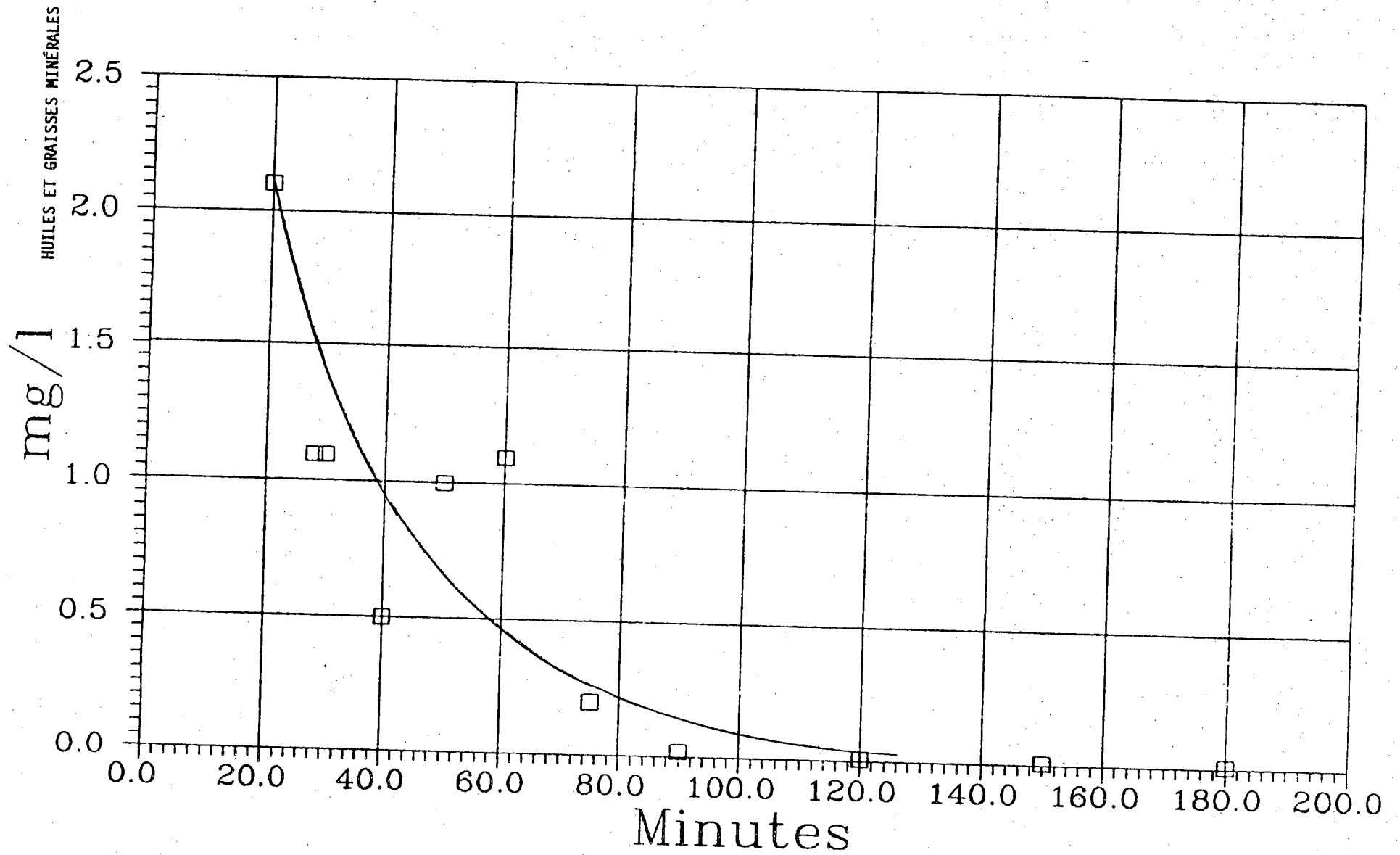


Figure 4,17 Test de lessivage: courbe de concentration  
 Produit: émulsion bitumineuse (RP-3000)  
 entrainement (000)



A chaque instant, le produit  $QC$  est le débit massique de l'ion servant à identifier l'abat-poussière dans les analyses. Le débit étant identique à chaque instant aux trois niveaux d'échantillonnage, l'évolution du débit massique est identique à celle de la concentration et a déjà été discutée. Toutefois, il est intéressant d'intégrer l'aire sous la courbe d'évolution du débit massique à chaque prise en fonction du temps. La fonction  $MC$  définie par:

$$MC = \int_0^t QC dt$$

représente la masse cumulée de l'ion représentatif d'un abat-poussière. La différence entre les masses cumulées évaluées à chaque prise d'échantillonnage d'un même baril indique la quantité d'ion restante entre les prises.

#### 4.11.2 RÉSULTATS

Les résultats sont présentés en deux séries de tableaux.

Les tableaux 1 à 13 (Annexe Y) montrent les étapes de calculs et d'intégrations conduisant aux valeurs des masses ayant passé la section horizontale du massif correspondant à chaque prise d'échantillon. Les tableaux 14 à 26 (Annexe Y) établissent pour chaque sol la quantité  $\Delta_{ij}$  d'abat-poussière restante selon les prises d'échantillon  $i$  et  $j$ .

Cette quantité devrait toujours être positive et certaines valeurs négatives observées spécialement pour les essais à évolution très rapide indiquent que les concentrations obtenues par l'échantillonnage n'étaient pas représentatives. Ainsi l'essai du LiCa sur gravier par exemple apparaît douteux. Les valeurs de concentration mesurées à la prise supérieure sont trop faibles pour représenter les valeurs instantanées produites. Le mode d'échantillonnage et le volume de l'échantillon nécessaire sont la cause de cette erreur sur la courbe de concentration qui se répercute sur l'intégration et le bilan final.

L'analyse et l'évolution de  $\Delta_{ij}$  durant l'essai est instructive. Lorsque cette valeur augmente, elle doit être interprétée comme une augmentation d'abat-poussière dans le sol compris entre les prises, c'est le cas au début des essais.

Après un certain temps, l'eau d'infiltration est moins chargée en abat-poussière et crée un lavage du sol, réentraînant une certaine masse d'abat-poussière. C'est la phase de lavage. La constante de  $\Delta_{ij}$  doit donc être interprétée comme une contamination permanente du sol par l'abat-poussière.

Les résultats ont finalement été mis en graphique à la figure 4,18, en ce qui concerne le bilan global effectué entre les prises 1 et 3.

Le graphique montre tout d'abord que les trois sols présentent pour tous les abat-poussière des comportements différents.

Le gravier absorbe peu d'abat-poussière, parvient très vite à saturation et ne se lave pas ou très peu.

Le sable absorbe progressivement l'abat-poussière puis le relâche durant une phase de lavage très nette en ce qui concerne le CaCl<sub>2</sub>, beaucoup plus lente pour les lignosulfonates.

Le sable et le gravier n'absorbent pas le RP 3000 qui de toute façon se dilue très peu à court terme.

Enfin, le silt argileux se charge lentement et continuellement en abat-poussière et on ne peut espérer le laver par infiltration. Sa contamination est permanente, même par le RP 3000.

#### 4,12 CONCLUSIONS

La comparaison des différents résultats obtenus permet de tirer un certain nombre de conclusions.

1. La propagation d'un composé tel que le CaCl<sub>2</sub> peut être étudiée aussi bien par le traçage de l'ion Cl que par celui de l'ion Ca. L'ion Cl permet cependant une meilleure sensibilité de l'analyse.
2. Les quatre produits testés engendrent une imperméabilisation différente des surfaces traitées. En conséquence, les débits d'infiltration observés durant les essais dépendent du sol testé et du produit pulvérisé.
3. Le RP 3000 ne s'infiltré pas dans aucun type de sol en infiltration.
4. Dans les matériaux granulaires sans cohésion (gravier), la rétention du CaCl<sub>2</sub> est moins forte et plus temporaire que celle des lignosulfonates. par contre, la cohésion du silt argileux ou ses propriétés physico-chimiques font qu'il retient plus efficacement le CaCl<sub>2</sub> et dans une couche de surface plus mince.

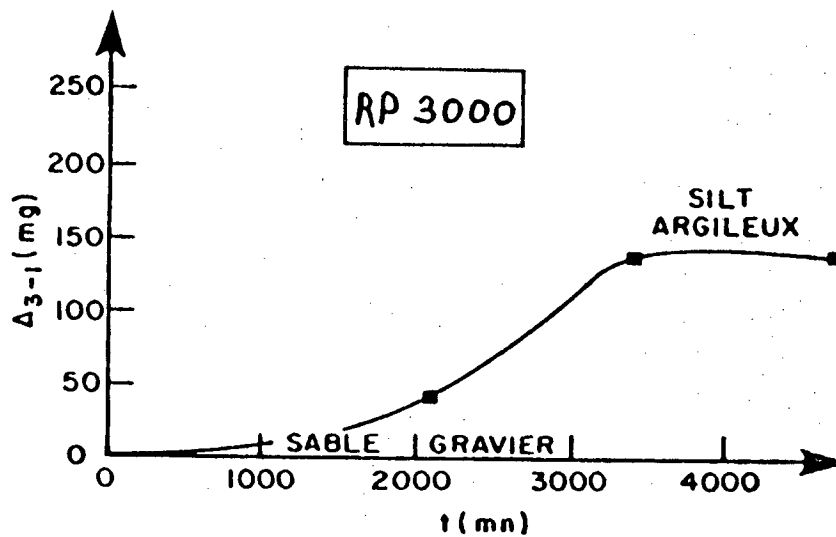
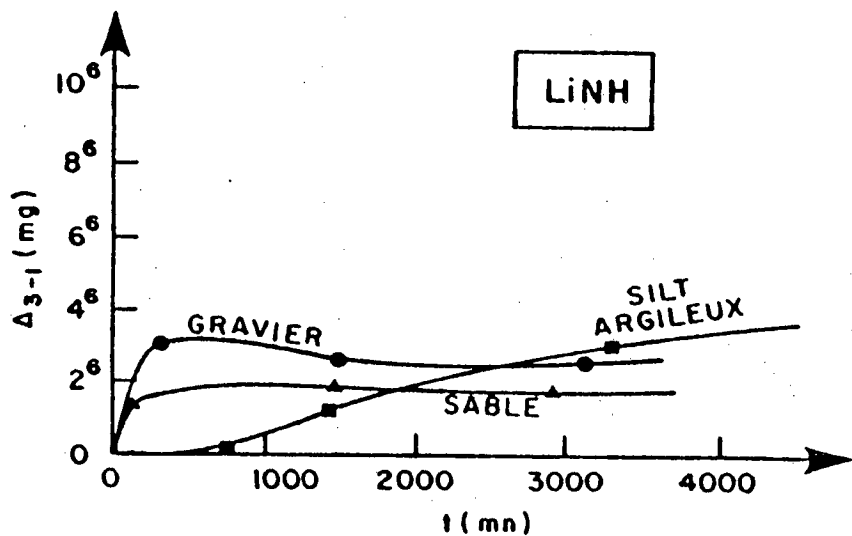
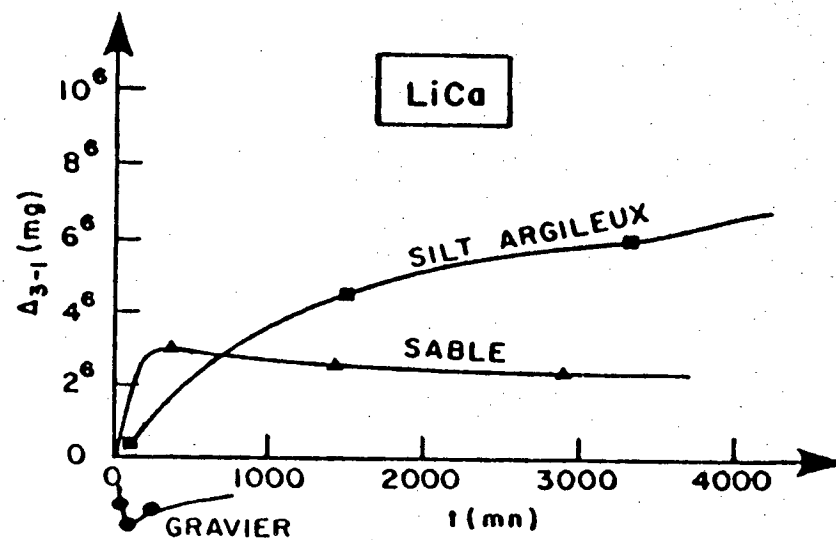
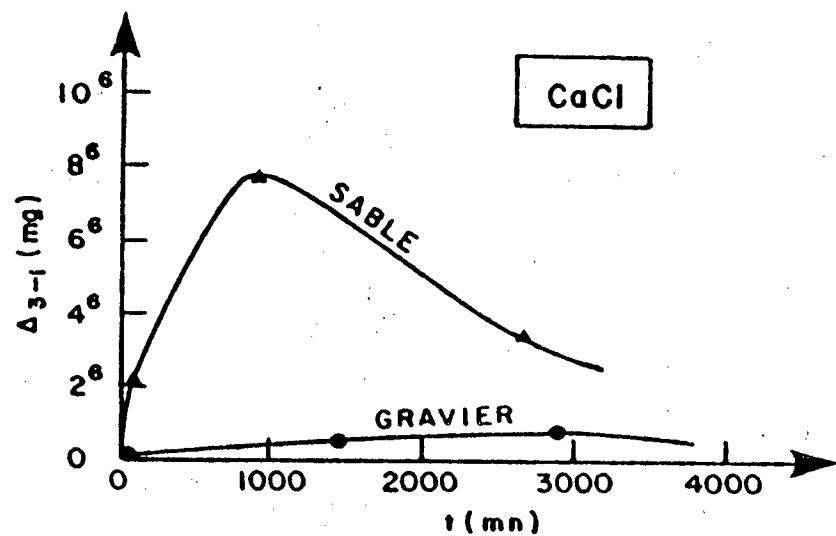


Figure 4,18 Essais de migration  
Évolution des bilans massiques

5. Dans tous les milieux, les deux lignosulfonates ont des comportements très comparables au niveau de la mise en solution, de la propagation et de la rétention dans le milieu poreux.
6. Les tests effectués avec le traceur radioactif présentent l'avantage de moins modifier l'écoulement par soutirage que les tests chimiques. Ils permettent l'analyse simultanée des eaux de surface (mise en solution) et des eaux d'infiltration. Les échantillonnages étant effectués sur une plus courte durée, les erreurs sur les concentrations maximales sont plus faibles. Ils nécessitent cependant un équipement spécialisé, et la sélection de traceurs compatibles avec les produits utilisés.
7. Les tests de lessivage démontrent la dissolution rapide du lignosulfonate de calcium et celle un peu plus lente du lignosulfonate d'ammonium. L'émulsion bitumineuse constituant une couche assez étanche, favorise le ruissellement et son érosion, contrairement aux essais en colonne. Pour les trois produits, les concentrations diminuent très rapidement dans les eaux de ruissellement. La concentration en  $\text{CaCl}_2$  reste plus stable durant la première heure de pluie intense puis diminue plus lentement. Elle reste durant tout l'essai supérieure à 10% de la concentration maximale atteinte.
8. Les tests de migration montrent que les trois types de sol présentent pour tous les abat-poussière des comportements différents. C'est ainsi que le gravier absorbe peu d'abat-poussière puis le relâche durant une phase de lavage. Enfin, le silt argileux se charge lentement et continuellement en abat-poussière et on ne peut espérer le laver par infiltration.

## 5,0 ESSAIS SUR ROUTES EXPÉRIMENTALES

Afin d'évaluer l'impact sur l'environnement de l'utilisation des produits abat-poussière, des essais sur routes expérimentales ont été réalisés. Ces essais avaient pour but de recueillir des informations complémentaires à la caractérisation des produits réalisée au laboratoire du MENVIQ et aux essais en modèles réduits effectués à l'École polytechnique de Montréal.

Deux objectifs principaux ont été visés: évaluer les pressions exercées sur l'environnement durant les heures, les jours, les semaines suivant l'épandage de produits abat-poussière et estimer le potentiel d'accumulation et de migration des produits suite à des épandages répétitifs d'année en année.

Pour éviter toute interférence indésirable causée par des traitements antérieurs, des tronçons de route n'ayant jamais été traités avec des abat-poussière ont été sélectionnés pour évaluer l'impact à court terme d'une première application de produit.

D'autres tronçons de route traités depuis au moins un an avec un des abat-poussière à l'étude ont été retenus pour étudier les effets à long terme des épandages. Les appellations tronçons vierges et tronçons altérés ont été utilisées pour distinguer les deux catégories de routes expérimentales.

L'analyse des sols de surface a été réalisée pour tous les tronçons à l'étude afin de déterminer le potentiel de migration et de persistance des produits. Des simulations en conditions contrôlées ont été effectuées sur les tronçons vierges afin de déterminer les quantités de contaminants présents dans les eaux de ruissellement résultant de précipitations et dans les poussières soulevées par le vent ou par le passage des véhicules.

Sur les tronçons altérés, l'installation de puits d'échantillonnage a permis d'échantillonner les eaux souterraines et les sols profonds. Certaines analyses des poussières fines ont aussi permis de mieux caractériser les sites.

### 5,1 PROBLÉMATIQUE DES ESSAIS SUR ROUTES

L'étude écotoxicologique sur l'utilisation des abat-poussière a débuté réellement en juin 1989. La limite de temps imposée de moins d'un an pour accomplir l'ensemble des travaux a nécessité la réalisation des essais sur route dès l'été 1989.

Au départ, le cadre méthodologique prévoyait trois volets distincts, les essais sur route ayant pour objectif de vérifier, dans l'environnement, les comportements préalablement observés au laboratoire dans les deux premières parties. Cependant, à cause des délais très courts, il a fallu exécuter les trois volets simultanément. Les essais sur le terrain ont donc eu lieu parallèlement à la caractérisation des produits.

Pour réaliser les travaux, les tronçons de route expérimentaux ont été choisis parmi les routes non encore traitées en juin et répondant à l'ensemble des caractéristiques recherchées. Le choix a été relativement restreint car plusieurs routes avaient déjà été traitées à ce moment.

Les études déjà réalisées à ce jour n'ont pas pu apporter beaucoup d'informations à l'élaboration des protocoles d'essais pour la présente étude car la majorité d'entre elles s'attardaient surtout à l'aspect coût-efficacité des produits. Les autres n'examinaient que certains aspects de la problématique environnementale ou seulement certains produits.

Les essais sur route ont donc été élaborés en fonction des besoins d'information identifiés au départ:

- impact sur l'environnement des eaux de ruissellement provenant des routes où il y a eu épandage: mesure des quantités de contaminants et de la toxicité résultante pour les organismes;
- persistance du produit sur la route;
- mobilité des contaminants dans les eaux souterraines et les sols profonds;
- présence de contaminants dans la poussière soulevée et la poussière respirable provenant des routes.

Toute une logistique a dû être développée afin d'encadrer l'ensemble des essais effectués avec quatre produits abat-poussière sur cinq tronçons vierges et six tronçons altérés dans trois régions du Québec: Nicolet, Papineauville et Ville-Marie. Le travail a été d'autant plus complexe qu'il a fallu faire face à des éléments non contrôlables: conditions météorologiques, problèmes de circulation automobile sur les tronçons fermés durant les essais, conservation des échantillons prélevés en attendant leur analyse, méthodes d'analyses à adapter à la nature complexe des produits.

## 5,2 CHOIX ET DESCRIPTION DES ROUTES EXPÉRIMENTALES

### 5,2,1 CRITÈRES DE CHOIX DES ROUTES

Dès le départ, il a été convenu que, dans la mesure du possible, les essais sur route devaient être centralisés au même endroit afin de soumettre les produits aux mêmes conditions météorologiques, diminuer les coûts et être à proximité des laboratoires recevant les échantillons. Sept critères de base étaient recherchés:

- proximité d'une station météorologique
- pente faible
- drainage de surface bien dessiné
- aquifère non confiné de faible profondeur
- végétation relativement homogène
- considération du traitement antérieur avec un abat-poussière
- absence d'autres sources de poussière.

En tenant compte de ces critères et suite à une visite de reconnaissance, la région de Nicolet a été retenue pour l'ensemble des essais sur tronçons vierges et les essais sur tronçons altérés de lignosulfonate de calcium et de chlorure de calcium. Toutefois, il a fallu effectuer les essais sur tronçons altérés dans la région de Ville-Marie pour le lignosulfonate d'ammonium car ce produit est principalement utilisé dans le nord-ouest du Québec, et dans la région de Papineauville pour le RP-3000 car seul ce district avait utilisé ce produit sur une base expérimentale en 1988.

Ce sont les bureaux de district du ministère des Transports de chaque région qui ont identifié les tronçons n'ayant jamais reçu d'abat-poussière ou ayant déjà été traités depuis au moins un an avec un des produits à l'étude.

Des ententes ont été conclues avec les municipalités concernées pour épandre des produits abat-poussière sur les tronçons vierges se trouvant sous leur juridiction.

À cause de l'épandage tardif en juillet sur les tronçons expérimentaux, certains compromis ont été faits pour éviter que les sites retenus ne se retrouvent sur des sections de route bordées par des habitations.

Le tableau 5,1 donne la localisation des tronçons et mentionne leurs caractéristiques principales. Le taux d'achalandage spécifié correspond au taux d'achalandage moyen journalier évalué par le ministère des Transports en 1987 pour la région de Nicolet. La numérotation des routes expérimentales qui est mentionnée dans ce tableau est utilisée par la suite dans l'ensemble du texte.

### 5,2,2 DESCRIPTION DES ROUTES EXPÉRIMENTALES

Parmi les onze tronçons de route choisis pour cette étude, huit sont situés près de Gentilly, sur la rive sud du fleuve St-Laurent, deux dans la région de Ville-Marie au Témiscamingue et un près de Thurso, dans l'Outaouais (Tableau 5,1). L'annexe A (figures 1 à 11) décrit les tronçons expérimentaux, leur environnement immédiat et leurs caractéristiques propres.

Les tronçons à l'étude ont une longueur de 0,75 à 3,7 km. Ils sont tous situés dans des régions agricoles à l'exception du tronçon 11 qui se trouve dans un milieu forestier. Les tronçons sont généralement droits et bordés des deux côtés par des fossés de 20-150 cm de profondeur. La largeur des routes varie de 3,9 m à 7,9 m.

La chaussée et le profil de route étaient généralement constitués d'une couche supérieure de remblai constituée de sable mélangé avec de la pierre concassée ou gravier dans des proportions de 30 à 80%, suivie d'une fondation de sable très fin, de till ou d'argile. Le profil stratigraphique de chaque tronçon est présenté aux sections traitant de la méthodologie de réalisation des travaux de terrain.

Une reconnaissance du terrain a précédé les travaux de chantier. La première partie de cette reconnaissance a consisté en l'étude approfondie des cartes topographiques (1:50 000 à 1:10 000) et des photographies aériennes pour déterminer le sens présumé de l'écoulement des eaux souterraines et de surface.

La deuxième partie de cette reconnaissance a nécessité l'étude *in situ* de chacun des tronçons. Une visite des lieux a d'abord permis de décrire de manière exhaustive les tronçons ainsi que leur environnement immédiat.

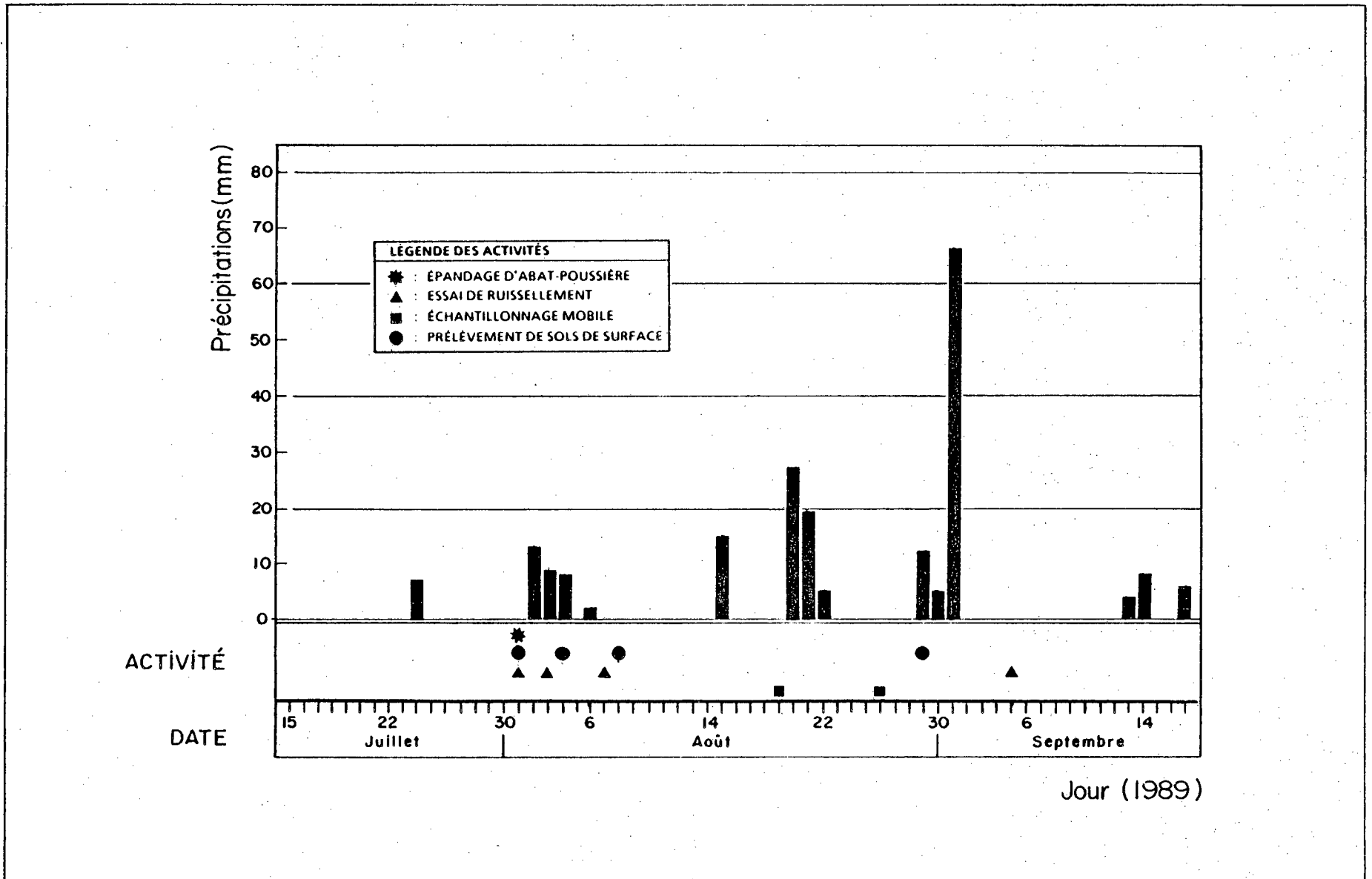
Les cartes 5,1 à 5,4 localisent les tronçons soumis à cette étude.



**TABLEAU 5,2: SOMMAIRE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES**

	Température moy. quot. (°C)		Nombre de jours de pluie		Précipitations totales (mm)	
	1980-88	1989	1980-88	1989	1980-88	1989
<b><u>Nicolet</u></b>						
Mai	11,9	13,4	10,5	15	103,1	131,6
Juin	16,2	17,4	10,7	9	107,4	79,2
Juillet	19,8	20,6	8,9	3	98,9	30,4
Août	18,4	18,4	8,7	10	100,9	101,5
Septembre	13,4	14,1	9,9	7	123	115,6
Octobre	6,2	7,4	8,5	7	80,6	96,4
<b><u>Papineauville</u></b>						
Mai	12,1	12,8	12	20	101,8	115,5
Juin	16,2	17,3	15,6	15	103,7	139,4
Juillet	19,7	19,7	15,8	11	100,6	65
Août	18,1	17,6	13,8	13	124,1	127,9
Septembre	13,3	13,6	15,6	13	106,3	82,8
Octobre	6,7	7,6	12,4	16	92,4	160,1
<b><u>Ville-Marie</u></b>						
Mai	9,1	11,1	12	14	72,8	128,4
Juin	12,6	15,5	15	19	79,8	97,6
Juillet	16,3	19,0	15	9	85,2	91,8
Août	15,1	16,7	15	10	91,5	94
Septembre	10,7	13,2	17	9	87	44,4
Octobre	4,8	7,2	16	16	89,9	68,8

Réf: Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada



sodexen inc.

FIGURE 5-1a: Précipitations journalières (1989)  
 Région de Nicolet (poste Bécancour)  
 Essais au terrain - tronçon 3

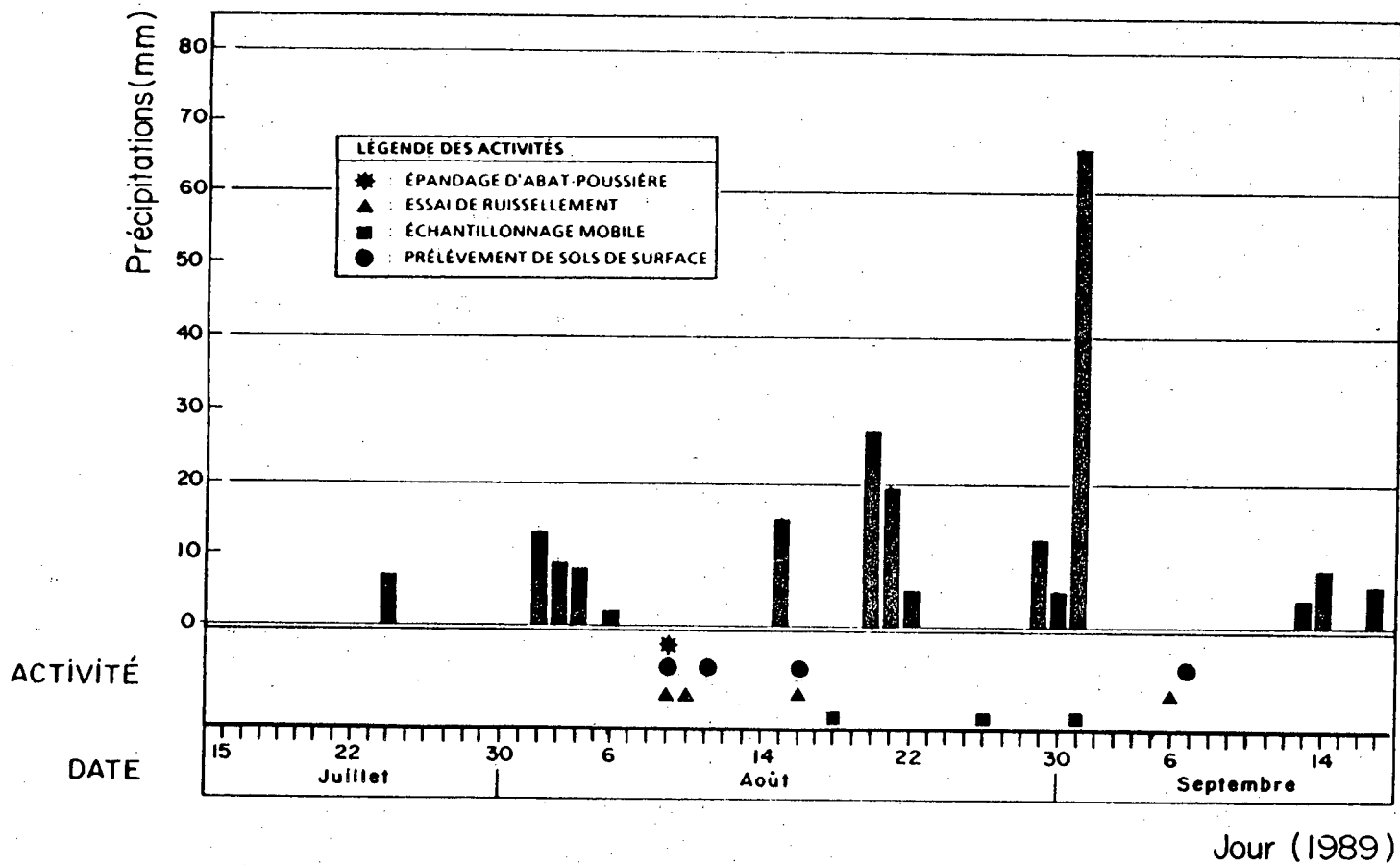
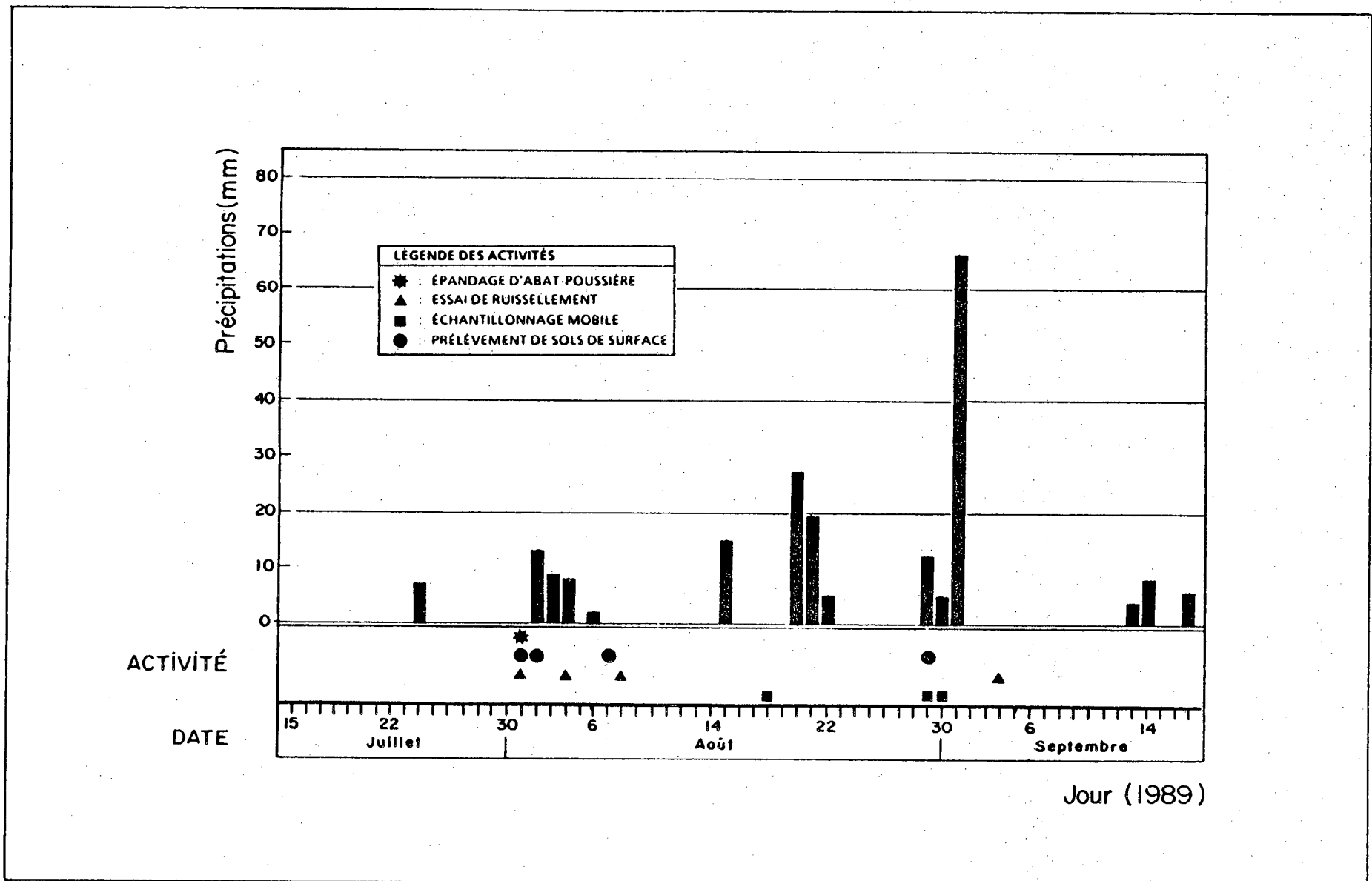


FIGURE 5-1b: Précipitations journalières (1989)  
Région de Nicolet (poste Bécancour)  
Essais au terrain - tronçon 4



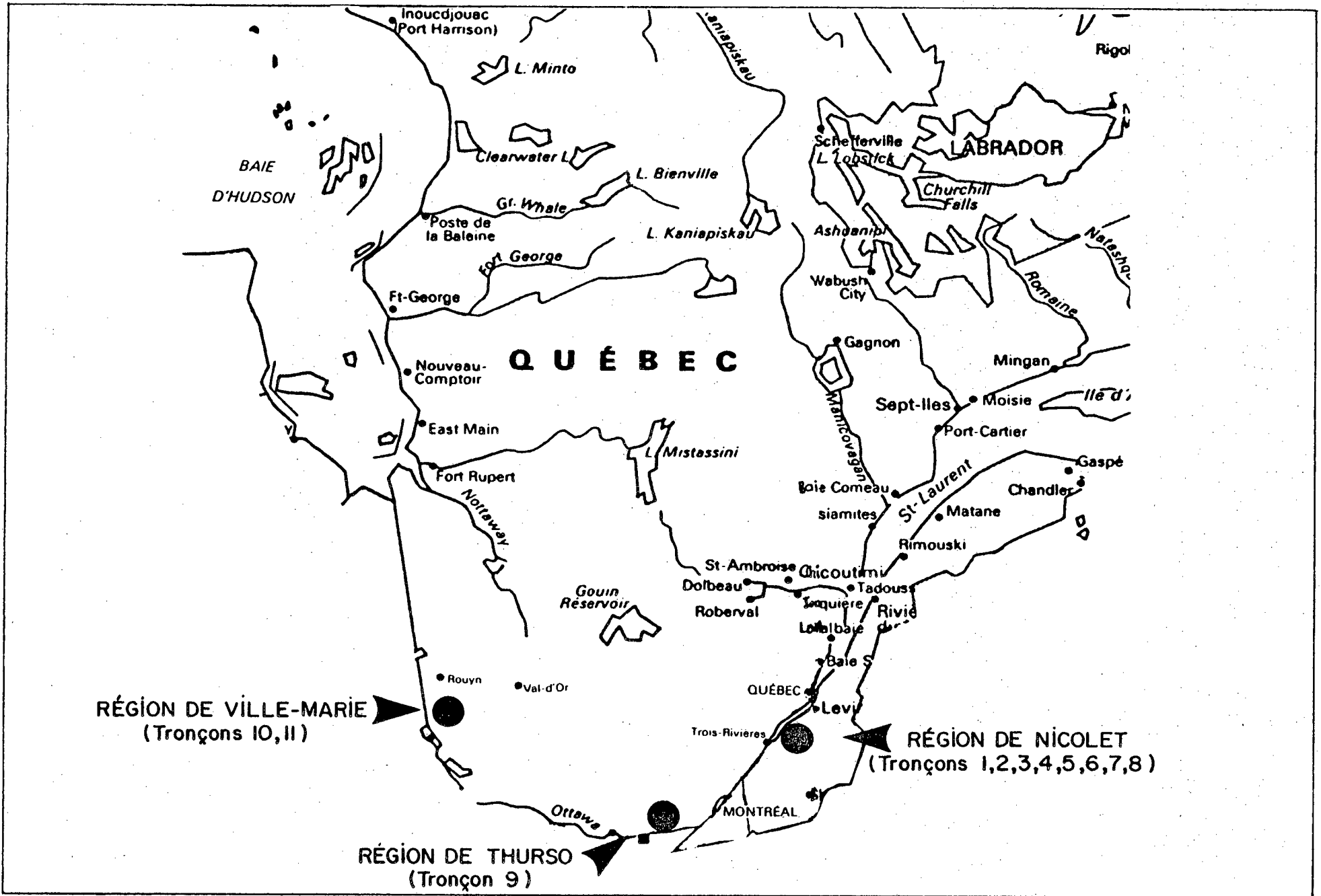
sodexen inc.

FIGURE 5-1c: Précipitations journalières (1989)  
 Région de Nicolet (poste Bécancour)  
 Essais au terrain - tronçon 5

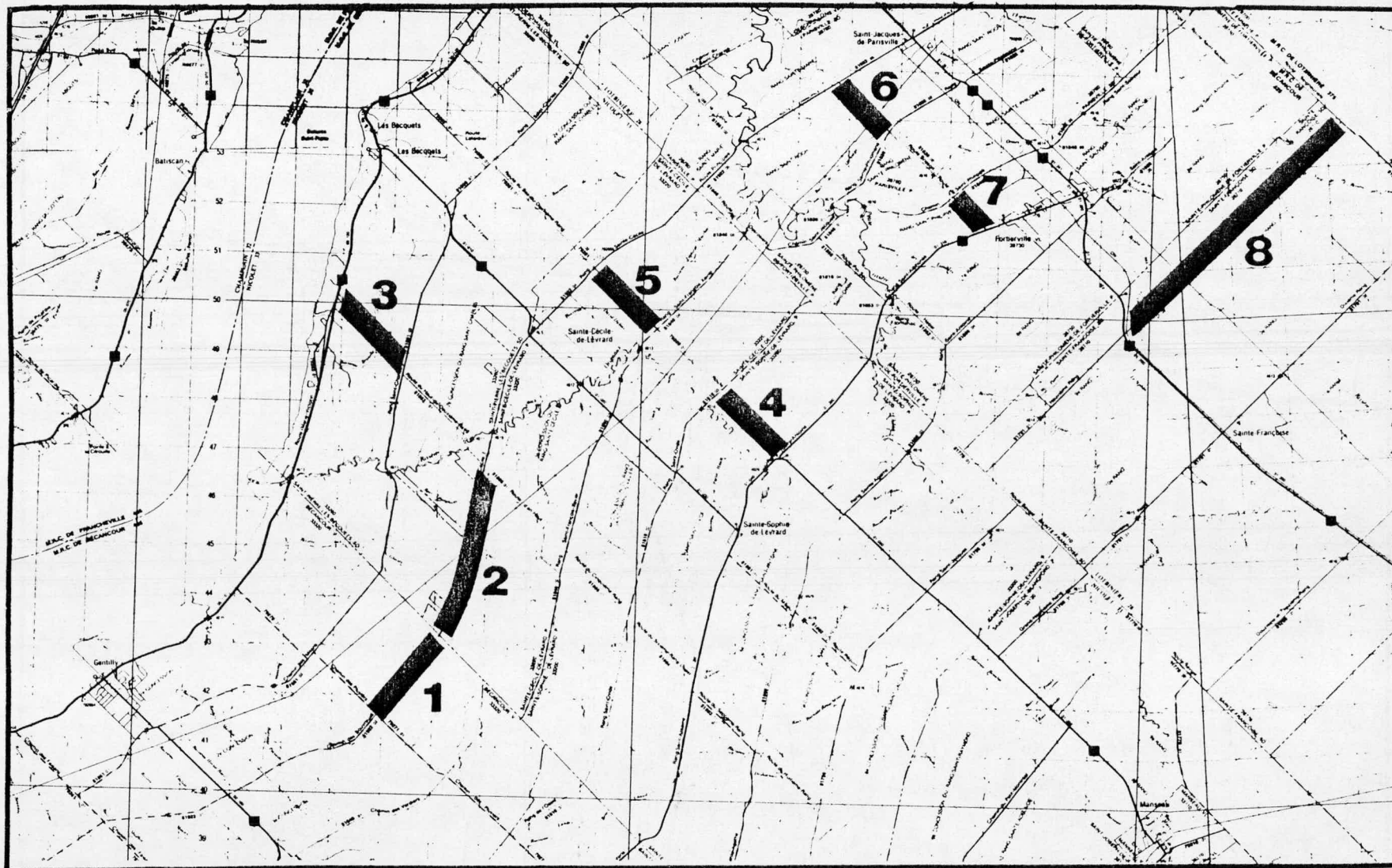
TABLEAU 5,1: CARACTÉRISTIQUES DES TRONÇONS EXPÉRIMENTAUX

No	District admin. MTQ	Région	Municipalité	Route	Surface	Traitement antérieur	Traitement lors de l'étude	Longueur du tronçon (km)	DJMA *
1	33	Nicolet	Ville de Bécancour	Avenue des Bouvreuils	Gravier	Lignosulfonate de calcium (2 ans)	Lignosulfonate de calcium	1,7	121
2	33	Nicolet	Ste-Cécile-de- Lévrard, p.	Rang Ste-Cécile	Pierre concassée	Lignosulfonate de calcium (2 ans)	--	3,7	121
3	33	Nicolet	St-Pierre-les- Becquets, s.d.	Route Haut 1er Rang	Gravier	Vierge	Lignosulfonate d'ammonium	1,9	77
4	33	Nicolet	Ste-Cécile-de- Lévrard, p.	Route d'en Bas	Gravier	Vierge	Lignosulfonate de calcium	1,7	47
5	33	Nicolet	Ste-Sophie-de- Lévrard, p.	Route d'en Bas	Gravier	Vierge	Chlorure de calcium	1,7	85
6	33	Nicolet	Parisville, p.	Route Barabé	Pierre concassée	Vierge	Lignosulfonate de calcium	1,45	63
7	33	Nicolet	Ste-Philomène- de-Fortierville, p.	Route Beurrerie	Gravier	Vierge	RP-3000	0,9	12
8	33	Nicolet	Ste-Françoise, s.d.	Chemin 9 <sup>e</sup> Rang est	Gravier	Chlorure de calcium (plusieurs années)	Chlorure de calcium	4,6	47
9	75	Papineauville	Thurso	Chemin 5 <sup>e</sup> Rang est	Gravier	RP-3000 (1 an)	RP-3000	1,05	< 400
10	83	Ville-Marie	Duhamel-Ouest	Chemin Petite- Rivière	Gravier	Lignosulfonate d'ammonium (2 ou 3 ans)	Lignosulfonate d'ammonium	1,81	N.D.
11	83	Ville-Marie	Béarn, s.d.	Chemin Pénétration	Gravier	Lignosulfonate d'ammonium (2 ou 3 ans)	Lignosulfonate d'ammonium	4,0	N.D.

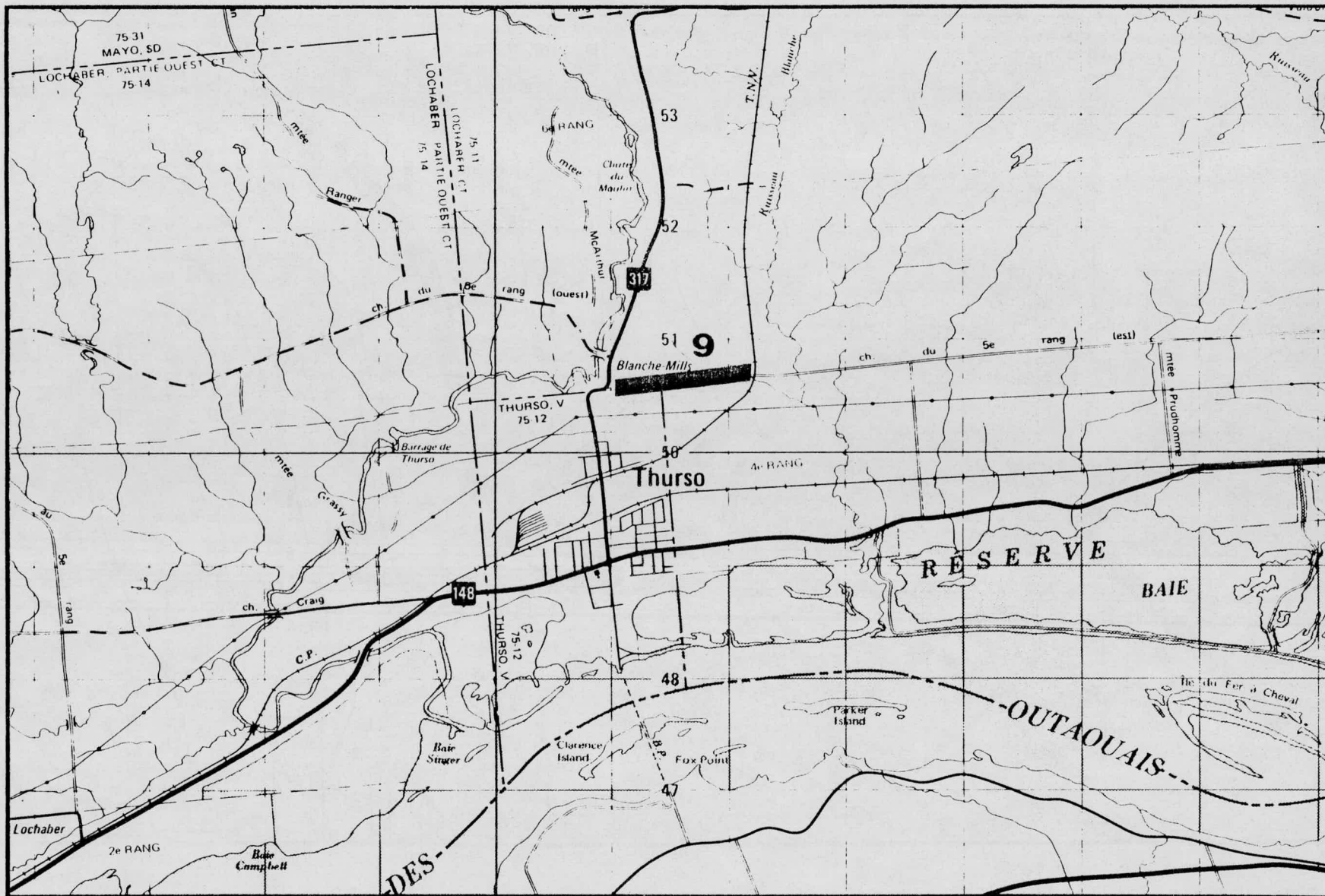
\*: Débit journalier moyen annuel  
Tronçons 1 à 8: comptage 1987  
Tronçons 10 et 11: aucun comptage



CARTE 5-1: Localisation des régions des essais expérimentaux



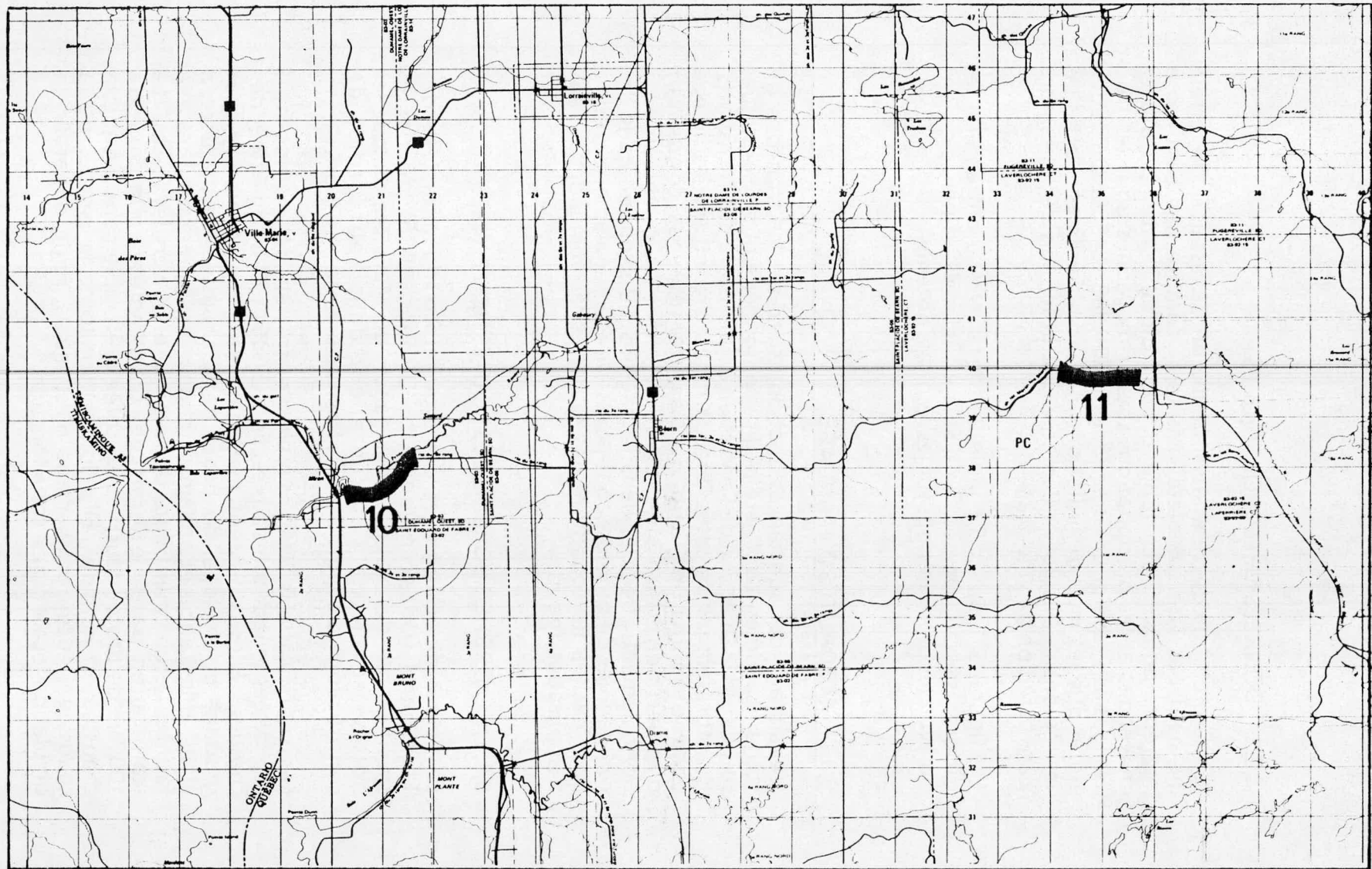
CARTE 5-2: Localisation des tronçons - Région de Nicolet



sodexen inc.

CARTE 5-3: Localisation des tronçons - Région de Thurso





CARTE 5-4: Localisation des tronçons - Région de Ville-Marie

### 5,2,3 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

L'interprétation des résultats obtenus lors des essais sur le terrain ne peut pas être complète sans tenir compte des conditions météorologiques. Le tableau 5,2 indique les températures moyennes et les précipitations totales moyennes pour les trois régions à l'étude pour les périodes 1980-1988 et 1989. On peut y noter que les mois de juillet ont été particulièrement secs dans les régions de Nicolet et Papineauville et le mois de septembre dans la région de Ville-Marie.

Les figures 5,1, 5,2 et 5,3 indiquent les dates où ont eu lieu les différents essais. On peut ainsi mieux analyser l'influence qu'ont pu avoir les précipitations sur les résultats obtenus.

### 5,3 MODALITÉS D'ÉPANDAGE

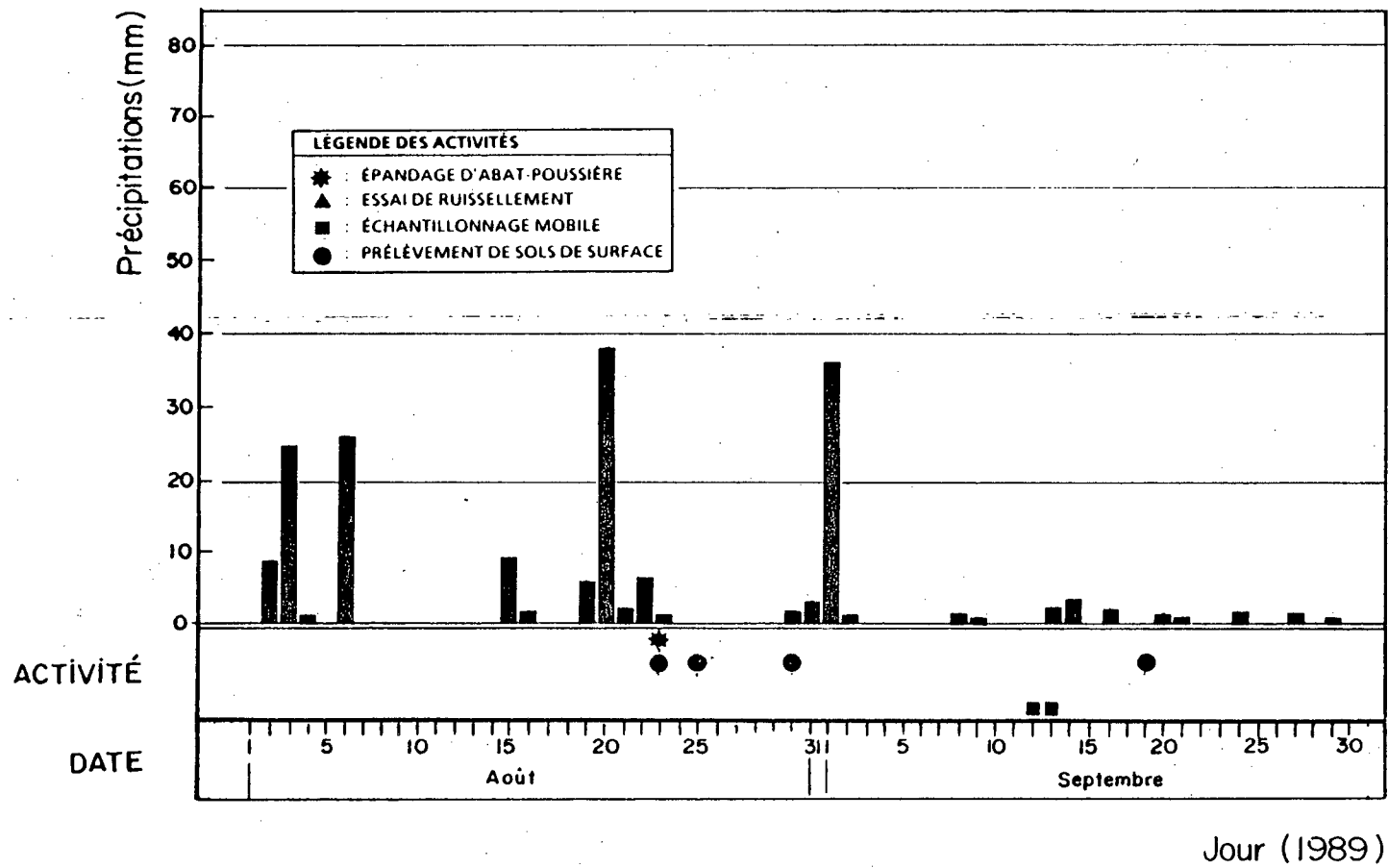
---

L'épandage des substances abat-poussière sur les tronçons de route expérimentaux a été réalisé conformément aux pratiques suivies par la Direction de l'entretien du ministère des Transports. Un représentant de cette Direction était présent sur les lieux à chaque application afin de s'assurer que les conditions d'expérimentation soient équivalentes aux traitements normalement effectués dans les régions. Un représentant des compagnies de produits abat-poussière était également présent pour évaluer les conditions des routes et recommander le taux d'application requis.

#### 5,3,1 ENTRETIEN NORMAL DES ROUTES NON PAVÉES

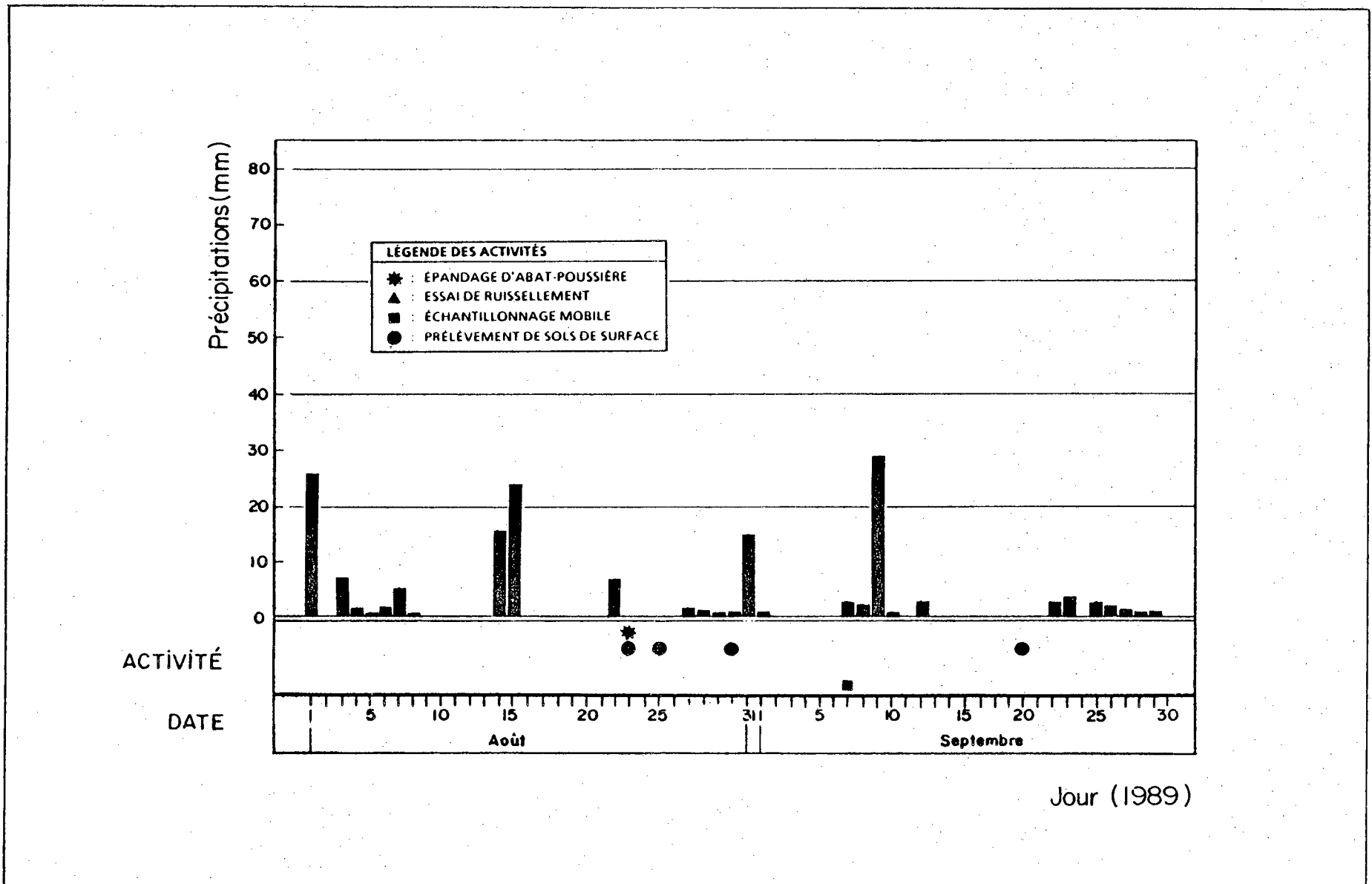
Le Cahier des charges et devis généraux du ministère des Transports (Gouvernement du Québec 1986) décrit les spécifications des travaux et exigences du Ministère auxquelles doit se soumettre l'entrepreneur dans tout projet de construction ou d'entretien d'infrastructures de transport.

Les spécifications des travaux d'entretien des routes non asphaltées sont décrites aux sections 27-06 et 28-04 du Cahier des charges. Elles consistent essentiellement: au maintien, par grattage et nivelage, du profil de la chaussée de manière à éliminer les cahots et andains, à remplir les trous et ornières et à faciliter l'écoulement libre de l'eau de pluie vers les fossés. La scarification partielle (grattage) ou complète (minimum de 100 mm de profondeur) est exécutée préférentiellement lorsque la chaussée est humide. Elle doit couvrir toute la largeur de la chaussée. Aucun compactage n'est requis, règle générale, la circulation locale assure cette fonction.



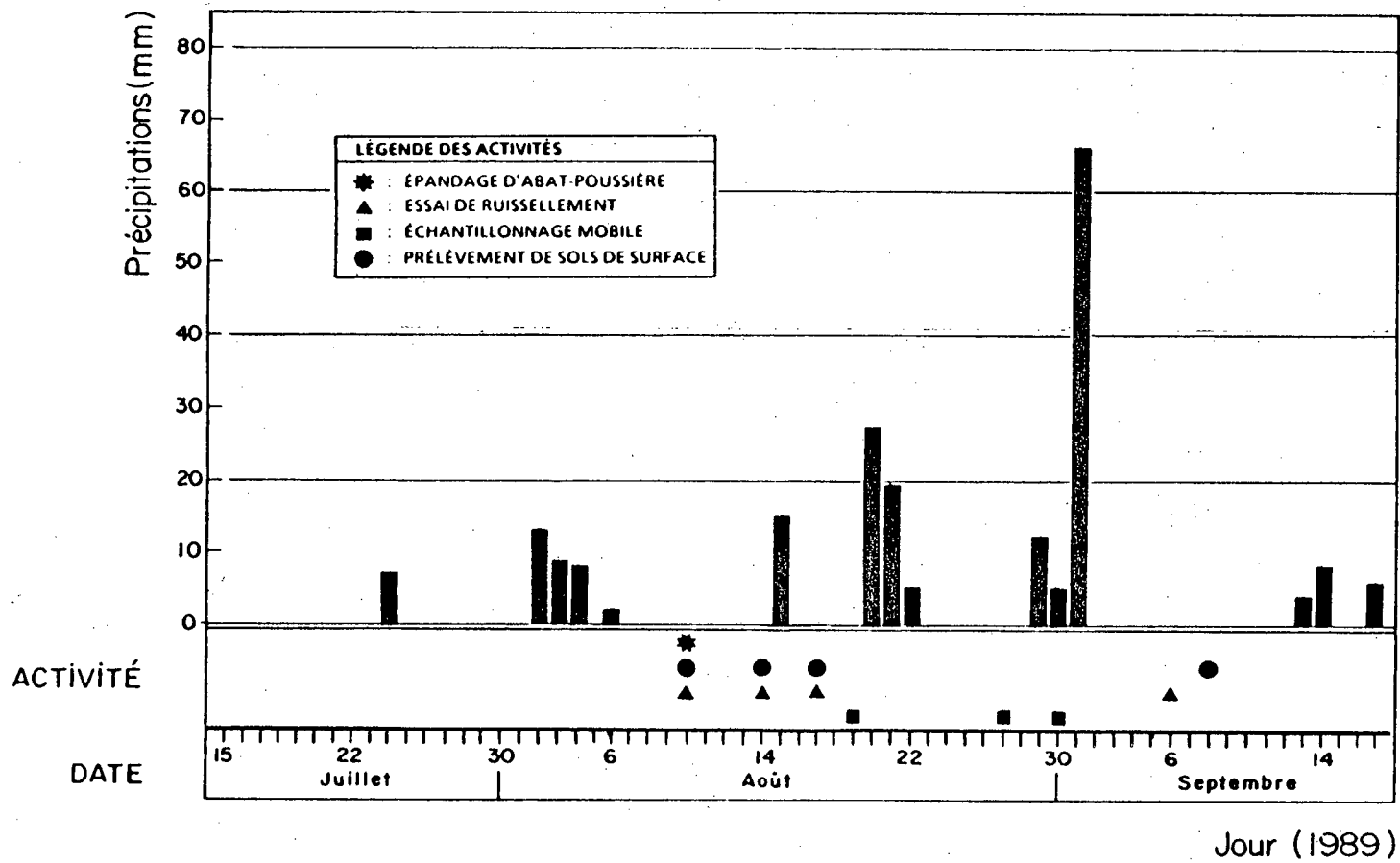
sodexen inc.

FIGURE 5,2: Précipitations journalières (1989)  
 Région de Papineauville (poste Montebello)  
 Essais au terrain - tronçon 9



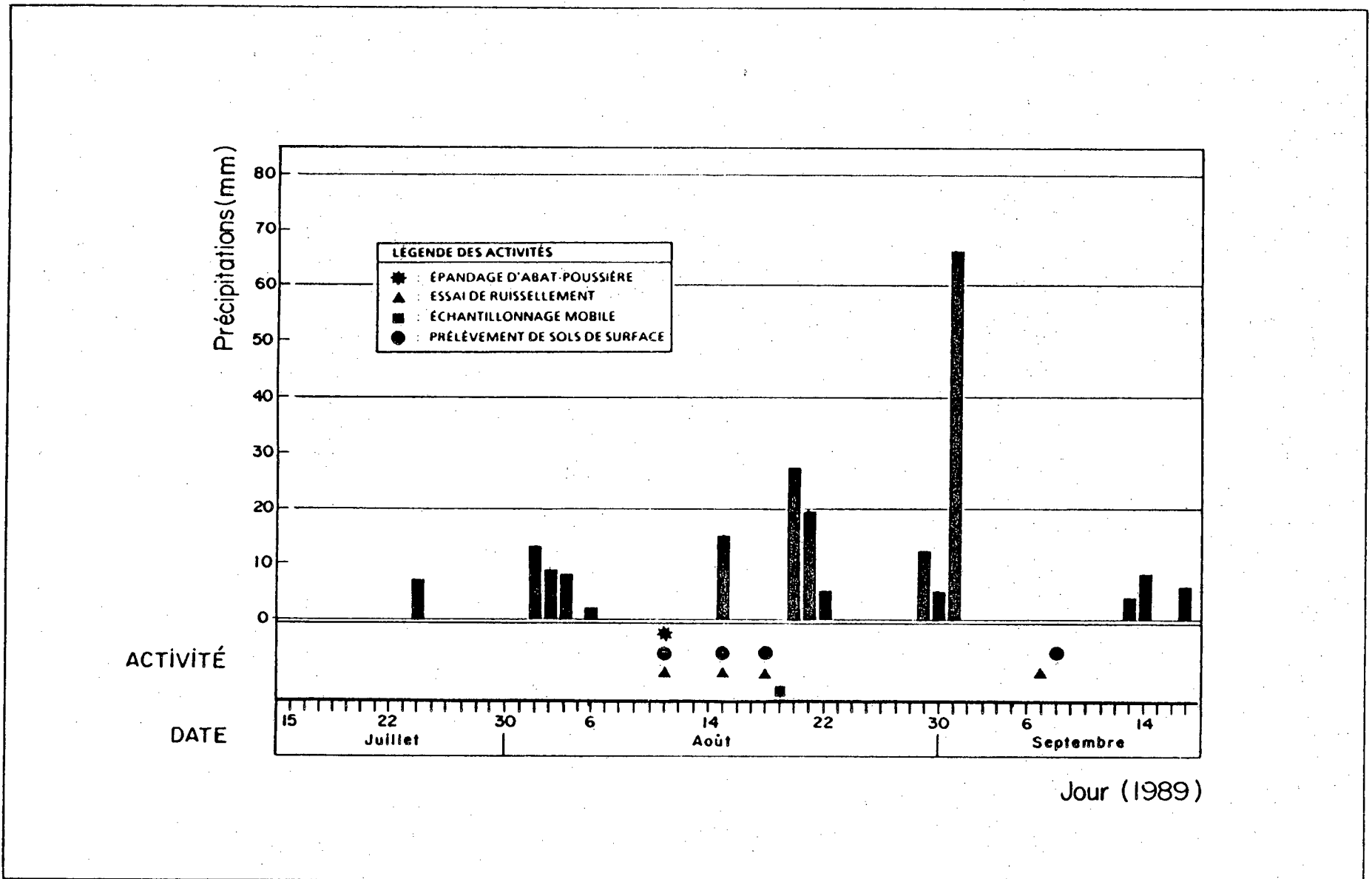
sodexen inc.

FIGURE 5-3a: Précipitations journalières (1989)  
Région de Ville-Marie (poste Ville-Marie)  
Essais au terrain - Tronçon 10



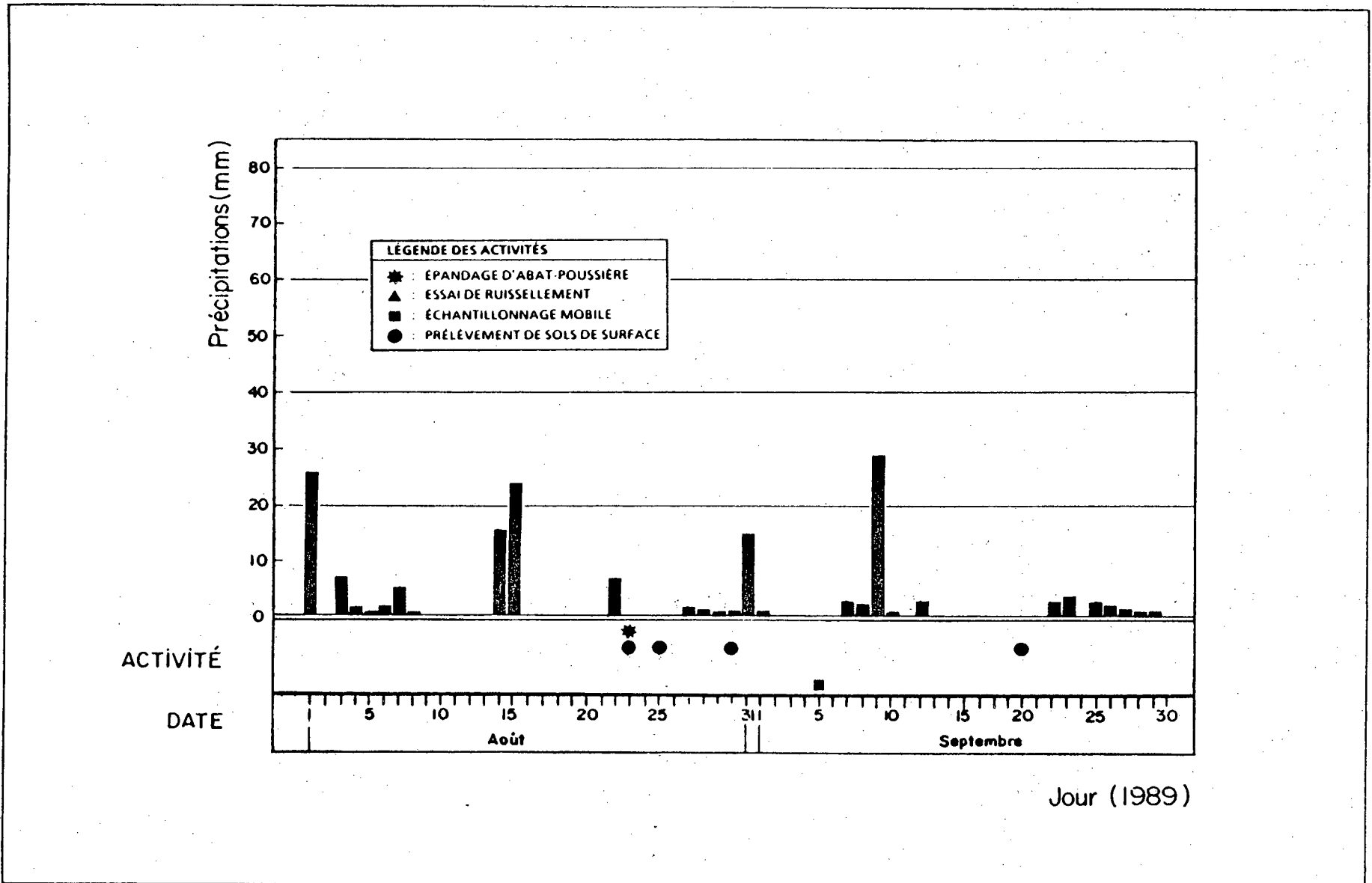
sodexen inc.

FIGURE 5-1d: Précipitations journalières (1989)  
 Région de Nicolet (poste Bécancour)  
 Essais au terrain - tronçon 6



sodexen inc.

FIGURE 5-1e: Précipitations journalières (1989)  
 Région de Nicolet (poste Bécancour)  
 Essais au terrain - tronçon 7



Jour (1989)

FIGURE 5-3b: Précipitations journalières (1989)  
 Région de Ville-Marie (poste Ville-Marie)  
 Essais au terrain - Tronçon 11

Les modalités d'utilisation des abat-poussière sont spécifiées à la section 27-05 du Cahier des charges. Signalons que l'utilisation récente des lignosulfonates, effectuée sur une base expérimentale depuis 1987, n'est pas incluse au Cahier des charges et devis généraux. Les modalités d'application de ces produits, faisant l'objet de directives du ministère des Transports, sont décrites aux sous-sections suivantes.

### 5,3,2 ÉPANDAGE DES ABAT-POUSSIÈRE

L'épandage des abat-poussière sur les tronçons de route expérimentaux a été précédé, lorsque requis, et ce dans la majorité des cas, d'une préparation de la surface des tronçons par grattage et nivelage.

#### a. Équipement

De façon générale, l'épandage de produits d'abat-poussière a été effectué au moyen d'une épandeuse à rampe distributrice sous pression et équipée des accessoires suivants:

- un tachymètre, commandé par une roue indépendante et calibré pour enregistrer et indiquer avec précision la vitesse de déplacement en mètre par minute;
- une pompe de capacité suffisante pour fournir, entre certaines limites déterminées, une pression constante et uniforme d'au moins 175 kPa dans la tuyauterie d'épandage;
- un manomètre, calibré et gradué pour indiquer la pression à l'intérieur de la rampe distributrice avec une précision minimum de 15 kPa;
- une rampe distributrice à jets, avec dispositif de fermeture instantanée, montée à l'arrière du camion, inclinable en position parallèle à la surface de la route, ajustable mètre par mètre à toute la largeur d'arrosage comprise entre 1 et 3 m, et capable d'atteindre n'importe quelle partie de la chaussée et des accotements;
- des gicleurs, de marques et de dimensions identiques, conçus pour produire un jet en rideau sans pulvérisation, propres et en bon état, placés à angle les uns par rapport aux autres de telle sorte que les rideaux s'entrecroisent sans interférence et assurent un arrosage minimal substantiel, même en cas de blocage accidentel de l'un d'eux.



### b. Taux d'épandage

Les exigences du ministère des Transports concernant les taux d'application des différents types d'abat-poussière sont présentées au tableau 5,3. L'utilisation récente des lignosulfonates, effectuée sur une base expérimentale depuis 1987, n'est pas incluse au Cahier des charges et devis généraux. En général, le contrat d'approvisionnement de ce produit exigerait une fréquence d'application suffisante pour garantir une période prédéterminée sans poussière (une à cinq applications).

**TABLEAU 5,3: EXIGENCES DU MINISTÈRE DES TRANSPORTS POUR L'ÉPANDAGE D'ABAT-POUSSIÈRE**

Abat-poussière *	Concentration	Nombre d'application	Taux d'épandage général appliqué (l/m <sup>2</sup> )
Chlorure de calcium	35%	1 ou 2	0,6
Lignosulfonate de calcium	35%	1 à 5	<4 (général. 1,6 l/m <sup>2</sup> )
Lignosulfonate d'ammonium	25%	1 à 5	<4 (général. 1,6 l/m <sup>2</sup> )
RP-3000	variable	1 ou 2	0,5 à 1,6

\*: Aucune application ne peut se faire en période de pluie ou sur une chaussée trop humide.

### c. Épandage expérimentaux

Le tableau 5,4 présente les conditions expérimentales d'application de chacun des produits à l'étude.

**TABEAU 5,4: CONDITIONS EXPÉRIMENTALES D'APPLICATION**

Tronçon	Abat-poussière	Nombre d'applications	Largeur d'application (m)	Longueur d'épandage (km)	Taux d'épandage (total)
1	Lignosulfonate de calcium (1)	2	4,27 4,88	1,1	1,1 l/m <sup>2</sup>
2	--	--	--	--	--
3	Lignosulfonate d'ammonium (2)	2	--	--	1,6 l/m <sup>2</sup>
4	Lignosulfonate de calcium (1)	2	3,35 4,27	1,1	1,6 l/m <sup>2</sup>
5	Chlorure de calcium	1	4,3	--	1,0 l/m <sup>2</sup>
6	Lignosulfonate de calcium (1)	2	3,35 4,27	1,1	1,3 l/m <sup>2</sup>
7	Émulsion bitumineuse (RP 3000) (5)	2	--	--	1,8 l/m <sup>2</sup>
8	Chlorure de calcium (4)	--	--	--	1,8 l/m <sup>2</sup>
9	Émulsion bitumineuse				
10	Lignosulfonate d'ammonium (3)	2	4,88	--	1,6 l/m <sup>2</sup>
11	Lignosulfonate d'ammonium (3)	2	4,88	--	1,6 l/m <sup>2</sup>

- (1): Épandage centré à partir du milieu de la route, sol très compact. Délai de 30 minutes entre les épandages.  
 (2): Deux passes; chaque passe: 2 largeurs de camion  
 (3): Deux passes côte à côte avec recoupement au centre  
 (4): Épandage effectué par la municipalité en juillet 1989  
 (5): Deux largeurs de camion pour chaque passe

## 5,4 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le taux d'achalandage des divers tronçons a été établi à partir du taux d'achalandage moyen reconnu auquel a été ajouté l'achalandage induit lors des essais (voir tableau 5,1).

Dans la mesure du possible, un grand soin a été apporté à la préservation des échantillons. Pour tous les essais réalisés dans le comté de Nicolet, des réfrigérateurs situés à Deschailons ont été utilisés comme entrepôt provisoire. Dans tous les cas, les échantillons d'eau et de sol ont été transportés au laboratoire à l'intérieur d'un caisson isolé et réfrigéré à environ 4°C.

Le tableau suivant résume l'ensemble des essais de terrain réalisés.

TABLEAU 5,5: ENSEMBLE DES ESSAIS DE TERRAIN RÉALISÉS

Région et tronçon	Nicolet								Papineau-ville	Ville-Marie	
	1	2*	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sols des tronçons	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Eaux souterraines		X						X	X	X	X
Eaux de surface			X	X	X	X	X				
Air:											
Capteurs passifs			X	X	X	X	X				
Échantillonneurs à grand débit			X	X	X		X				
Déplacements simulés	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Poussière fine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

\*: Le tronçon 2 n'a pas fait l'objet d'épandage de lignosulfonates de calcium tel que prévu au départ à cause de la date tardive des essais. Les zones situées en bordure d'habitations ont été traitées aux chlorures de calcium afin d'éviter aux résidents les désagréments causés par la poussière en juillet.

### 5,4,1 SOLS SUPERFICIELS

Des échantillons de sol ont été prélevés sur les tronçons de route expérimentaux sur une profondeur de 0 à 1 mètre afin de déterminer le potentiel de migration des contaminants présents dans les abat-poussière utilisés.

#### a. Localisation des sondages

La localisation des sondages pour l'échantillonnage des sols a été effectuée systématiquement pour dix des onze tronçons de route à l'étude selon une grille délimitant douze sections sur chacun des tronçons. Signalons que le tronçon 2 n'a pas été traité au lignosulfonate de calcium au cours de cette étude. Pour chacune des cinq périodes d'échantillonnage (avant l'épandage, 1-3 heures, 2-4 jours, 1 semaine et 1 mois après l'épandage), trois sections de la grille ont été échantillonnées (Figure 5,4).

Dans chacune de ces sections, les sondages ont été réalisés au centre de la voie et sur l'acotement, à l'aide d'une rétrocaveuse de marque CASE ou l'équivalent. Des échantillons représentant les principales couches de sol ont été prélevés en ces deux points.

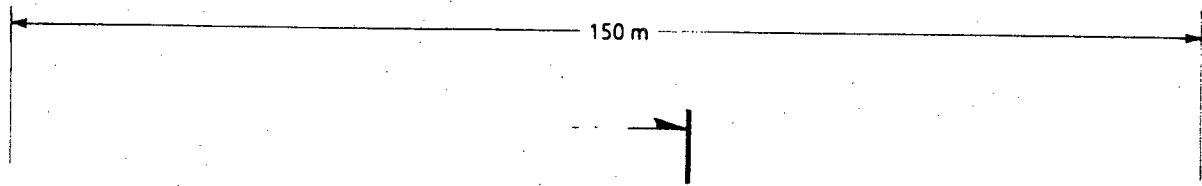
Pour éviter une altération locale et artificielle des concentrations de contaminants, on a isolé et éloigné la zone d'étude des sols de surface de celle de simulation de pluies.

#### b. Techniques de prélèvements

Tous les prélèvements de sols ont été effectués au moyen de truelles et recueillis dans des pots de verre à large ouverture d'une capacité de 1 litre. Avant leur utilisation, les pots ont été successivement lavés à l'eau distillée, à l'hexane et à l'eau distillée. Les pelles ont aussi été lavées avant chaque prélèvement selon la séquence suivante: essuyage, lavage à l'eau distillée puis à l'hexane. Un minimum de 1,5 kg d'échantillon représentatif du milieu étudié a été introduit dans le récipient de verre dont l'ouverture a été scellée par une feuille d'aluminium avant de fermer rigoureusement le bocal.

Tous les échantillons de sol ont été acheminés quotidiennement du chantier au laboratoire dans un caisson isolé et réfrigéré à environ 4°C.

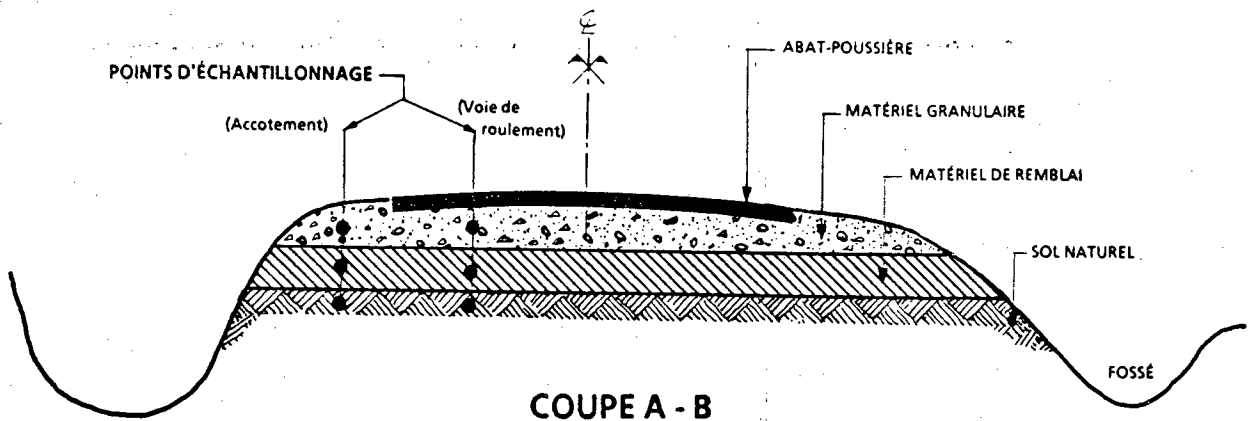
Toutes ces techniques sont conformes aux directives publiées par le ministère de l'Environnement dont, entre autres, celles retrouvées dans le document: "Guide standard de caractérisation de terrains contaminés" (MENVIQ, 1988).



1 & 2	4	3	2	4	1 & 5
3	2	4	1 & 5	2	3



**GRILLE D'ÉCHANTILLONNAGE**



**LÉGENDE**

- 1: Avant épandage
- 2: 1-3 heures après épandage
- 3: 2-4 jours après épandage
- 4: 1 semaine après épandage
- 5: 1 mois après épandage

**FIGURE 5,4 : Localisation des sondages**

### c. Informations recueillies

Pour faciliter l'interprétation des données, les informations suivantes ont été notées au cours des travaux d'excavation:

- enregistrement de tous les échantillons recueillis et identification selon la codification adoptée (Annexe D);
- stratigraphie des sols (composition de l'infrastructure des tronçons de route et des sols naturels sous-jacents) (figures 5,5 à 5,9);
- caractéristiques des sols (granulométrie, contenu en matières organiques);
- caractéristiques organoleptiques (odeur, couleur).

### 5,4,2 EAUX SOUTERRAINES ET SOLS PROFONDS

Afin d'évaluer la persistance et le degré de migration à long terme des sous-produits d'abat-poussière, trois ou quatre puits d'échantillonnage ont été installés près de chaque tronçon altéré. Un total de dix-huit forages ont été réalisés. Des échantillons de sol ont été récupérés lors des forages et des prélèvements d'eau ont été réalisés après une période de stabilisation des conditions souterraines. Cette période varie de 24 à 48 heures, dépendant de la perméabilité des sols.

#### a. Détermination des caractéristiques hydrogéologiques

Afin de bien localiser les puits d'échantillonnage dans la zone de migration souterraine, le sens d'écoulement de la nappe phréatique a été déterminé.

L'étude préliminaire des cartes topographiques, des cartes de sol, des cartes pédologiques et des photographies aériennes a permis d'évaluer la direction probable de l'écoulement des eaux souterraines. Une visite des lieux a permis de constater les conditions hydrogéologiques locales (nature des sols; drainage de surface; sens de l'écoulement des eaux), ainsi que les caractéristiques topographiques locales telles que ravins, ruisseaux, dénivellations importantes, etc.

Les propriétaires des terrains ont été également consultés dans l'optique de déterminer les conditions hydrogéologiques locales telles que le niveau de la nappe phréatique, le profil des sols souterrains et les variations saisonnières.

De façon générale, un puits d'échantillonnage a été installé comme puits témoin pour l'établissement du bruit de fond à chaque tronçon étudié. Ce puits est généralement le plus éloigné du tronçon, hors de la zone d'influence des abat-poussière (à l'exception du tronçon 11, où le puits témoin a été installé en amont du gradient d'écoulement souterrain). Les autres puits ont été installés dans la zone d'influence des abat-poussière et servent à déceler la contamination souterraine.

#### b. Installation des puits d'échantillonnage

Les puits d'échantillonnage ont été installés à l'aide d'une tarière à âme creuse. Cette technique permet le forage à sec et la prise d'échantillons de type non remanié à l'aide d'une cuillère fendue munie d'une chemise intérieure en acrylique.

Des puits d'échantillonnage d'un diamètre de 5 cm et d'une longueur maximale de 10,5 m ont été insérés dans les trous de forage. Ils sont constitués de PVC et la section perforée d'environ 3 m de longueur (ouvertures de 10 microns), est protégée par un filtre de sable de silice.

Les sections de tube et de crépine ont été assemblées de façon mécanique sans utilisation de colle ou de solvant. Les parties inférieure et supérieure de la crépine ont été fermées par des bouchons de bentonite pour exclure l'infiltration des eaux de surface (Annexe C).

L'extrémité supérieure du puits d'échantillonnage a été fermée par un bouchon vissé et protégée par un caisson et un couvercle en acier.

La partie supérieure de la plupart des puits d'échantillonnage a été terminée à 8-10 cm plus bas que la surface du sol naturel dans le but d'éviter de nuire aux activités des propriétaires des lots sélectionnés. Une plaque d'acier a été enterrée à proximité des puits d'échantillonnage pour permettre leur localisation future à l'aide d'un détecteur de métal.

Les figures 12 à 16 de l'annexe A indiquent la localisation des puits d'échantillonnage. Les données d'installation et les résultats des analyses physico-chimiques obtenus sont présentés à l'annexe B.

L'annexe C présente les rapports de forage des dix-sept puits installés. Les coupes stratigraphiques des tronçons étudiés sont également présentées aux figures 5,5 à 5,9.

Le puits d'échantillonnage P8-2 situé sur le tronçon 8 a été perdu après installation à cause des travaux réalisés par le propriétaire.

#### c. Échantillonnage des sols (forages)

Les échantillons de sol ont été recueillis à tous les 1,5 m. Une chemise en acrylique, rincée à l'eau distillée, a été insérée dans la cuillère fendue lavée préalablement à l'eau distillée/hexane/eau distillée pour éviter toute contamination. Les chemises en acryliques remplies ont été bouchées aux deux extrémités avec du papier aluminium, rincées à l'hexane et, par la suite, scellées avec du ruban. Les échantillons de sol ont été par la suite codifiés, transportés et conservés au froid (4°C) pour analyse ultérieure. La faible perméabilité du sol due à une couche importante d'argile sous tous les tronçons n'offrait pas de conditions favorables à la migration verticale de contaminants. Pour cette raison, seuls les échantillons de sol prélevés au niveau 1,6 m, ont été soumis à l'analyse afin d'évaluer la migration des contaminants due aux épandages précédents.

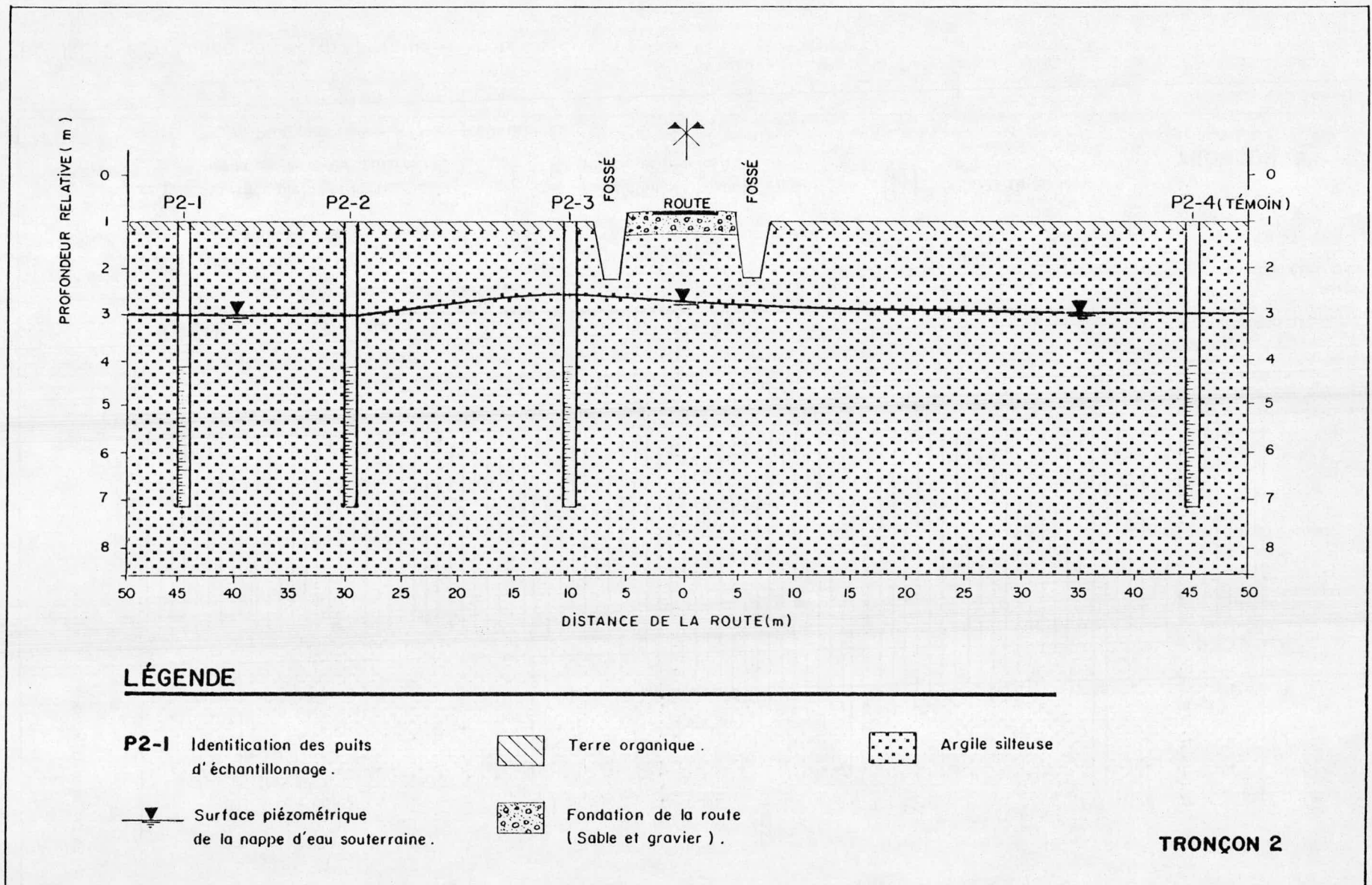
#### d. Échantillonnage des eaux souterraines

Suite à l'installation des puits, 2 volumes d'eau de puits d'échantillonnage ont été évacués à l'aide d'une pompe péristaltique munie d'un tube aseptique. La période minimale de stabilisation du niveau a été de 6 heures; pour cette étude, l'intervalle entre le pompage des puits et le prélèvement a été de 24 heures minimum. Les échantillons ont été ensuite prélevés à l'aide d'un évacuateur en téflon de type "bailer" préalablement lavé à l'eau distillée et à l'hexane.

Le niveau de l'eau, la conductivité et le pH de chacun des échantillons prélevés ont été immédiatement enregistrés. Les informations obtenues sont présentées à l'annexe B (Tableau 1).

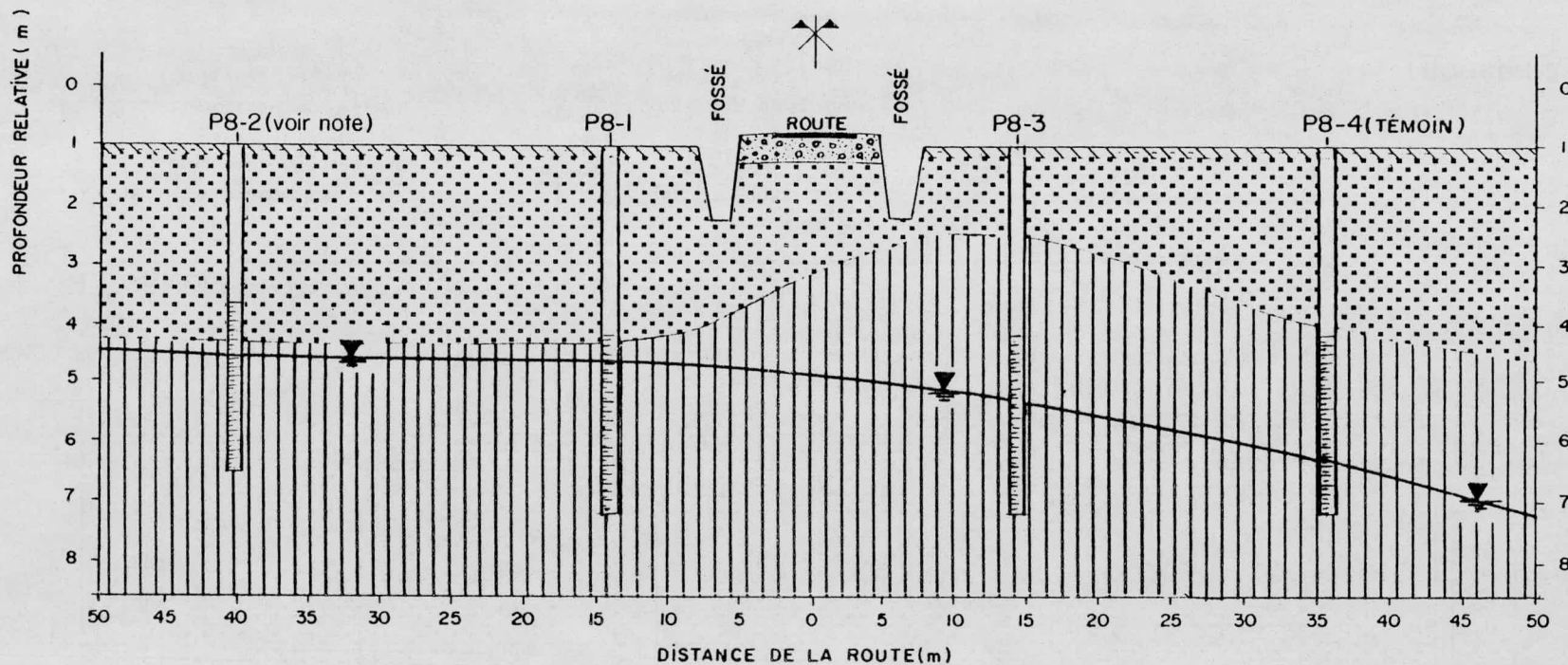
Les échantillons d'eau ont été codifiés, conservés au froid (4°C) et transportés au laboratoire pour analyse ultérieure, le tout selon les méthodes prescrites (EPA, 1985).





sodexen inc.


FIGURE 5-5: Coupe stratigraphique - Tronçon 2





### LÉGENDE


**P2-1** Identification des puits d'échantillonnage.

▼ Surface piézométrique de la nappe d'eau souterraine.

 Terre organique.

 Fondation de la route (Sable et gravier).

 Argile silteuse

 Sable fin, traces d'argile.

**TRONÇON 8**

NOTE : PUIS P8-2 ENDOMMAGÉ ET NON-OPÉRATIONNEL.

sodexen inc.

FIGURE 5-6: Coupe stratigraphique - Tronçon 8

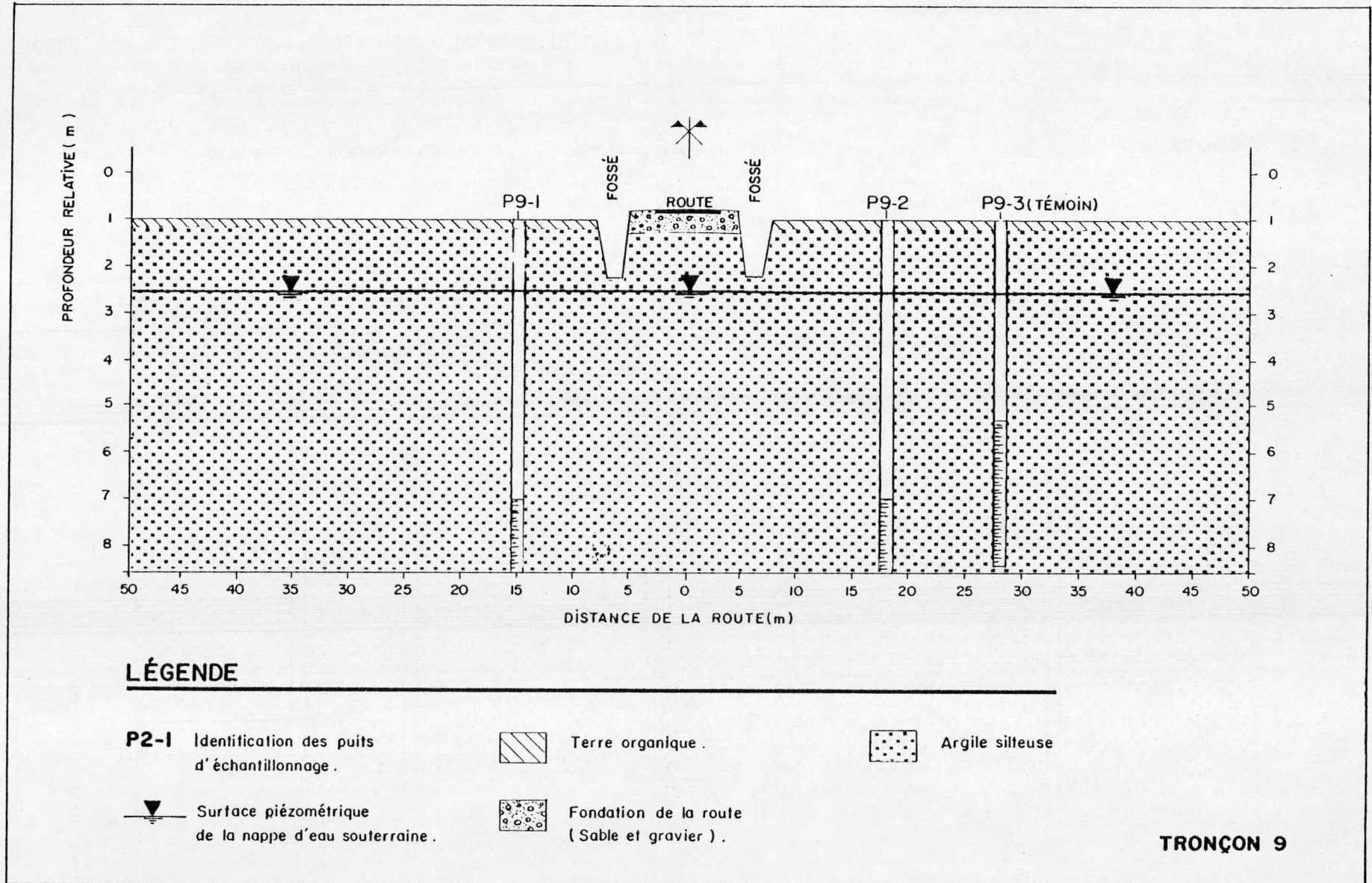
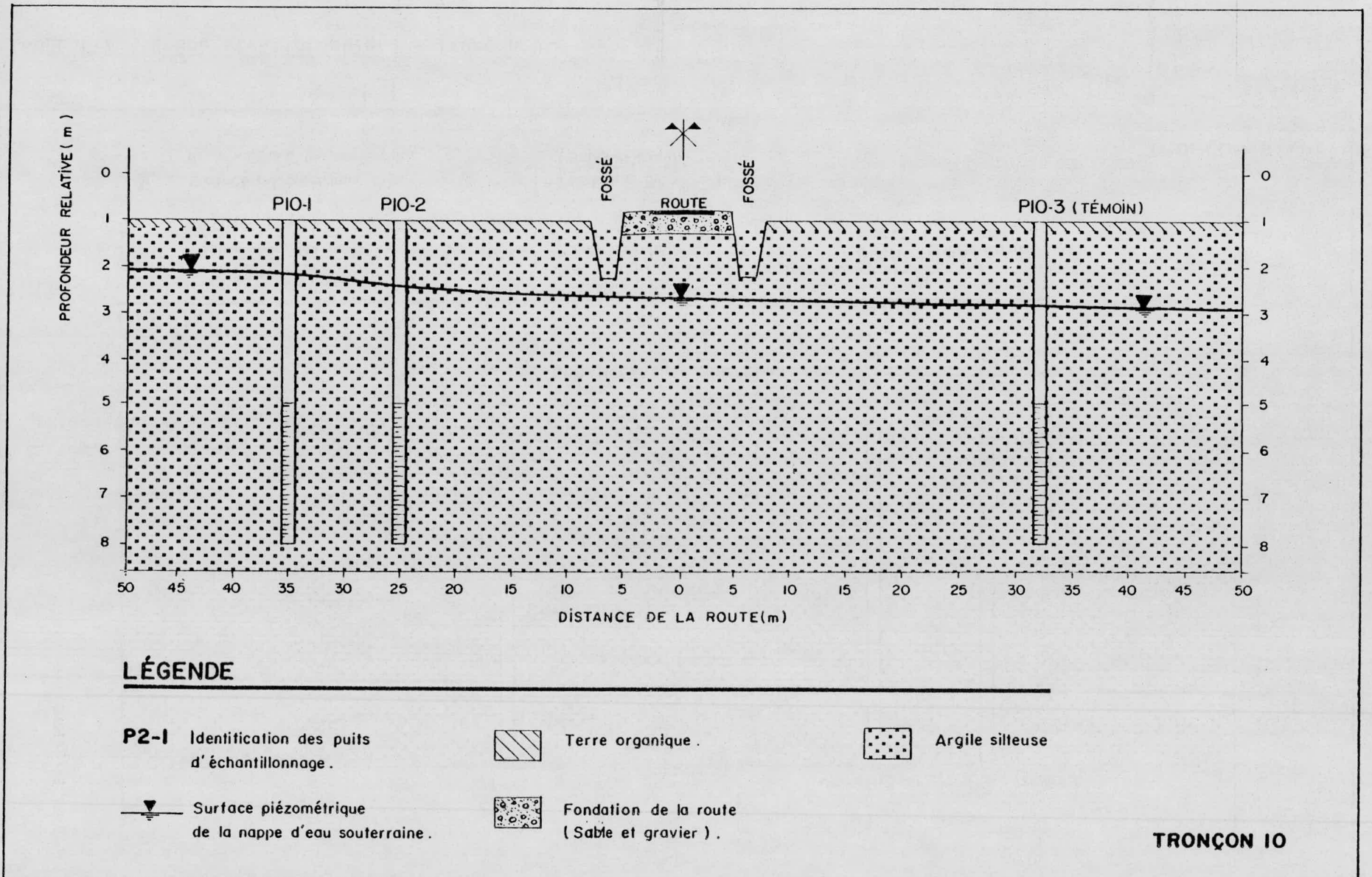


FIGURE 5-7: Coupe stratigraphique - Tronçon 9





sodexen inc.

FIGURE 5-8: Coupe stratigraphique - Tronçon 10

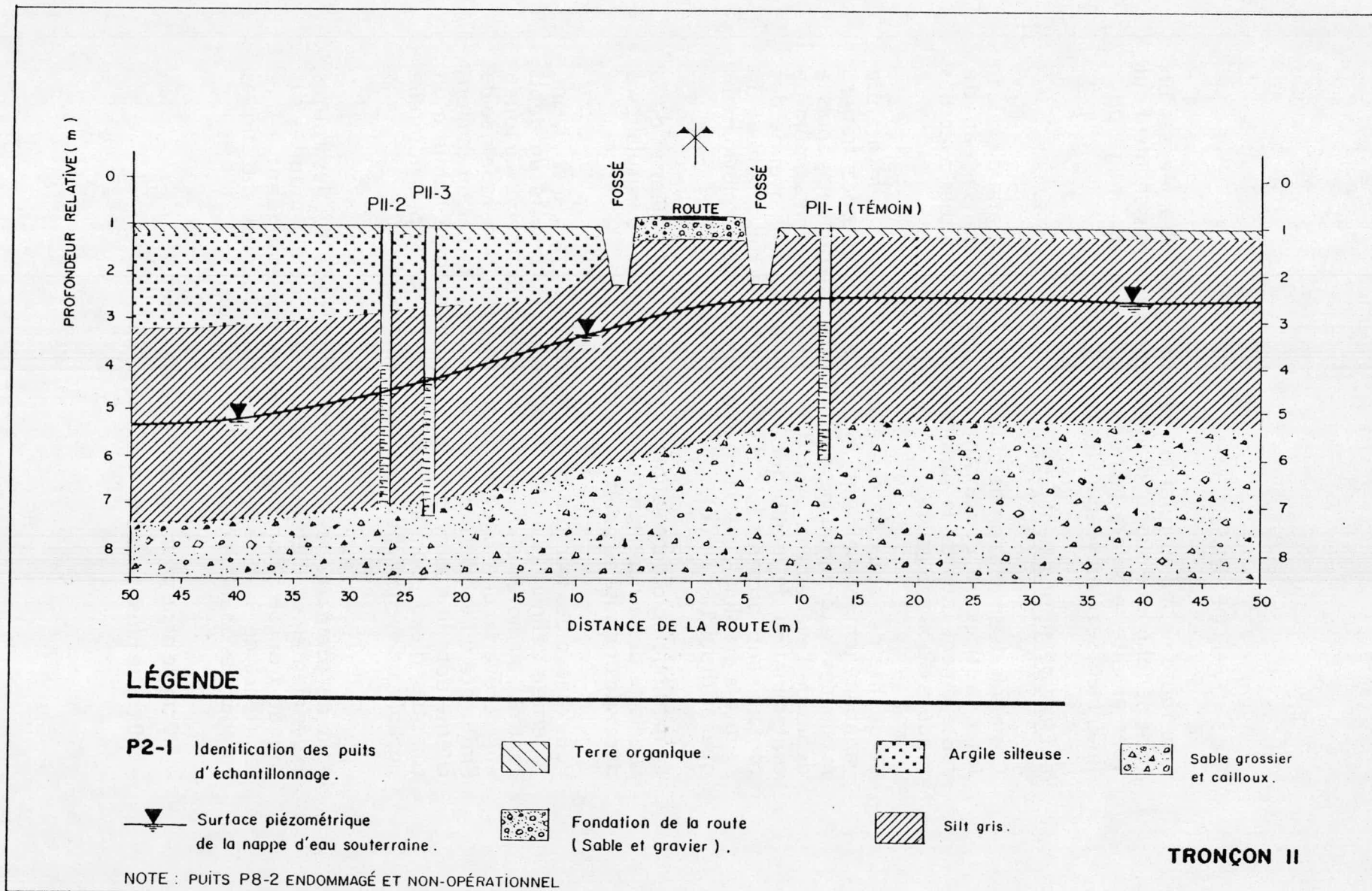


FIGURE 5-9: Coupe stratigraphique - Tronçon 11

### 5,4,3 EAUX DE RUISSELLEMENT

Une route en milieu rural est habituellement drainée par un fossé périphérique où sont drainées les eaux de ruissellement qui vont ensuite rejoindre le réseau naturel de drainage pour finalement se retrouver dans les cours d'eau.

#### a. Essais de ruissellement

Des essais de simulation de pluie ont été réalisés afin d'évaluer les quantités de contaminants présents dans l'eau de ruissellement issue de la surface des routes traitées avec des produits d'abat-poussière.

La qualité des eaux de ruissellement présente une grande variabilité temporelle. Ainsi, lors d'une pluie, les concentrations maximales de contaminants sont atteintes peu de temps après le début de l'événement. Afin d'identifier le niveau maximum de contamination de même que la concentration moyenne des contaminants présents lors d'une averse, le ruissellement de surface a été simulé par la création d'événements pluviométriques artificiels (aspersion).

La méthodologie de création de ces pluies contrôlées et de la cueillette des échantillons d'eau et de matières particulaires a nécessité une mise au point élaborée.

Pour chacun des tronçons de route vierges (3, 4, 5, 6 et 7), une superficie définie (23,4 m<sup>2</sup>) a été aspergée d'eau à un débit contrôlé, au moyen d'un système aérien de tuyauterie. Le tout a été recouvert d'une toile afin de protéger la surface aspergée de l'influence du vent. Le système a été alimenté par un camion-citerne dont le débit était réglé par une pompe munie d'un compteur d'eau. On a ainsi recréé, de la façon la plus naturelle possible, un événement pluviométrique (Figure 5,10).

Afin de comparer les effets de ce procédé sur les routes expérimentales à l'étude, deux averses ont été induites sur chaque tronçon selon deux intensités correspondant à une récurrence de 5 et de 10 ans (selon les données statistiques enregistrées pour la région de Montréal), soit:

- 3,0 cm de pluie pour une durée de 60 minutes;
- 4,0 cm de pluie pour une durée de 60 minutes.

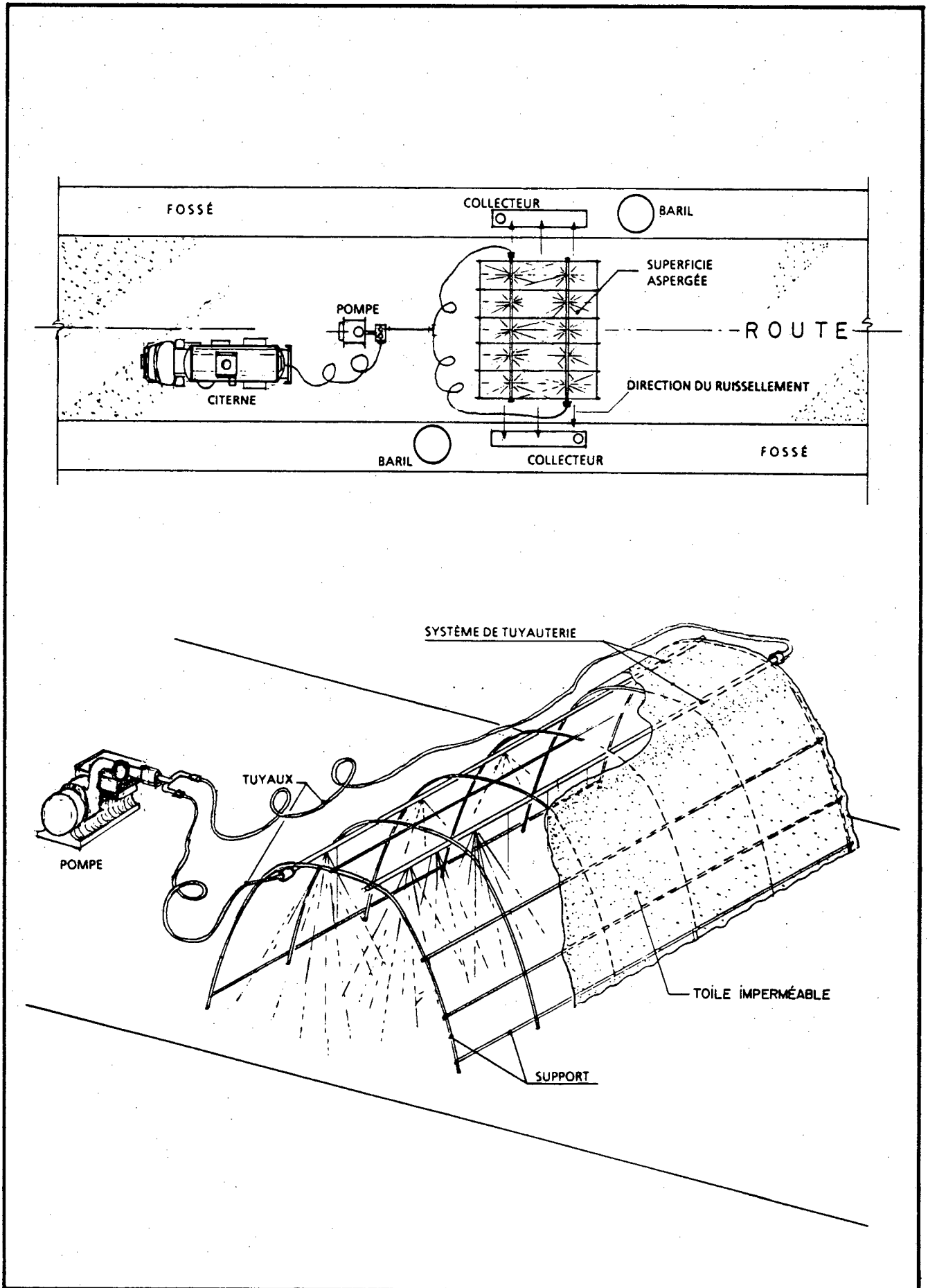


FIGURE 5.10: Simulation de pluie - système d'arrosage

L'étude devant être représentative des différentes régions du Québec, les données statistiques pour Montréal ont été retenues car elles représentent l'ordre de grandeur des valeurs moyennes mesurées pour le Québec.

Le compteur d'eau installé sur la pompe a permis de bien contrôler le débit fourni, donc l'intensité des averses artificielles. Pour des pluies de 3,0 et 4,0 cm pendant 60 minutes, des volumes respectifs de 544,5 et 726 litres ont été déversés.

Ce procédé a été répété pour chacune des cinq périodes d'échantillonnage: 1 heure, 2 jours, 1 semaine et 1 mois après l'épandage. Seuls les tronçons 4 et 6 ont fait l'objet d'une simulation de pluie avant épandage afin de déterminer l'importance du bruit de fond car ils représentent les deux types de surface retrouvés sur les tronçons.

Il est à noter que pour chacun des essais d'aspersion artificielle, une surface de tronçon non affectée par des apports d'eau induits autres que naturels a été utilisée.

#### b. Échantillonnage des eaux de ruissellement

Pour délimiter les superficies étudiées et pour bien acheminer les eaux vers les collecteurs, des rigoles ont été tracées (Figure 5,11).

La collecte des eaux de ruissellement et des matières particulières a été réalisée sur l'accotement de la route. À cette fin, des collecteurs de ruissellement ont été installés dans une tranchée dégageant 2 mètres droits sur chaque côté de la route et permettant de bien recueillir toute l'eau ruisselant hors de la surface aspergée (Figure 5,11).

Pour chaque intervalle de 5 minutes, un échantillon composite de 1 litre d'eau de ruissellement a été recueilli. Le reste de l'eau recueillie durant l'intervalle a été emmagasiné dans un baril de 205 litres (45 gallons). Une fois ce baril plein, on a recueilli un composite de 20 litres et on a vidé le baril pour recevoir l'eau continuant de ruisseler sur les côtés de la route. Lorsque l'essai a été complété, on a échantillonné également un composite des 20 litres du volume d'eau supplémentaire recueilli.

Les volumes d'eau recueillis pour chaque intervalle de 5 minutes ont été notés, de même que le moment où les composites de 20 litres ont été recueillis.



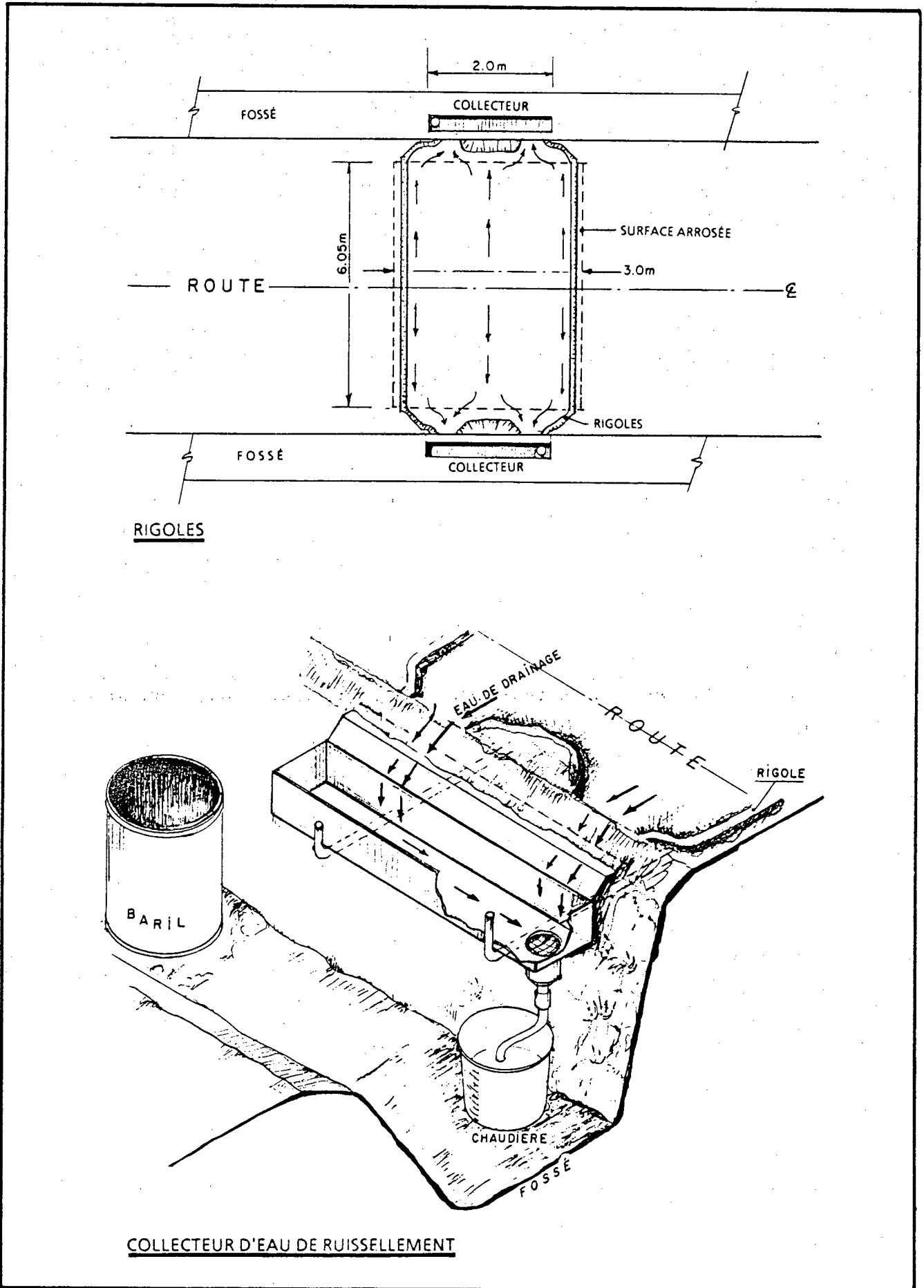


FIGURE 5,11: Collecte des eaux de ruissellement

Les pertes d'eau ont aussi été rapportées. Ces pertes sont principalement dues à l'étanchéité partielle des collecteurs de ruissellement, tant dans le contact collecteur-sol qu'à l'intérieur même du collecteur car aucune soudure n'a été effectuée sur les collecteurs pour éviter de générer des oxydes de métaux.

Un grillage a été placé sur les collecteurs afin de retenir les particules de dimension supérieure à 6 mm. Les solides s'accumulant dans les collecteurs ont été recueillis pour éviter l'obstruction du système de collecte des eaux.

Pour être en mesure d'éliminer les bruits de fond dus à l'appareillage utilisé, des échantillons témoins d'eau ont été prélevés à chaque simulation de pluie. Les échantillons d'eau de pluie ont été pris en laissant deux pots de 1 litre sous le système d'aspersion pour toute la durée de la pluie. Ces témoins indiquent les interférences éventuelles apportées par la tuyauterie du système d'aspersion et du camion-citerne, en plus de tenir compte de la qualité de l'eau fournie par le camion-citerne. Nous avons donc pu soustraire des analyses chimiques l'apport éventuel par la citerne, le système de tuyauterie et l'eau elle-même.

Au début de chacun des essais, une fois lavé, brossé et rincé à l'eau distillée, chaque collecteur a été aspergé d'eau distillée afin d'atténuer les risques de contamination des eaux de ruissellement canalisées par les collecteurs.

Une fois les échantillons d'eau de ruissellement parvenus au laboratoire de Sodexen, un sous-échantillonnage a été systématiquement réalisé.

Dans un premier temps, on a mélangé le contenu des pots pour obtenir des composites représentatifs d'intervalles de 10 minutes. Des prélèvements sur ces mêmes pots ont été mélangés pour générer des échantillons représentatifs d'intervalles de 30 minutes (deux par essai pluviométrique). Les composites de 10 minutes ont été soumis à l'analyse des paramètres traceurs alors que les composites de 30 minutes ont été analysés pour les paramètres indicateurs (voir tableau 5,6).

Dans un second temps, une portion de tous les échantillons représentatifs d'intervalles de 30 minutes a été soutirée, dans le but d'analyser immédiatement la DBO<sub>5</sub>.

L'ensemble de tous les échantillons et sous-échantillons a été identifié selon la codification établie (Annexe D). Les données relatives aux essais de ruissellement sont colligées à l'annexe E. Il est à noter que les analyses pour les lignosulfonates ont été réalisées selon la méthode Daishowa no 4511 et que les résultats obtenus correspondent aux concentrations réelles de lignosulfonates d'ammonium ou de calcium.

#### 5,4,4 AIR

Aux fins de la présente section de cette étude, quatre protocoles d'échantillonnage ont été prévus afin de caractériser quantitativement et qualitativement les émissions de poussière: échantillonnage avec capteurs passifs, avec échantillonneurs à grand débit (fixes et avec déplacements simulés et échantillonnage des poussières fines). Le tableau synthèse de la page suivante présente les différents protocoles d'échantillonnage avec leurs buts visés.

Étant donné l'influence majeure des conditions atmosphériques sur les résultats d'échantillonnage d'air ambiant, les mêmes essais ont été réalisés dans les zones traitées et non traitées. Cette stratégie d'échantillonnage a permis de diminuer l'influence des conditions météorologiques difficile à éliminer dans une stratégie d'échantillonnage avant et après épandage.

##### a. Échantillonnage avec capteurs passifs (retombées de poussière)

Un réseau de jauges à dépôt a été disposé à diverses distances des tronçons tant traités que non traités pour vérifier l'étalement des retombées de poussière et des produits qu'elles contiennent pour des périodes de 7 et 30 jours respectivement.

Une première série de jauges ont été installées à différentes distances de la route selon la disposition des lieux pour couvrir la zone d'épandage, tout en respectant le plus possible les critères de localisation des postes d'échantillonnage mentionnés à l'article 9,3 de la méthode standard ASTM D1739-82. Une deuxième série a été placée sur le même tronçon dans la zone non-traitée et disposée au meilleur endroit possible. Chaque série comprenait 8 postes d'échantillonnage, soit 4 de chaque côté de la route à une distance de 5, 15, 30 et 50 mètres de la surface de roulement (Figure 5,12).

Certaines modifications ont été apportées à la méthode standard ASTM D1739-82 pour le présent projet. Chaque poste d'échantillonnage a été muni de jauges à dépôt permettant de capter les retombées de matières particulaires et installé à une hauteur de 1,5 mètres du sol au lieu de 2,4 m. Cette modification avait pour but de simplifier l'installation des postes d'échantillonnage et de se conformer à la méthodologie employée pour une étude semblable en Ontario.

**TABEAU 5,5A: SYNTHÈSE DES PROTOCOLES D'ÉCHANTILLONNAGE DE POUSSIÈRE AVEC LEURS BUTS VISÉS**

Protocole no	But visé	Type d'échantillonneur	Nombre de station	Nature des poussières	Grosueur des poussières
1	Mesurer les quantités de retombées de poussière et vérifier leur étalement	Échantillonneur avec capteurs passifs	32	Retombées de poussière	< 40 um
2	Mesurer les concentrations de particules en suspension dans l'air ambiant le long des tronçons à l'étude en employant une méthode standard.	Échantillonneurs fixes à grand débit	4	Particules aéroportées ou en suspension	< 40 um
3	Mesurer les concentrations de poussière soulevée lors du passage d'un véhicule sur une route et dans des conditions expérimentales spécifiques	Échantillonneur mobile à grand débit (déplacements simulés)	1	Poussière soulevée	< 100-115 um
4	Prélever des échantillons de poussière de la surface de la route en quantité suffisante pour y effectuer une analyse granulométrique détaillée sur une portion pré-tamisée de < 40 um afin de déterminer la portion de poussière respirable	Poussière fine	--	Poussière fine aspirée de la surface de la route	1er tamisage: < 100 um 2e tamisage: < 40 um Respirable 1-5 um

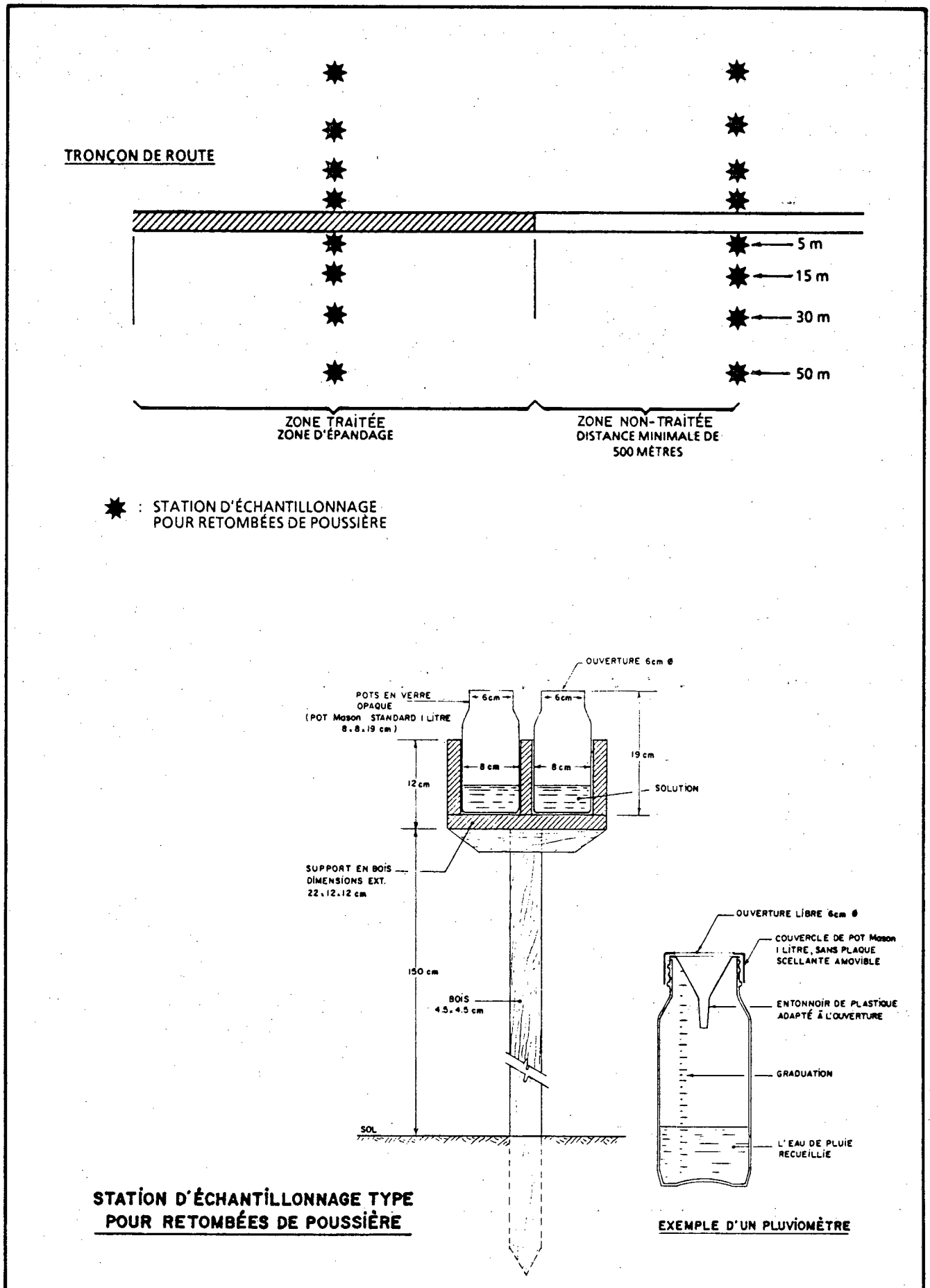


FIGURE 5,12: Stratégie d'échantillonnage avec capteurs passifs

En plus des seize postes d'échantillonnage prévus au devis, chaque tronçon comprenait deux autres stations, soit une dans la partie traitée et une dans la partie non traitée, placées à environ 8 m du centre de la route et prélevant à une hauteur de 2,5 m au-dessus du sol. Tous les postes d'échantillonnage ont été pourvus de 2 bocaux: un pour la période 0 - 7 jours et l'autre pour la période 0 - 30 jours. Des pots Mason standards rendus opaques par une peinture noire appliquée sur les parois extérieures et d'une capacité de 1 litre (hauteur: 19 cm), à grande ouverture (6 cm), ont été utilisés à cette fin. La méthode de référence spécifie (art. 9,1) un rapport, hauteur du récipient / diamètre de l'ouverture de 2 à 3. Dans chaque bocal, 15 ml de solution 0,1 mg  $\text{CuSO}_4$ /ml (pour contrer la formation d'algues) et 60 ml d'eau ultra pure ont été ajoutés. L'article 9,12 spécifie l'ajout de 500 ml (400 ml  $\text{H}_2\text{O}$  distillée et 100 ml solution de sulfate de cuivre) pour un volume de récipient de 5 300 à 7 950  $\text{cm}^3$ . Le pot Mason employé a un volume de 1 000  $\text{cm}^3$ . L'ajout de 75 ml respecte donc les proportions acceptables par la méthode.

Cette méthodologie est analogue à celle adoptée par le ministère de l'Environnement de l'Ontario pour une étude semblable.

#### b. Échantillonnage avec échantillonneurs fixes à grand débit (particules aéroportées)

La simulation d'un achalandage routier contrôlé a permis de vérifier de façon précise, au moyen d'échantillonneurs à grand débit, les concentrations de particules en suspension générées (<40  $\mu\text{m}$ ) lors du passage de véhicules et la teneur en abat-poussière des particules recueillies sur les filtres.

L'échantillonneur à grand débit est un appareil standard constitué d'un porte filtre (20,3 cm X 25,4 cm) et d'une pompe à air (souffleuse à centrifuge) capable d'aspirer un volume d'air d'environ 100  $\text{m}^3$  par heure à travers le matériel filtrant constitué généralement de fibre de verre de 0,3 micromètre. La concentration des particules est déterminée par gravimétrie en tenant compte du volume échantillonné et corrigé aux conditions de référence. L'appareil est conçu de façon à ce que seulement les particules ayant un diamètre inférieur à 40 micromètres soient captées sur le filtre.

La quantité de poussière retenue sur le filtre a été mesurée par gravimétrie tandis que la teneur en élément traceur spécifique (lignosulfonates de calcium, lignosulfonates d'ammonium, calcium, huiles et graisses totales) pour chaque abat-poussière a été analysée en employant les méthodes respectives décrites à la section 5,4,5.

Pour les fins de ce protocole, l'accès aux zones d'étude a été contrôlé. Un véhicule a circulé sur le tronçon à une fréquence de huit à douze passages à l'heure et à une vitesse constante d'environ 70 km/heure. Quatre tronçons ont été soumis à ce protocole (tronçons 3, 4, 5 et 7), soit un pour chaque type d'abat-poussière.

Sur chaque tronçon à l'étude quatre échantillonneurs à grand débit alimentés par des génératrices ont été installés de part et d'autre de la route: deux pour la partie avec épandage et deux autres pour la portion non traitée (Figure 5,13).

La méthode d'échantillonnage est conforme à la "Méthode uniforme de référence pour la mesure des particules en suspension dans l'atmosphère" (échantillonnage à grand débit) EPS-1AP-73-2 d'Environnement Canada. Des prélèvements d'une durée de 4 à 8 heures ont été effectués une journée par semaine pendant 4 semaines après l'épandage.

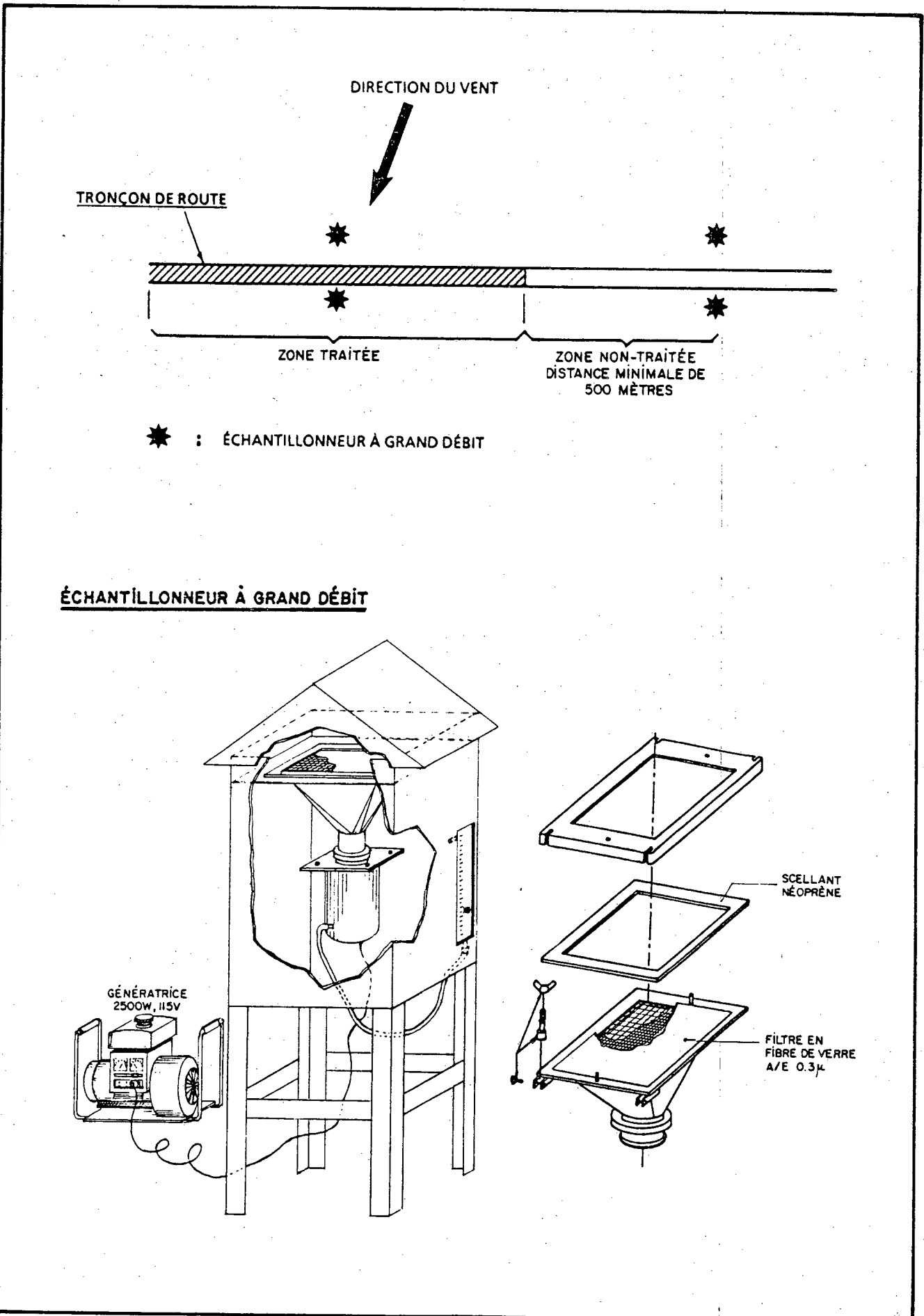
Chaque appareil au chantier est pourvu d'un rotamètre dont les lectures de débit sont prises à toutes les heures pendant l'échantillonnage. De plus, l'étalonnage de chaque unité est faite une fois par semaine avec deux méthodes; étalonnage de l'orifice, d'une part, avec les plaques (sections 6,1,4 et 8,1 de la méthode d'Environnement Canada ci-haut mentionnée) et le manomètre différentiel et d'autre part, avec un compteur de déplacement positif (KURZ Instruments - Hi - Volume Calibrator) étalonné en pieds cubes normalisés et servant d'étalon primaire.

Une évaluation de la vitesse et de la direction des vents a été réalisée sur le site pour chaque jour d'échantillonnage. Un tel protocole a permis à la fois d'évaluer l'influence de l'abat-poussière sur la concentration de poussière dans l'air ambiant en fonction du temps et de mesurer l'influence du vent sur les particules aéroportées.

c. Échantillonnage mobile avec déplacements simulés  
(poussière soulevée)

Les échantillonnages avec déplacements simulés ont permis de mesurer les concentrations de poussière soulevée lors du passage des voitures. Ce protocole a donc fourni une base quantitative de comparaison de l'efficacité des abat-poussière face aux différents substrats.

Ce protocole est différent du précédent. Il s'agit ici des poussières de diamètre inférieur à 100 micromètres alors qu'en b) le diamètre est inférieur à 40 micromètres.



**FIGURE 5.13:** Stratégie d'échantillonnage avec échantillonneurs à grand débit



Le dispositif d'échantillonnage comprend un échantillonneur haut-volume de marque Rader (aspiration d'environ 60 pi.<sup>3</sup>/min.) pourvu d'un filtre amovible de 8" X 10" en fibre de verre d'une porosité de 0,3 micron, et d'un assemblage maison de tuyaux de 1 1/2 po. de diamètre en PVC disposés de façon à aspirer (environ 18" au dessus de la chaussée) la poussière soulevée par la circulation d'un véhicule sur une route non asphaltée. Le moteur du ventilateur de l'appareil est alimenté par une génératrice de 2500 W. Tout ce système est fixé dans la boîte arrière d'une camionnette (Figure 5,14).

La vitesse d'aspiration a été mesurée par le différentiel de pression ( P ) à l'orifice de l'appareil. Les formules standards employées en échantillonnage à la source ont servi à établir le taux d'aspiration en mètres cubes normalisés (Nm<sup>3</sup>) par rapport aux conditions de référence i.e. 100,3 kPa et 25°C. Entre chaque prélèvement, la partie précédant le filtre a été nettoyée. La gravimétrie des filtres a donc donné une mesure quantitative de la concentration de poussière soulevée en mg/Nm<sup>3</sup>.

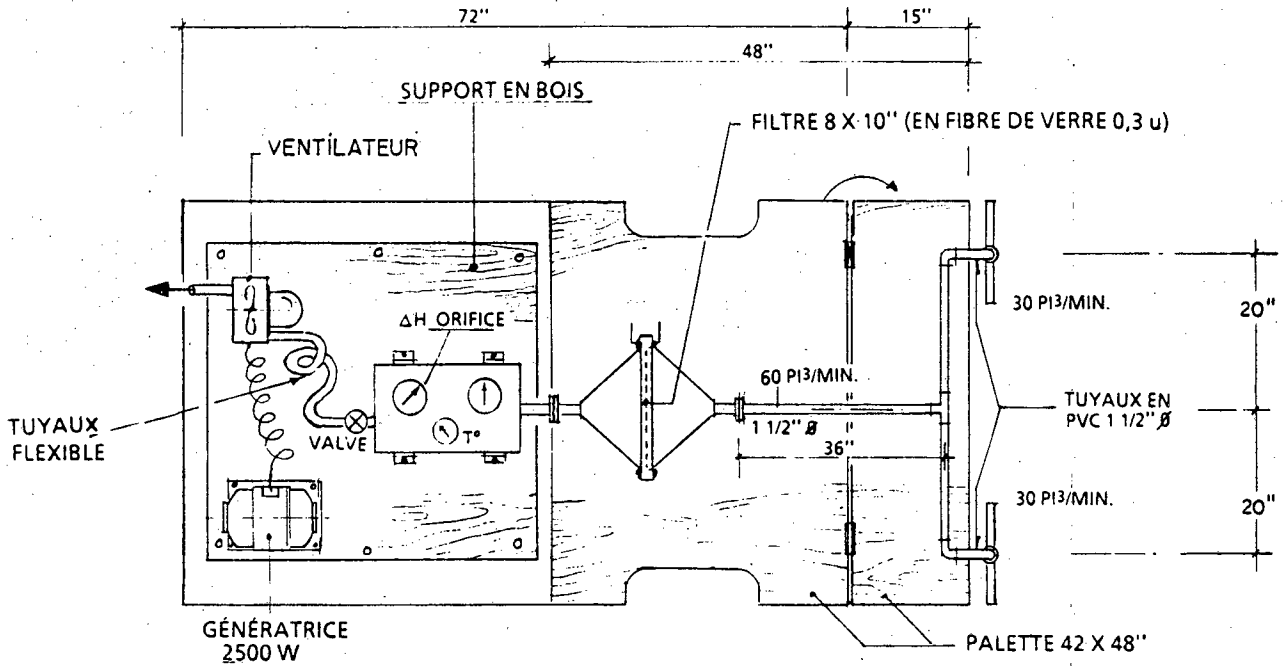
Chaque prélèvement représente la quantité totale de poussière recueillie sur un filtre dans des conditions expérimentales définies, soit 20 km de distance parcourus à une vitesse d'environ 70 km/h. Selon la longueur de la portion étudiée, il a fallu inclure un certain nombre d'arrêts pour l'aller-retour du véhicule et aussi pour prendre les lectures nécessaires tous les 4 km approximativement.

Chaque tronçon inclus dans l'étude a fait l'objet de six essais, soit trois par zone traitée et non traitée.

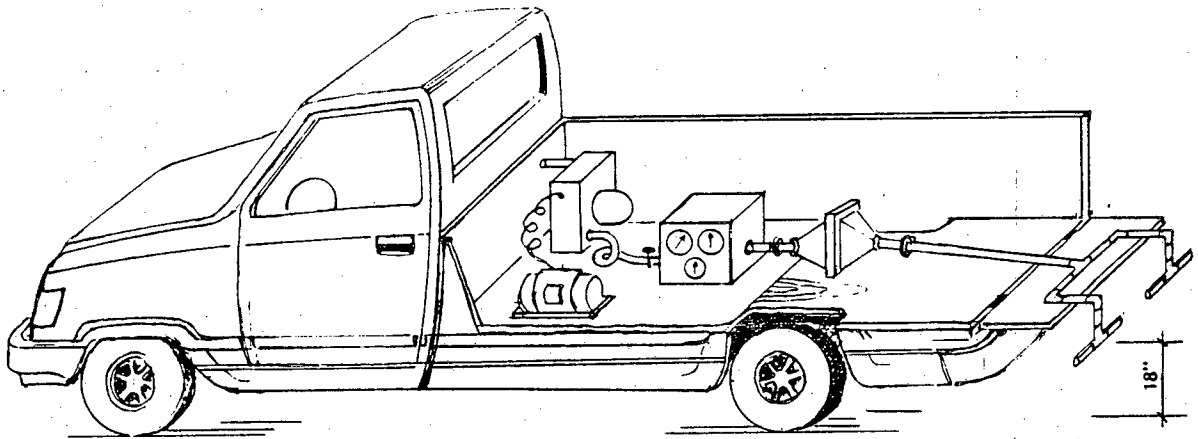
#### d. Échantillonnage de poussière fine

Pour permettre la cueillette d'une quantité suffisante de poussière qui sera assujettie à une analyse granulométrique, des échantillons de poussière de la surface de la route ont été prélevés avec un aspirateur à trois endroits différents sur les 11 tronçons à l'étude. Pour les tronçons non altérés, des échantillons de poussière ont été aspirés dans les sections traitées et non traitées. Dans chaque cas, le composé de poussière fine après tamisage (environ 250-400 g) correspond à trois séries de prélèvements.

Tous les échantillons de sol de la route ont été d'abord tamisés sur place à l'aide d'un appareil RO-TAP alimenté par une génératrice pour séparer la portion des particules (>100 um) ne générant pas ou très peu de poussière. Seule la fraction de poussière passant le tamis de 100 mailles (<100 um) a été gardée pour fins d'analyses subséquentes.



VUE DE HAUT



VUE DE CÔTÉ

FIGURE 5,14: Échantillonneur mobile haut volume Rader

### Analyse chimique des éléments traceurs dans les particules aéroportées et la poussière soulevée

Pour les particules en suspension, la quantité de poussière retenue sur le filtre a été mesurée par gravimétrie tandis que la teneur en élément traceur spécifique (lignosulfonates de calcium, lignosulfonates d'ammonium, calcium, huiles et graisses totales) pour chaque abat-poussière a été analysé sur le filtre en employant les méthodes respectives décrites à la section 5,4,5.

La poussière soulevée a une granulométrie identique, en principe, à celle de la poussière fine tamisée et passant 100  $\mu\text{m}$ . Pour cette raison, la teneur en abat-poussière n'a pas été faite sur le filtre mais plutôt sur la poussière fine prélevée directement de la route.

Pour chacun des tronçons, une analyse chimique des poussières fines a été effectuée afin de déterminer leur contenu en abat-poussière. Les mêmes analyses ont été réalisées sur les poussières fines recueillies dans la partie non-traitée et utilisées comme essai à blanc et point de comparaison.

### Analyse granulométrique

Afin d'avoir une résolution jusqu'à 1 micron sur la portion très fine des particules, un second tamisage au laboratoire a été nécessaire pour éliminer la fraction comprise entre 40 et 100 microns. L'analyse granulométrique complète a donc été effectuée uniquement sur la fraction comprise entre 1 et 40 microns tant pour les parties traitées que non traitées. La granulométrie a été réalisée avec l'appareil Coulter Counter TA<sub>11</sub> en employant l'Isoton comme solvant.

Ces analyses ont permis d'établir la granulométrie des poussières fines (<40  $\mu\text{m}$ ) le long de chaque tronçon et d'estimer la portion de poussière respirable de diamètre compris entre 1 et 5 microns.

Des études ont démontrées (UMA Engineering Ltd 1987) que les niveaux des particules aéroportées (<40  $\mu\text{m}$ ) générées sur une route sont directement proportionnels à la quantité en poussière fine (<100  $\mu\text{m}$ ) retrouvée à la surface de la route. Cette même proportionnalité pourrait s'appliquer pour la portion des poussières respirables (1-5  $\mu\text{m}$ ).

Il faut toutefois noter que la granulométrie des particules dépend non seulement de la composition de la surface de la route mais aussi de l'endroit de la chaussée où les échantillons sont aspirés et du poids des véhicules y circulant car on retrouve beaucoup plus de poussière pulvérisée dans les segments normalement en contact avec les pneus. Pour pallier à ce problème, les échantillons ont été prélevés le plus possible au même endroit.

## 5,4,5 ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

Dans cette section, nous indiquons les analyses effectuées sur les différents échantillons selon le type d'abat-poussière et le niveau d'information recherché (voir tableau 5,6). Nous précisons également les méthodes standards utilisées et les limites de détection.

a. Approche analytique

Selon le niveau d'information recherché, deux batteries d'analyses sont effectuées. Le tableau 5,6 résume les analyses effectuées sur les différents échantillons.

**TABLEAU 5,6: ANALYSES EFFECTUÉES SELON L'ABAT-POUSSIÈRE**

Paramètre	Abat-poussière			
	CaCl <sub>2</sub>	LignoCa	LignoNH <sub>4</sub>	RP-3000
Chlorures	▨			
Calcium	▨	▨		
Ligno. de calcium		▨		
Ligno. d'ammonium			▨	
NTK			▨	
NH <sub>3</sub>			▨	
H&G minérales				▨
H&G totales				▨
DCO				▨
COD	▨	▨	▨	▨
DBO <sub>5</sub>	▨	▨	▨	▨
BHAA, 20°C		▨	▨	▨
Microtox		▨	▨	
Daphnies	▨			▨

▨ paramètres indicateurs

▨ paramètres traceurs

NTK: azote Kjeldahl total  
 DCO: demande chimique en oxygène  
 COD: carbone organique dissous  
 DBO<sub>5</sub>: demande biologique en oxygène (5 jours)  
 BHAA: bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies

### b. Méthodes analytiques

Les méthodes analytiques employées et leur limite de détection sont détaillées au tableau 5,7.

**TABLEAU 5,7: MÉTHODES ANALYTIQUES**

Paramètre	Méthode d'analyse	Limite de détection (mg/l)
Chlorures	ASTM D4327	0,2
Calcium	SM 305 Dionex	0,1
Lignosulfonates de calcium (1)	Daishowa no. 4511	2,0
Lignosulfonates d'ammonium (1)	Daishowa no. 4511	2,0
Azote Kjeldahl total	SM 420A	1,0
Ammoniaque	SM 417E	1,0
Huiles et graisses minérales	SM 503B	0,2
Huiles et graisses totales	SM 503B	0,2
DCO	SM 508A	4,0
COD	SM 505B	1,0
DBO <sub>5</sub>	SM 507	1,0
BHAA, 20°C	SM 907	N/A
Microtox	BNQ 3600/205	N/A
Daphnies	BNQ 3600/215	N/A

(1): Les facteurs de conversion en acide tanique sont présentés à l'annexe U.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16e éd., APHA, AWWA, WPCF, 1985, 1268 p.

ASTM: American Society for Testing and Materials

### c. Description des méthodes analytiques

Les méthodes analytiques telles que les méthodes ASTM, SM et BNQ sont reconnues et utilisées par la majorité des laboratoires. Toutefois, les méthodes analytiques pour les lignosulfonates ont été développées par un laboratoire indépendant et sont de ce fait peu connues. La description de ces méthodes se retrouve à l'annexe U.

## 5,5 RÉSULTATS

### 5,5,1 CHLORURE DE CALCIUM

#### 5,5,1,1 Observations préliminaires

Les essais de terrain aux tronçons 5 et 8 se sont déroulés sensiblement tel que prévu au protocole initial. Cependant, les observations suivantes ont été notées:

- la surface molle et sablonneuse du tronçon 5 a été détériorée de façon significative lors des prélèvements de sols de surface (excavation et remplissage à l'aide d'une rétrocaveuse). Les résultats d'émissions atmosphériques sont, en conséquence, plus élevés que pour une route non endommagée. Une poussière sablonneuse était soulevée de façon anormale lors des essais, ceci a pu faire varier la quantité de poussière soulevée.
- Quant aux deux réseaux de jauges à dépôt, ils ont été placés dans des champs où certaines activités agricoles se sont déroulées pendant les 7 à 30 jours d'échantillonnage. Beaucoup d'interférences sur les données d'analyses sont dues aux conditions locales et environnantes.
- Le chlorure de calcium est très hygroscopique; il absorbe et retient l'humidité atmosphérique à la surface de la route traitée. C'est cette humidité qui lui permet de retenir la poussière sur le sol.

Les données météorologiques de la station de Bécancour (MENVIQ) pour le mois d'août 1989, révèlent une température moyenne maximale de 24,3°C et minimale de 12,4°C avec des précipitations totales de 101,5 mm pour un total de 10 jours de pluie (4 jours de plus de 10 mm et 6 de moins de 10 mm). La moyenne des précipitations pour cette station au cours des 9 dernières années est de 101,6 mm de pluie répartis sur 10,4 jours. Le mois d'août 1989 est donc tout à fait normal.

#### 5,5,1,2 Résultats

##### A. Sols superficiels

Les résultats d'analyses obtenus sur les sols superficiels sont présentés à l'annexe F (Tableau F-4). La figure 5,15 présente, sous forme graphique, l'évolution de la concentration du traceur chlorure pour cet abat-poussière. Il est à noter que le traceur calcium suit le même patron de migration verticale pour cet abat-poussière.

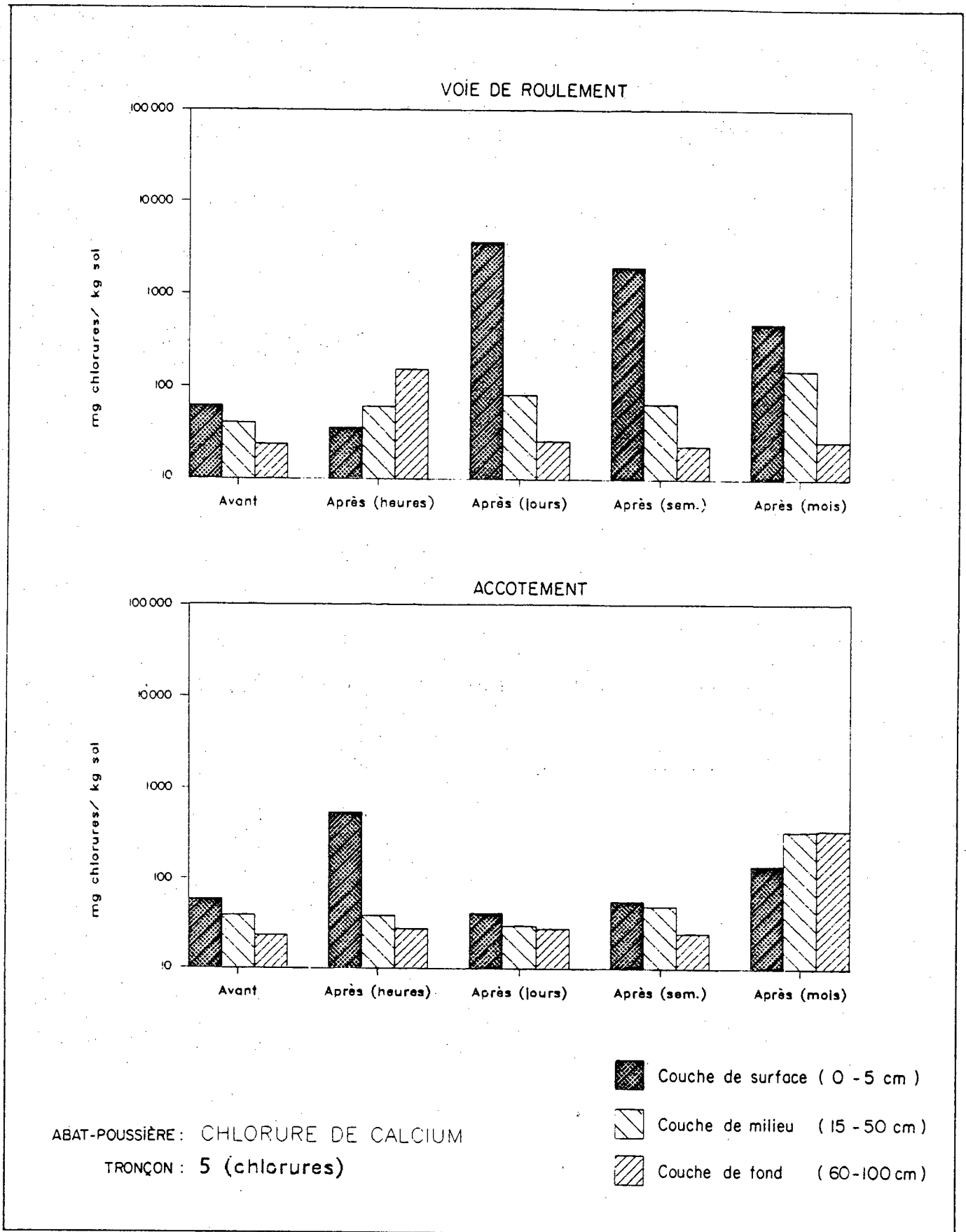
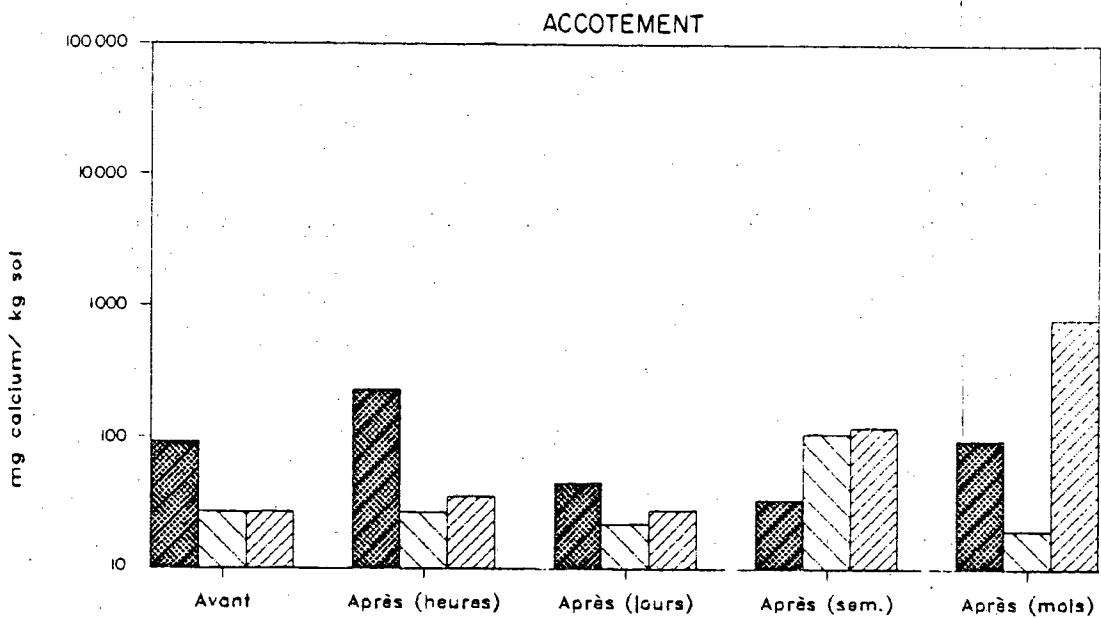
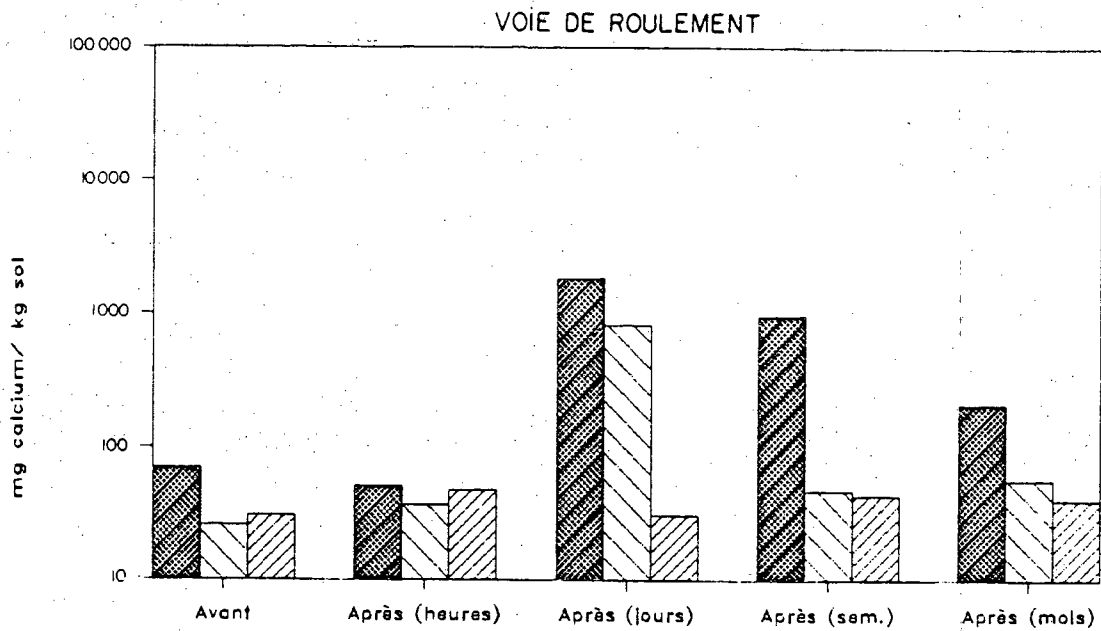


Figure 5-15(a): Migration verticale du chlorure de calcium dans les sols superficiels Tronçon 5



ABAT-POUSSIÈRE: CHLORURE DE CALCIUM  
 TRONÇON: 5 (calcium)

- Couche de surface ( 0 - 5 cm )
- Couche de milieu ( 15 - 50 cm )
- Couche de fond ( 60-100 cm )

Figure 5-15 (b): Migration verticale du chlorure de calcium dans les sols superficiels Tronçon 5



Dans la couche de surface (0-5 cm de route), on remarque des niveaux maximaux de 1960-3660 mg/kg de chlorures et de calcium 3 à 5 jours après l'épandage, suivi d'une décroissance rapide. Après 1 mois, il ne restait que 491 mg/kg de chlorures, soit 10-15% des concentrations maximales mesurées après l'épandage. Dans les couches de fond (15-100 cm de profondeur), les valeurs maximales de 320-800 mg/kg sont atteintes 1 à 4 semaines après l'épandage. La décroissance dans ces couches n'est pas si marquée, ce qui laisse croire qu'il y a une lente diffusion verticale et horizontale.

#### B. Sols profonds

Les résultats des analyses effectuées sur les sols profonds prélevés sur le tronçon 8 lors des forages à 1,6 m de profondeur sont présentés à l'annexe G (Tableau G-2).

Les niveaux de chlorures retrouvés aux forages près de la route (9-11m) ont été de deux à dix fois supérieurs (380 à 1 160 mg/kg) au niveau de fond décélé à 31 m de la route (93 mg/kg). Ce phénomène n'est cependant pas noté dans le cas du calcium. Il n'existe pas d'autres sources de chlorures (ex. sels de déglçage) sur ce tronçon.

Les résultats obtenus semblent indiquer une corrélation entre la distance de la route et le niveau de chlorures dans le sol (Figure 5,16).

#### C. Eaux souterraines

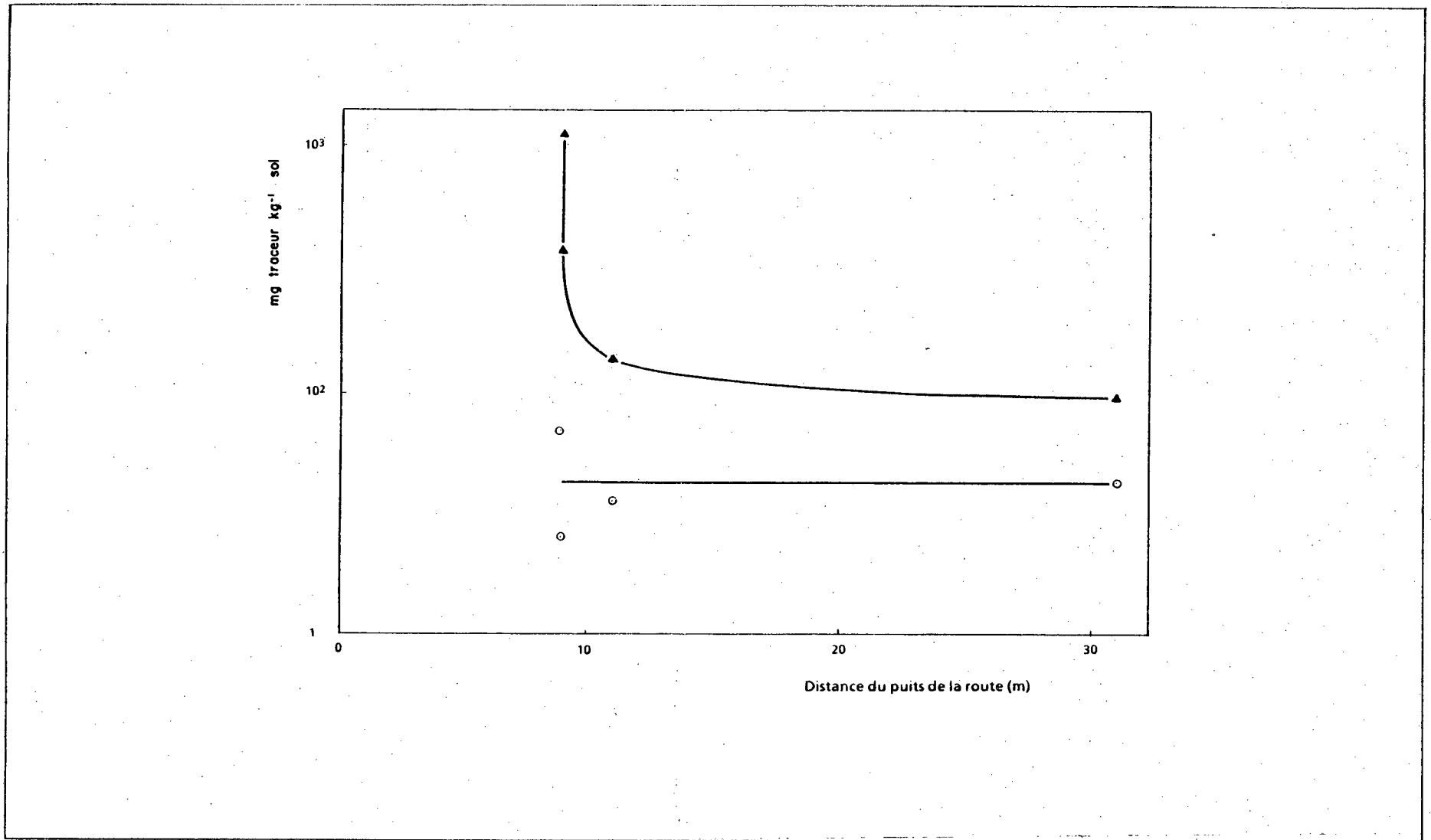
Les résultats des analyses réalisées sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés des puits d'échantillonnage sont présentés à l'annexe H (Tableau H-3).

Ces résultats démontrent que les chlorures se retrouvent en concentration de 3-14 mg/l, soit de loin inférieure au critère indicatif de 250 mg/l (norme maximale recommandée pour l'eau de surface par Environnement Canada, voir le tableau H-1 de l'annexe H).

Le calcium a été mesuré à 100-150 mg/l dans les deux puits se situant en aval du sens d'écoulement des eaux souterraines. Le niveau dans les puits témoins pour cet élément est de 69 mg/l; on pourrait conclure, par conséquent, à la migration verticale de ce produit. Cependant, la norme recommandée de 200 mg/l pour l'eau potable (Santé et Bien-Être Social Canada) n'est pas atteinte.

#### D. Eaux de ruissellement

Aux cours des essais de ruissellement sur les tronçons à l'étude, des échantillons de sols superficiels et d'eaux ont été prélevés. Les résultats d'analyses de ces échantillons pour les paramètres cibles ont été regroupés à l'annexe I (Tableaux I-3).



**FIGURE 5,16 :** Relation entre la teneur en traceurs dans les sols profonds (1,6 m) et la distance de la route (chlorure de calcium). Données tirées du tableau G-2.

Pour les eaux de ruissellement prélevées en bordure des surfaces standardisées (23,4 m<sup>2</sup>) des divers tronçons, nous obtenons des résultats sur la variation de concentration des paramètres traceurs en fonction du temps, au cours de l'événement pluviométrique. Ces résultats ont été transposés sous forme graphique (concentration vs temps) à la figure 5,17.

À noter qu'en abscisse de ces graphiques, les relevés débutent à la dixième minute des précipitations, car pour la majorité des essais, les eaux de ruissellement ne sont parvenues aux collecteurs de récupération installés dans les fossés qu'à partir d'au moins la cinquième minute après le début des précipitations artificielles et que, pour réaliser les analyses, un certain volume minimal de récupération de ces eaux était requis. Ainsi, les résultats de caractérisation de ces eaux n'ont pu être obtenus qu'à partir de la dixième minute après le début de l'événement pluviométrique.

Le chlorure présente une concentration similaire tout au long de l'événement pluviométrique (de 10 à 60 minutes). Les concentrations observées sont de l'ordre de 500 mg/l lors d'une précipitation survenue immédiatement après l'application de l'abat-poussière; tandis qu'on retrouve une libération quasi-constante de chlorure (entre 100 et 200 mg/l) pour des averses créées dans les jours suivant l'application. La stabilisation est même observée le jour suivant l'application pour l'essai d'intensité max 1. Pour une plus grande intensité de pluie, les concentrations retrouvées sont plus ou moins similaires.

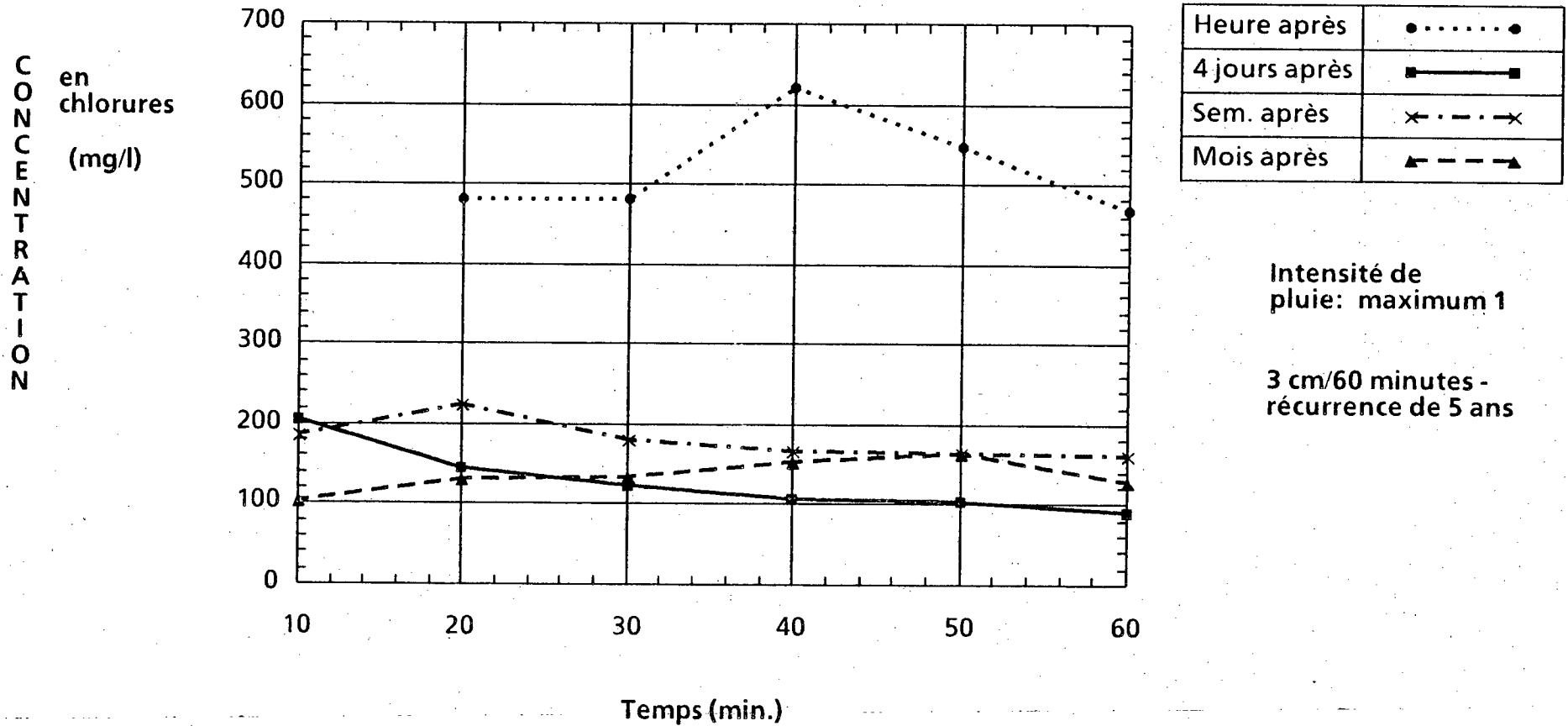
Le calcium présente des résultats en tous points comparables aux chlorures.

Des prélèvements à la sortie du système d'arrosage ont démontré que la concentration des éléments traceurs dans l'eau utilisée pour les essais était faible (chlorure: 23,1 à 31,0 mg/l, calcium: 24,2 à 39,5 mg/l).

Les résultats de DBO<sub>5</sub> obtenus sont inférieurs à 5 mg/l dans tous les cas et durant toute la période d'essais. La DBO<sub>5</sub> des eaux de ruissellement est donc inférieure à la norme maximale de 15 mg/l (Réglementation relatif aux rejets dans les réseaux d'égout, MENVIQ, 1984) qui est appliquée pour les rejets aux égouts de type pluvial. Pour ce qui est des essais de toxicité réalisés sur des daphnies, aucune immobilisation n'a été observée. Il semble donc que la charge organique est très faible et que la toxicité potentielle est infime.

Pour compléter l'étude, des échantillons de sol ont été recueillis à la surface des superficies utilisées pour les essais et ce, avant et après la réalisation des événements pluviométriques artificiels. Le tableau J-2 (Annexe J) et les figures 5,18 et 5,19 cumulent les concentrations des éléments traceurs de l'abat-poussière.

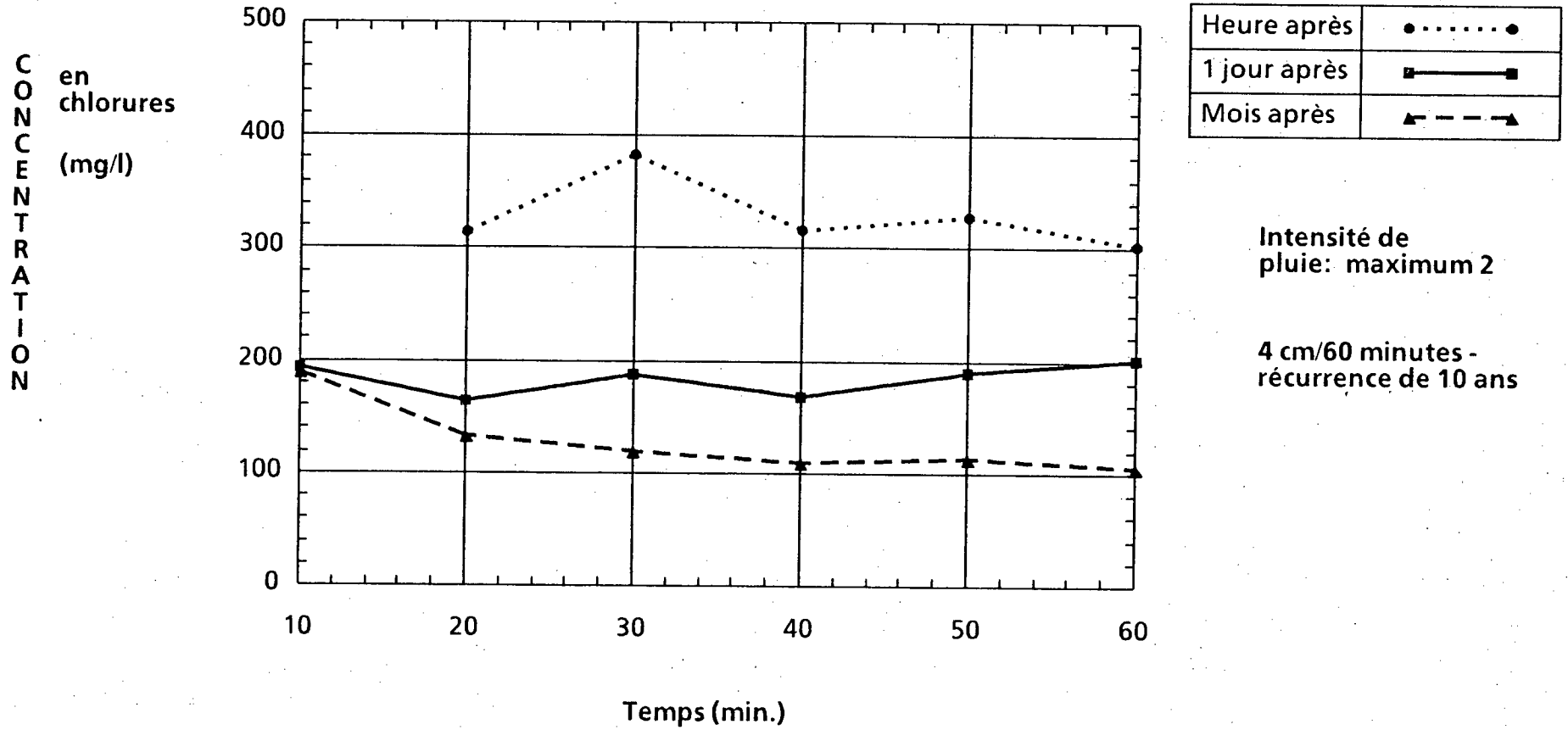
### Chlorure de calcium



Bruit de fond de l'eau: 23,1 à 31,0 mg/l de chlorures

Figure 5,17: Eaux de surface - Tronçon 5 (selon les résultats de l'annexe I)

### Chlorure de calcium



Bruit de fond de l'eau: 23,1 à 31,0 mg/l  
de chlorures

Figure 5,17 (suite): Eaux de surface - Tronçon 5  
(selon les résultats de l'annexe I)

### Chlorure de calcium

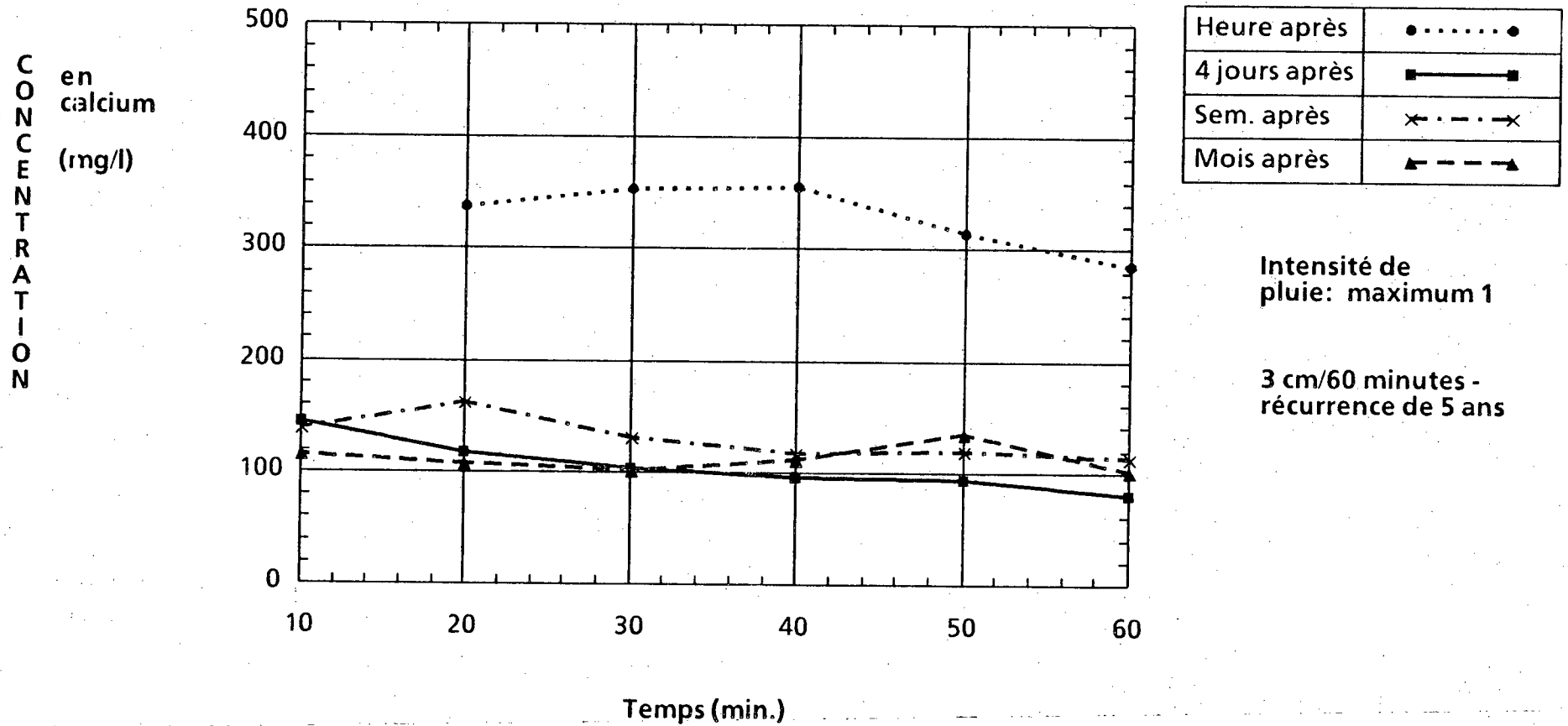
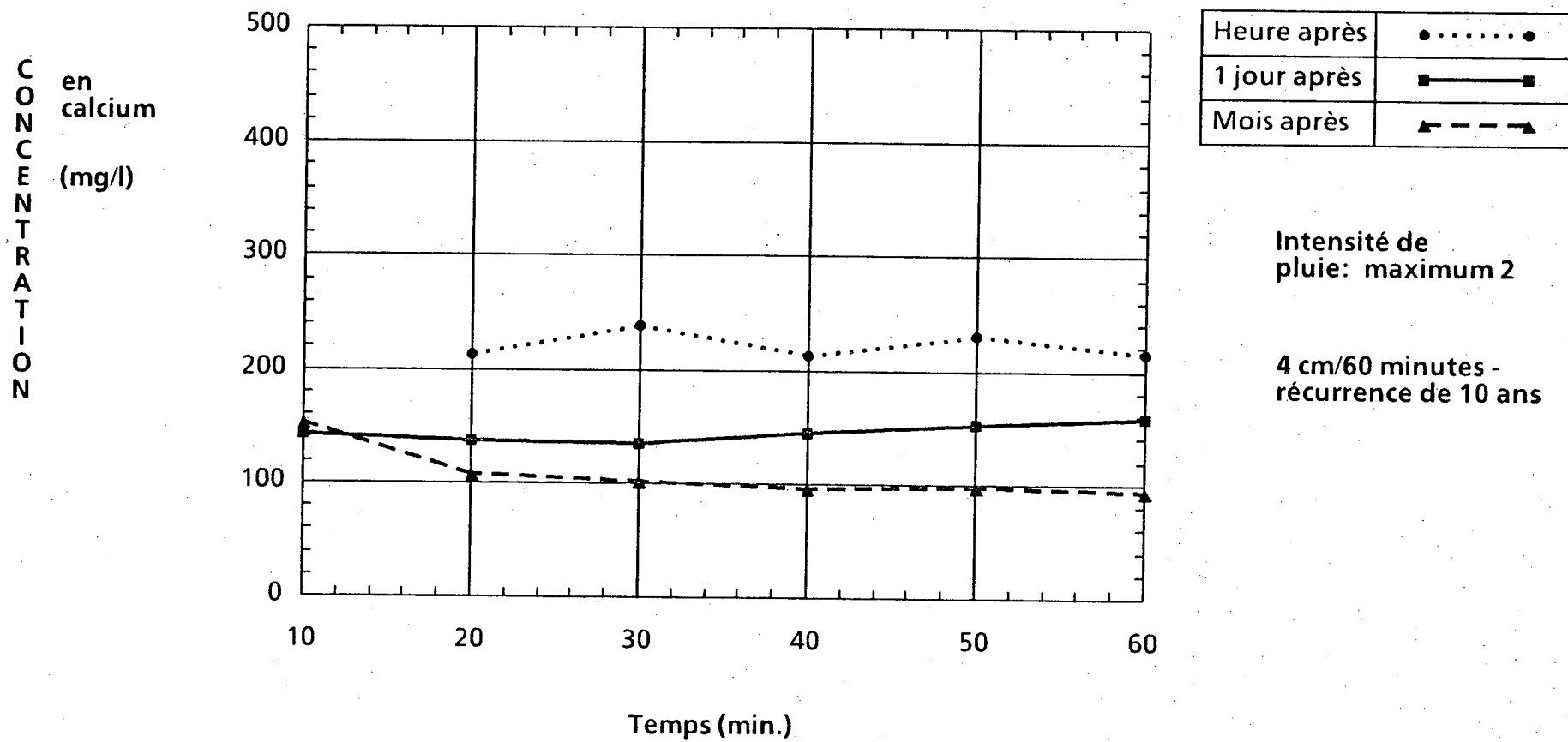


Figure 5,17 (suite): Eaux de surface - Tronçon 5  
(selon les résultats de l'annexe I)

Bruit de fond de l'eau: 24,2 à 39,5 mg/l  
de calcium

### Chlorure de calcium



Bruit de fond de l'eau: 24,2 à 39,5 mg/l de calcium

Figure 5,17 (suite): Eaux de surface - Tronçon 5 (selon les résultats de l'annexe I)

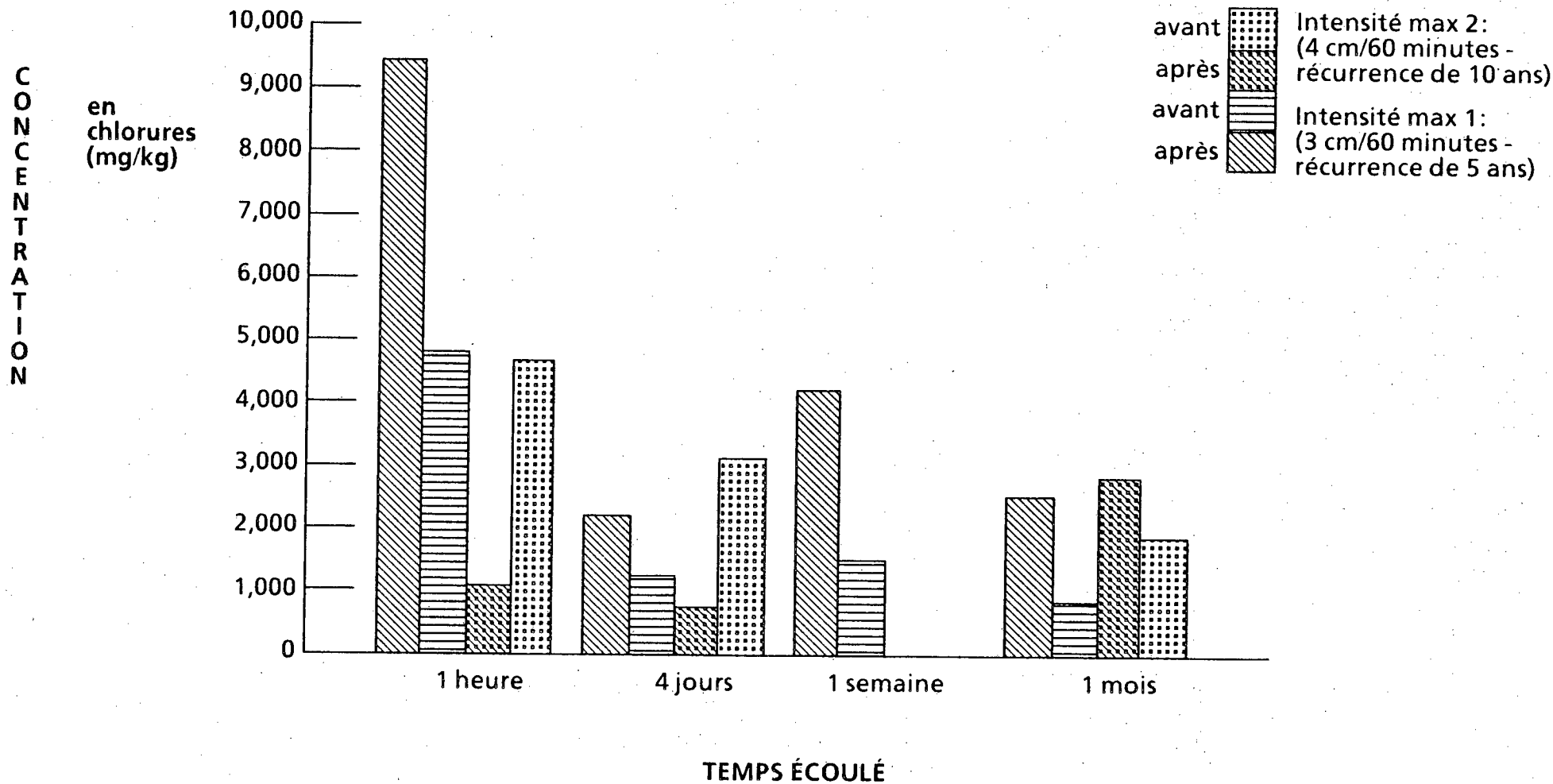


FIGURE 5,18: Persistance des abat-poussière à la surface du sol  
Tronçon 5 - Chlorures de calcium



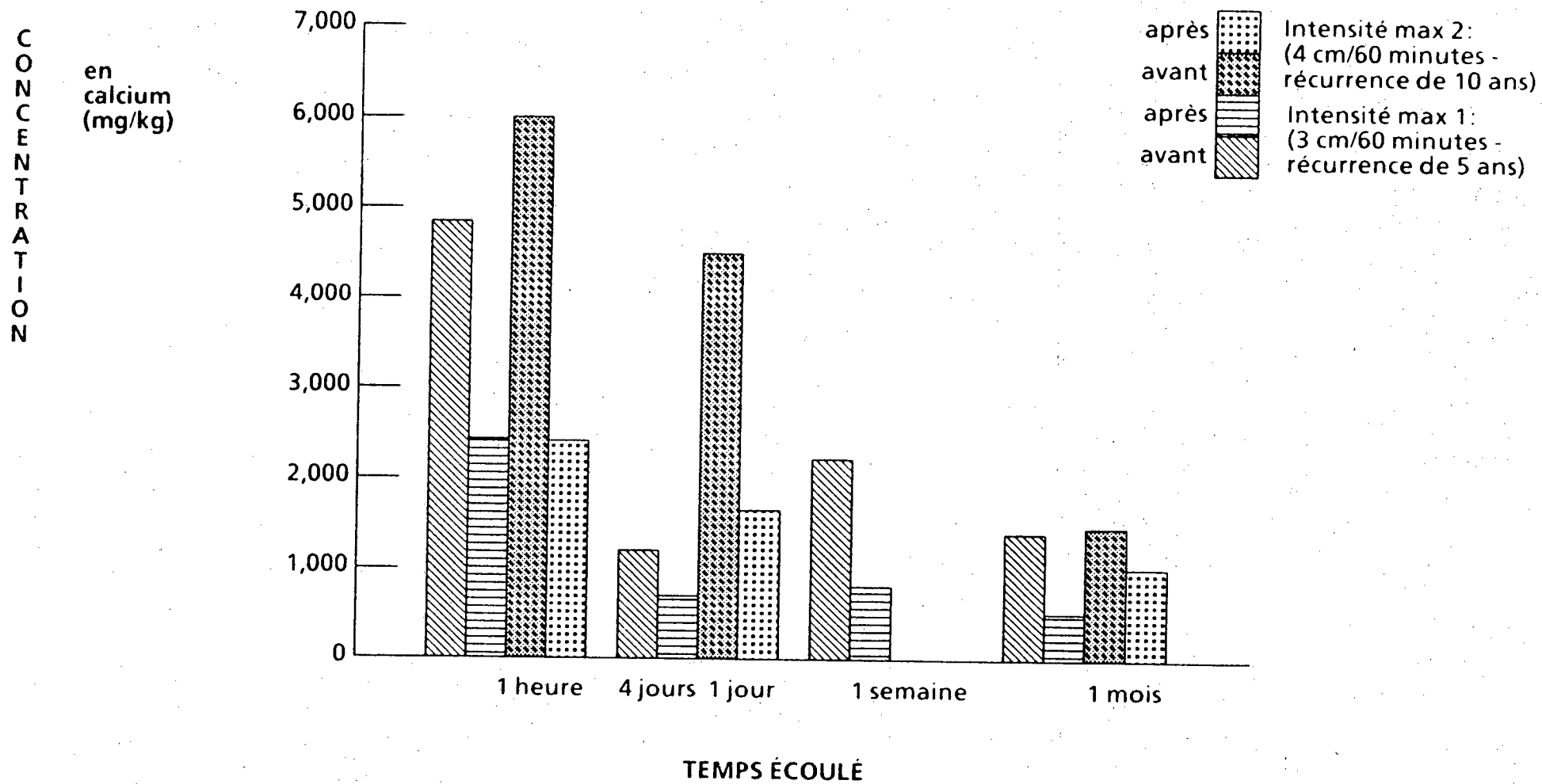


FIGURE 5,19: Persistance des abat-poussière à la surface du sol  
Tronçon 5 - Chlorures de calcium

Les résultats obtenus démontrent également une faible persistance du chlorure de calcium aux éléments naturels tout au long du mois d'essai. C'est ainsi que la concentration initiale exprimée en chlorures décroît de 9 410 à 2 520 ppm et que la concentration en calcium passe de 4 850 à 1 420 ppm.

## E. Air

### a. Concentration de poussière dans l'air ambiant

Les résultats des analyses effectuées sur les particules aéroportées (échantillonneur à grand débit) et sur la poussière soulevée (échantillonneur mobile) pour le tronçon 5 traité aux chlorures de calcium sont présentés dans cette section. Le tableau 5,9 résume l'ensemble des résultats obtenus.

#### Particules aéroportées (échantillonneur fixe à grand débit)

Les concentrations de poussière présentées au tableau 5,9, tant pour la zone non traitée que traitée, représentent la moyenne de l'ensemble des échantillonnages simultanés couvrant les 4 semaines après l'épandage (Tableau K-3). On note que l'échantillonneur placé dans la direction du vent a toujours des concentrations de poussière plus élevées.

On constate aussi que l'application de chlorures de calcium abaisse le niveau de particules en suspension de 74,7% (Tableau K-5) entre les zones non traitées et traitées de 623,9 ug/m<sup>3</sup> à 158 ug/m<sup>3</sup>.

#### Poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit)

Pour rendre les résultats plus représentatifs, les concentrations moyennes pondérées en poussière soulevée lors de l'échantillonnage mobile présentées au tableau 5,8 ont été corrigées comme suit:

**TABLEAU 5,8: CONCENTRATION MOYENNE DE POUSSIÈRE SOULEVÉE - ÉCHANTILLONNEUR MOBILE CHLORURE DE CALCIUM**

	Concentration moy. (mg/Nm <sup>3</sup> )		% réduction de poussière	
	mesurée	corrigée	mesurée	corrigée
Zone non épandue	462,1	462,1		
Zone épandue	330,9	93,0 *	28,4	79,9

\*: Concentration dont on a enlevé l'apport anormal de sable

TABLEAU 5,9:

SOMMAIRE DES RÉSULTATS (AIR)  
CHLORURE DE CALCIUM

	Échantillonneur fixe à grand débit Particules aéroportées < 40 um (A)			Échantillonneur mobile à grand débit Poussière soulevée < 100 um (B)		
	Zone non traitée	Zone traitée	% réduction	Zone non traitée	Zone traitée (C)	% réduction
Concentration de poussière totale dans l'air ambiant	623,9 ug/m <sup>3</sup>	158 ug/m <sup>3</sup>	74,7%	462,1 mg/Nm <sup>3</sup>	93 mg/Nm <sup>3</sup>	79,9%
Fraction respirable dans la poussière totale:						
- concentration	126 ug/m <sup>3</sup>	3,5 ug/m <sup>3</sup>	--	19,9 mg/Nm <sup>3</sup>	0,19 mg/Nm <sup>3</sup>	--
- %	20,2	2,2		4,3	0,20	
Concentration de CaCl <sub>2</sub> dans:						
- poussière totale	0,98 ug/m <sup>3</sup>	1,71 ug/m <sup>3</sup>	--	1,99 mg/Nm <sup>3</sup>	0,67 mg/Nm <sup>3</sup>	--
- %	0,16	1,1		0,43	0,72	
- fraction respirable	0,20 ug/m <sup>3</sup>	0,038 ug/m <sup>3</sup>		0,86 mg/Nm <sup>3</sup>	0,0014 mg/Nm <sup>3</sup>	

- (A): Toutes les données apparaissant dans cette portion du tableau, avec les explications pertinentes sont tirées du tableau K-5 de l'annexe K. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe K-6.
- (B): Toutes les données montrées dans cette portion du tableau avec toutes les explications sont prises dans le tableau L-3, de l'annexe L. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe L-4.
- (C): Valeurs corrigées dû à la présence anormale de sable sur la route endommagée.

La partie traitée du tronçon 5 a été endommagée après l'épandage par les travaux. Une partie du pavé était donc sans traitement. Une répartition granulométrique sommaire sur la poussière captée sur les filtres de l'échantillonneur mobile confirme que pour la partie traitée, 82,6% du poids des particules ont plus de 100 microns (principalement du sable), tandis que la portion restante (17,4%) constitue le bassin pour la poussière en suspension (portion ayant moins de 40  $\mu\text{m}$ ). Ces résultats sont donnés au tableau N-1.

D'un autre côté, pour la zone non épandue où moins de travaux ont été faits, seulement 10,5% du poids des particules sont du sable ( $>100 \mu\text{m}$ ) tandis qu'une partie des 89,5% (Tableau N-1) restants sert à générer les particules en suspension dans l'air. Cette portion du tronçon peut donc servir de référence pour fins d'interprétation.

Ainsi, si l'on veut rendre plus représentative la concentration en poussière soulevée sur le tronçon 5, il faut soustraire du poids mesuré sur la poussière totale retenue sur les filtres du capteur mobile, la portion excessive du sable qui est de 72,1% (82,6% - 10,5%).

La concentration moyenne corrigée sans l'apport anormal du sable, devient donc: 93  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ . Le pourcentage de réduction en poussière soulevée avec cette concentration corrigée passe donc de 28,4% à 79,9% (Tableau L-3).

Les quantités de poussière soulevée lors de trois séries d'échantillonnage sur le tronçon 5 nous permettent d'estimer la réduction moyenne de la poussière soulevée à 79,9% après le traitement aux chlorures de calcium tel qu'indiqué au tableau 5,8 ci-dessus. Toutefois, on note une diminution de cette réduction avec le temps.

#### b. Fraction respirable des poussières dans l'air

##### Particules aéroportées

L'échantillonneur à grand débit mesure les concentrations de particules aéroportées ( $<40 \mu\text{m}$ ) dans l'air ambiant le long du tronçon 5.

La poussière déposée sur le filtre étant très fine, elle s'imprègne dans le matériel filtrant, de plus la quantité de poussière recueillie est relativement faible (en général 20-50 mg) et insuffisante pour une analyse granulométrique. Pour ces raisons, la distribution des particules n'a pu être déterminée sur la poussière des filtres. La fraction respirable (de diamètre compris entre 1 à 5 micromètres) est donc estimée à partir de l'analyse granulométrique détaillée faite sur la portion tamisée inférieure à 40  $\mu\text{m}$  des poussières fines prélevées directement sur le sol. Pour la zone non traitée, le pourcentage mesuré de poussière respirable est de 20,2%, tandis qu'il est de 2,2% pour la zone traitée (annexe M).

Il faut noter que les échantillons de poussière fine ont été aspirés du tronçon 5 entre 18 et 31 jours après l'épandage du chlorure de calcium. Le plus bas niveau de poussière respirable dans la zone traitée est dû à l'humidité qui agglomère les particules très fines entre elles. Le chlorure de calcium semble donc avoir un effet bénéfique au niveau de la réduction des poussières respirables.

Pour la zone non traitée, la concentration en poussière respirable est estimée à  $126 \text{ ug/m}^3$  ( $623,9 \text{ ug/m}^3 \times 20,2\%$ ) tandis qu'elle est estimée à  $3,5 \text{ ug/m}^3$  ( $158 \text{ ug/m}^3 \times 2,2\%$ ) pour la zone traitée (tableaux 5,9 et K-5).

#### Poussière soulevée

La poussière soulevée a une granulométrie différente des particules en suspension ou aéroportées. De plus, la quantité de poussière captée sur les filtres de l'appareil Rader (échantillonneur mobile) est assez importante: de 5 à 40 g au total pour trois essais. Le tamisage approprié au laboratoire de cette poussière des filtres, a donné les portions suivantes: poussière de diamètre supérieur à 100 microns, inférieur à 40 microns et compris entre 40 et 100 microns. La fraction respirable de poussière inférieure à 40  $\mu\text{m}$  étant connue (par analyse par Coulter Counter de la poussière tamisée du sol) et en tenant compte des proportions ci-haut mesurées (zone non traitée 21,3% ayant  $<40 \mu\text{m}$  et 9,1% pour la zone traitée), on peut estimer la fraction respirable dans la poussière soulevée (Annexe N).

Dans la zone non traitée, la fraction respirable estimée est donc de 4,3% et celle-ci de 0,2% pour la zone traitée avec des concentrations correspondantes de  $19,9 \text{ mg/Nm}^3$  ( $462,1 \text{ mg/Nm}^3 \times 4,3\%$ ) et  $0,19 \text{ mg/Nm}^3$  ( $93 \text{ mg/Nm}^3 \times 0,2\%$ ) respectivement (Annexe L-4).

#### c. Concentration de chlorure de calcium dans la poussière et dans leur fraction respirable

##### Particules aéroportées

Les analyses d'éléments traceurs ont été faites directement du filtre des échantillonneurs fixes à grand débit. Les résultats détaillés sont présentés au tableau K-4. Pour la zone traitée, le pourcentage de calcium est de 1,1 tandis qu'il est de 0,16 pour la zone non traitée.

Durant les 4 semaines d'échantillonnage, la concentration moyenne en  $\text{CaCl}_2$  dans la poussière aéroportée est seulement de  $0,98 \text{ ug/m}^3$  ( $623,9 \text{ ug/m}^3 \times 0,16\%$ ) pour la zone non traitée et de  $1,71 \text{ ug/m}^3$  ( $158 \text{ ug/m}^3 \times 1,1\%$ ) pour la partie traitée (Annexe K).

Dans la fraction respirable, les concentrations d'abat-poussière sont estimées à  $0,20 \text{ ug/m}^3$  ( $0,98 \text{ ug/m}^3 \times 20,2\%$ ) dans la zone non traitée et à  $0,038 \text{ ug/m}^3$  ( $1,71 \text{ ug/m}^3 \times 2,2\%$ ) dans la zone traitée (Annexe K).

#### Poussière soulevée

Les concentrations de  $\text{CaCl}_2$  dans la poussière soulevée ont été analysées, dans ce cas-ci, non pas à partir de la poussière captée sur le filtre de l'appareil Rader (échantillonneur mobile) mais plutôt sur le composé de poussière fine ( $< 100 \text{ }\mu\text{m}$ ) aspiré de la surface de la route en même temps. Elles sont de  $1,99 \text{ mg/Nm}^3$  ( $462,1 \text{ mg/Nm}^3 \times 0,43\%$ ) pour la zone non traitée et de  $0,67 \text{ mg/Nm}^3$  ( $93 \text{ mg/Nm}^3 \times 0,72\%$ ) pour la zone épandue (Annexe O et tableau L-3).

Dans la fraction respirable des poussières soulevées, les concentrations en  $\text{CaCl}_2$  sont estimées à  $0,086 \text{ ug/Nm}^3$  ( $19,9 \text{ mg/Nm}^3 \times 0,43\%$ ) pour la zone non épandue et de  $0,0014 \text{ ug/Nm}^3$  ( $0,19 \text{ mg/Nm}^3 \times 0,72\%$ ) pour la zone épandue. Cette différence significative est due à l'effet très positif de cet abat-poussière sur les particules respirables (Annexe L).

#### d. Retombées de poussière

Les résultats détaillés sont compilés à l'annexe P. On note plusieurs interférences dues aux activités agricoles et/ou aux conditions locales près des stations d'échantillonnage. Les zones traitées et non traitées donnent des résultats à peu près identiques.

#### 5,5,1,3 Tendances

La dispersion dans l'environnement des éléments traceurs de cet abat-poussière pourrait être caractérisée par une grande mobilité dans la phase aqueuse (due à la solubilité importante des traceurs) et par une faible teneur des traceurs dans les retombées de poussière soulevée par le passage de véhicules.

Le chlorure de calcium est également caractérisé par une persistance dans l'environnement (eaux de ruissellement, eaux souterraines), en se basant sur le niveau de fond pour chaque traceur. Cependant, les niveaux mesurés ne dépassent pas les critères recommandés pour l'eau potable. Pour les eaux de ruissellement, les indicateurs d'impact sur l'environnement (ex.  $\text{DBO}_5$ ) sont bien inférieurs aux critères indicatifs.

## 5,5,2 LIGNOSULFONATE DE CALCIUM

Tous les résultats dans cette section pour le paramètre indicateur principal sont directement exprimés en lignosulfonates de calcium. Afin de faire référence à d'autres études où le traceur est exprimé en tanins et lignines, on pourra utiliser la conversion suivante:

Résultats en  
lignosulfonates de calcium \* 0,048 = résultats en acide tanique

### 5,5,2,1 Observations préliminaires

Le lignosulfonate de calcium a été appliqué sur un tronçon altéré: tronçon 1. La surface de la route était très dure au moment de l'épandage. Par contre, aux tronçons 4 et 6, non altérés, les surfaces étaient tout à fait normales.

Lors de l'application du lignosulfonate de calcium sur le tronçon 6, le 10 août 1989, des problèmes de blocage de jets du gicleur sont survenus dans les premiers 100 mètres de la zone d'épandage, ce qui a causé plusieurs faux-départs. Il a fallu nettoyer à plusieurs reprises le filtre avant d'avoir un épandage uniforme.

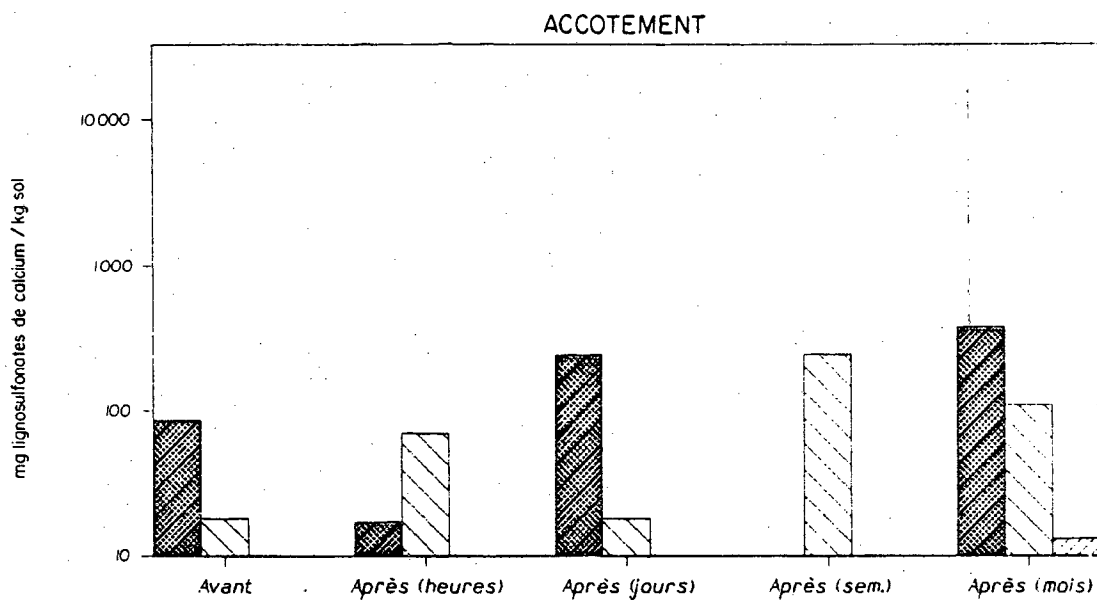
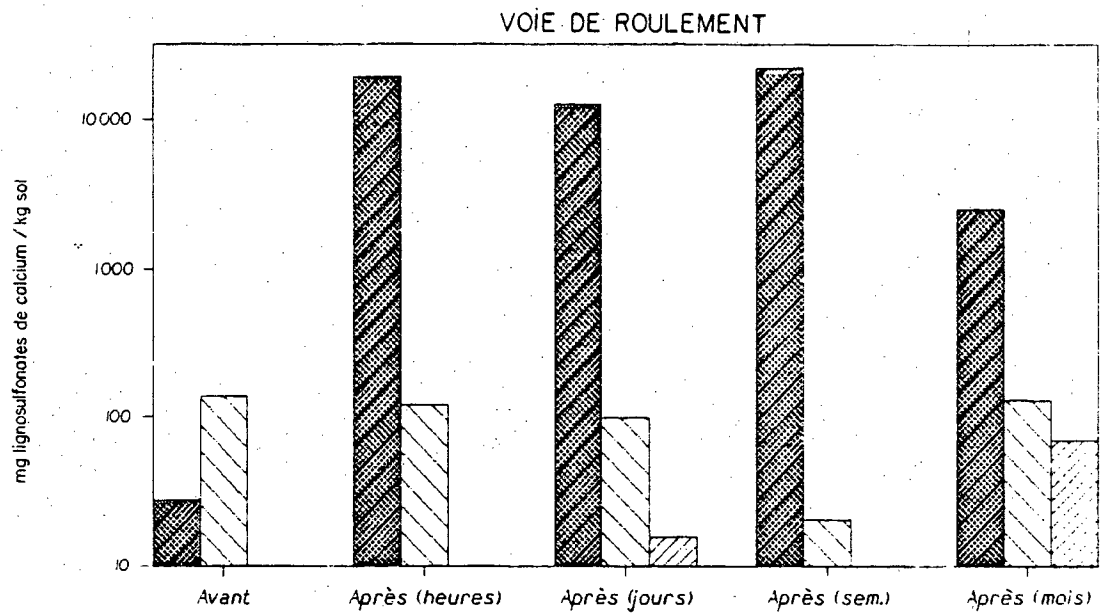
Ayant prévu au départ l'épandage de lignosulfonates de calcium sur le tronçon 2 traité depuis 2 ans avec ce produit, les piézomètres installés sur ce tronçon ont servi à l'échantillonnage des sols profonds et de l'eau souterraine malgré le fait que cette section ait été traitée peu avant l'étude avec du chlorure de calcium.

### 5,5,2,2 Résultats

#### A. Sols superficiels

Les résultats d'analyses obtenus sur les sols superficiels sont présentés à l'annexe F (Tableaux F-1, F-3, F-5). Les figures 5,20 à 5,22 présentent, sous forme graphique, l'évolution de la concentration de lignosulfonates de calcium pour cet abat-poussière.

Le niveau de lignosulfonates de calcium retrouvé dans les échantillons prélevés avant l'épandage (allant jusqu'à 300 mg/kg) est semblable sur les tronçons altérés et non altérés et pourrait être attribué aux lignines naturelles dans le sol (produits de décomposition de la matière organique).



ABAT-POUSSIÈRE : LIGNOSULFONATE DE CALCIUM

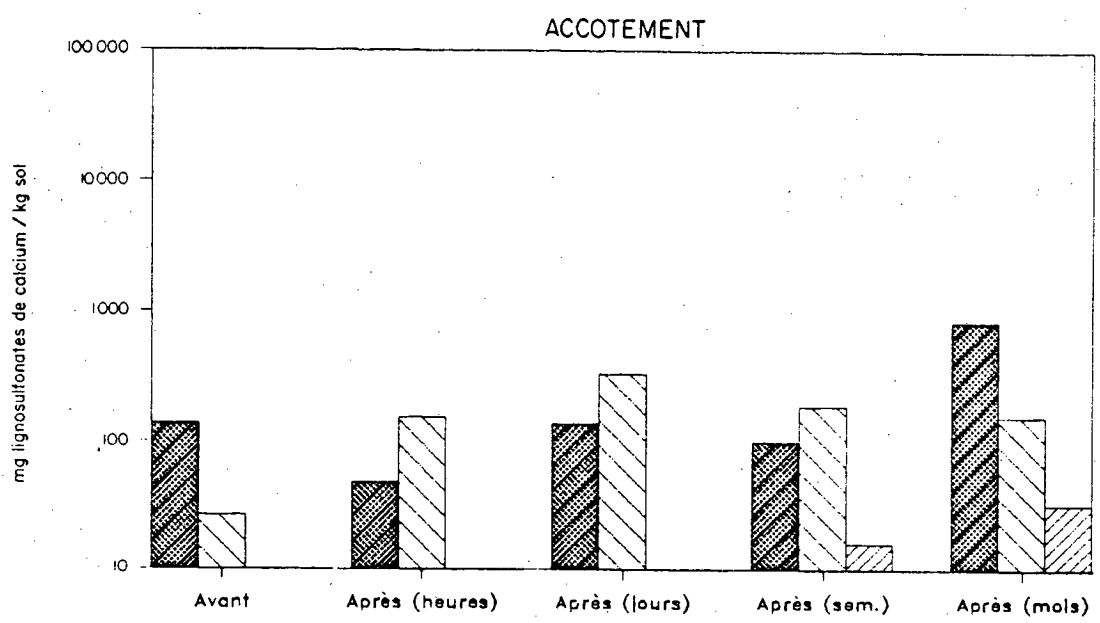
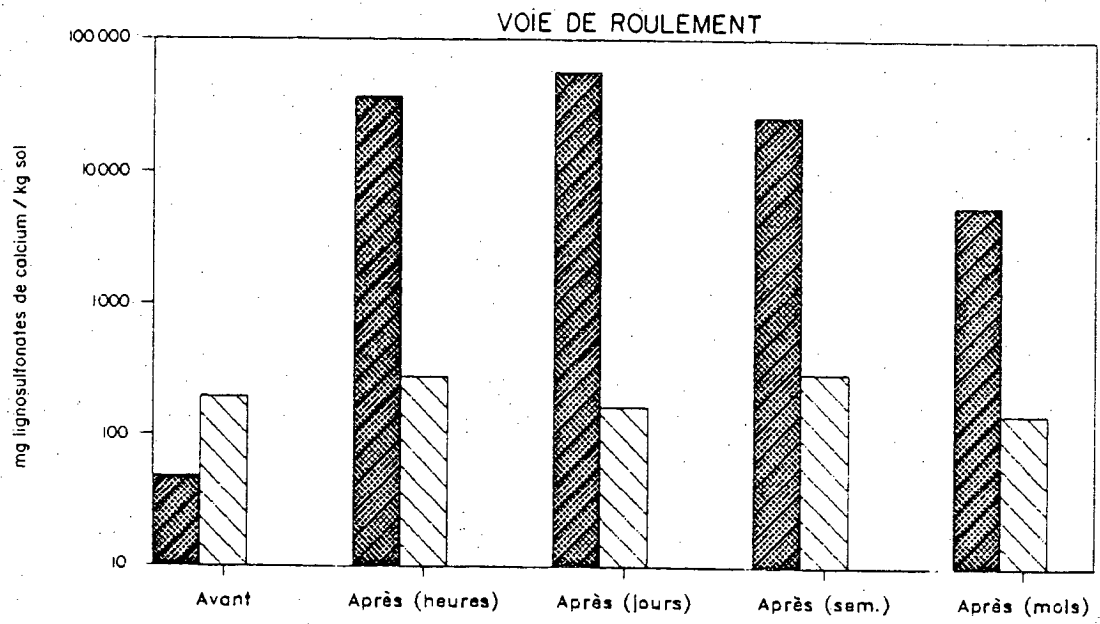
TRONÇON : 1

- Couche de surface ( 0 - 5 cm )
- Couche de milieu ( 15 - 50 cm )
- Couche de fond ( 60-100 cm )

sodexen<sup>INC</sup>

Figure 5-20: Migration verticale du lignosulfonate de calcium dans les sols superficiels  
Tronçon 1

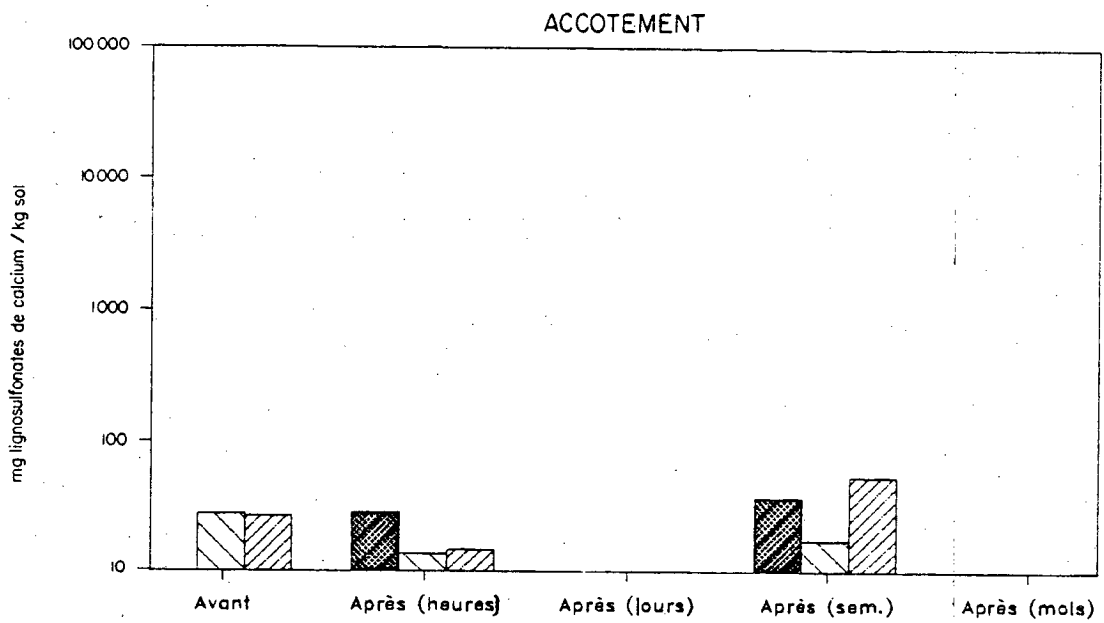
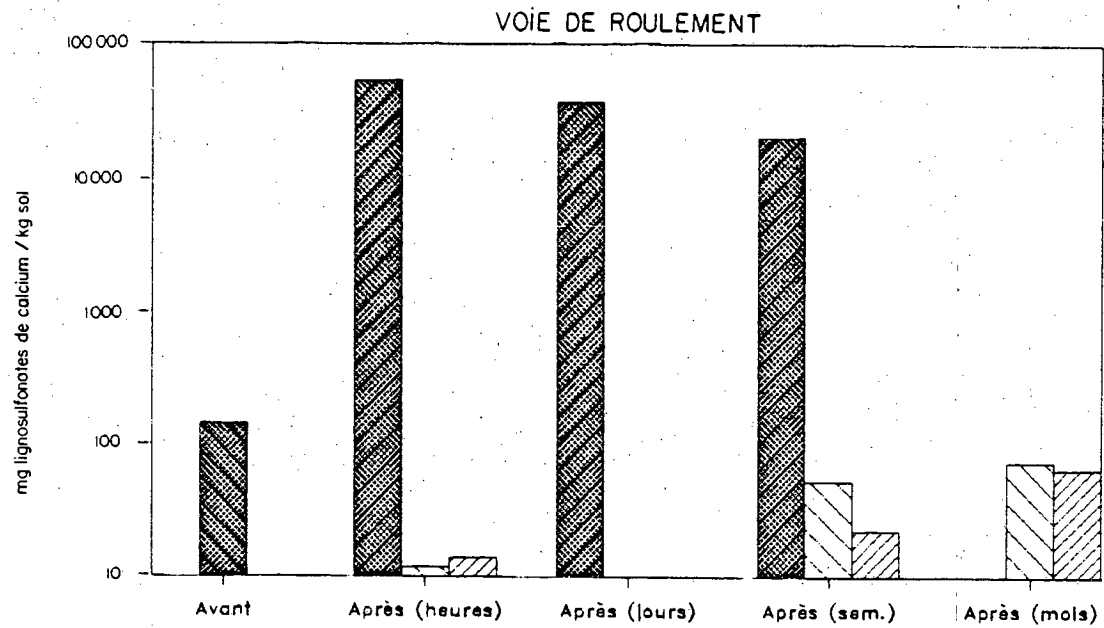




ABAT-POUSSIÈRE: LIGNOSULFONATE DE CALCIUM  
 TRONÇON : 4

- Couche de surface ( 0 - 5 cm )
- Couche de milieu ( 15 - 50 cm )
- Couche de fond ( 60 - 100 cm )

Figure 5-21: Migration verticale du lignosulfonate de calcium dans les sols superficiels Tronçon 4



ABAT-POUSSIÈRE: LIGNOSULFONATE DE CALCIUM

TRONÇON: 6

- Couche de surface ( 0 - 5 cm )
- Couche de milieu ( 15 - 50 cm )
- Couche de fond ( 60-100 cm )

Figure 5-22: Migration verticale du lignosulfonate de calcium dans les sols superficiels Tronçon 6

Dans la couche de surface (0-5 cm), le comportement des lignines (élément traceur provenant de cet abat-poussière) est caractérisé par un niveau maximal atteint quelques jours (3-5) après l'épandage (56 000 mg/kg), suivi d'une décroissance constante. Après 1 mois, il ne restait que 5-10% des concentrations maximales mesurées après l'épandage (2 500 - 4 500 mg/kg).

Le lignosulfonate de calcium ne migre que faiblement dans les sols de surface. On ne décèle pas de concentrations de traceurs au-dessus de 300 mg/kg dans les couches de milieu ou de fond (15-100 cm), même 1 mois après l'épandage. Sur l'accotement, les niveaux de traceurs mesurés après l'épandage n'ont augmenté que légèrement et ceci, 1 mois après l'épandage.

On ne note aucune différence dans le comportement des lignines sur les routes altérées par rapport aux tronçons non altérés.

#### B. Sols profonds

Les résultats des analyses effectuées sur les sols profonds (prélevés lors des forages à 1,6 m de la surface) sont présentés à l'annexe G (Tableau G-1).

À cause de la faible perméabilité présumée des sols, les concentrations détectées de lignosulfonates sont probablement attribuables aux variations dans la méthode analytique ou à une présence naturelle dans le sol (bruit de fond).

#### C. Eaux souterraines

Les résultats des analyses réalisées sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés des puits d'échantillonnage sont présentés à l'annexe H (Tableau H-2).

Ces résultats démontrent que les lignosulfonates de calcium se retrouvent en concentrations de 4-13 mg/l, de loin inférieures au critère indicatif de 300 mg/l (norme maximale recommandée).

Peu de traces de cet abat-poussière restent donc dans la nappe phréatique et ceci, 1 à 3 ans après l'épandage de lignosulfonates de calcium.

#### D. Eaux de ruissellement

Aux cours des essais de ruissellement sur les tronçons à l'étude, des échantillons de sols superficiels et d'eaux ont été prélevés. Les résultats d'analyses de ces échantillons pour les paramètres indicateurs ont été regroupés à l'annexe I (Tableaux I-2 et I-4).

Pour les eaux de ruissellement prélevées en bordure des surfaces standardisées (23,4 m<sup>2</sup>) des divers tronçons, nous obtenons des résultats sur l'évolution des concentrations des paramètres traceurs en fonction du temps, au cours de l'événement pluviométrique. Ces résultats ont été transposés sous forme graphique (concentration vs temps) aux figures 5,23 et 5,24.

Au tronçon 4, pour les événements pluviométriques réalisés 1 heure et 2 jours après l'application, on observe que le lignosulfonate de calcium est présent en grande concentration au début de l'événement pluviométrique (entre 4 000 et 8 500 mg/l au cours des 30 premières minutes). Après 40 minutes de pluie, la concentration diminue dans le temps mais conserve une certaine importance. Une semaine et 1 mois après l'application, le patron est similaire mais à un degré moindre: forte concentration au début de l'événement pluviométrique (entre 1 000 et 4 000 mg/l au cours des 30 premières minutes) et diminution progressive de la concentration dans le temps. Une plus grande intensité de précipitations augmente les concentrations obtenues mais l'allure des courbes est similaire.

Au tronçon 6, le lignosulfonate de calcium démontre un patron semblable à celui du tronçon 4, soit une décroissance continue des concentrations. Cependant, après 40 minutes, les concentrations présentent une plus grande stabilité.

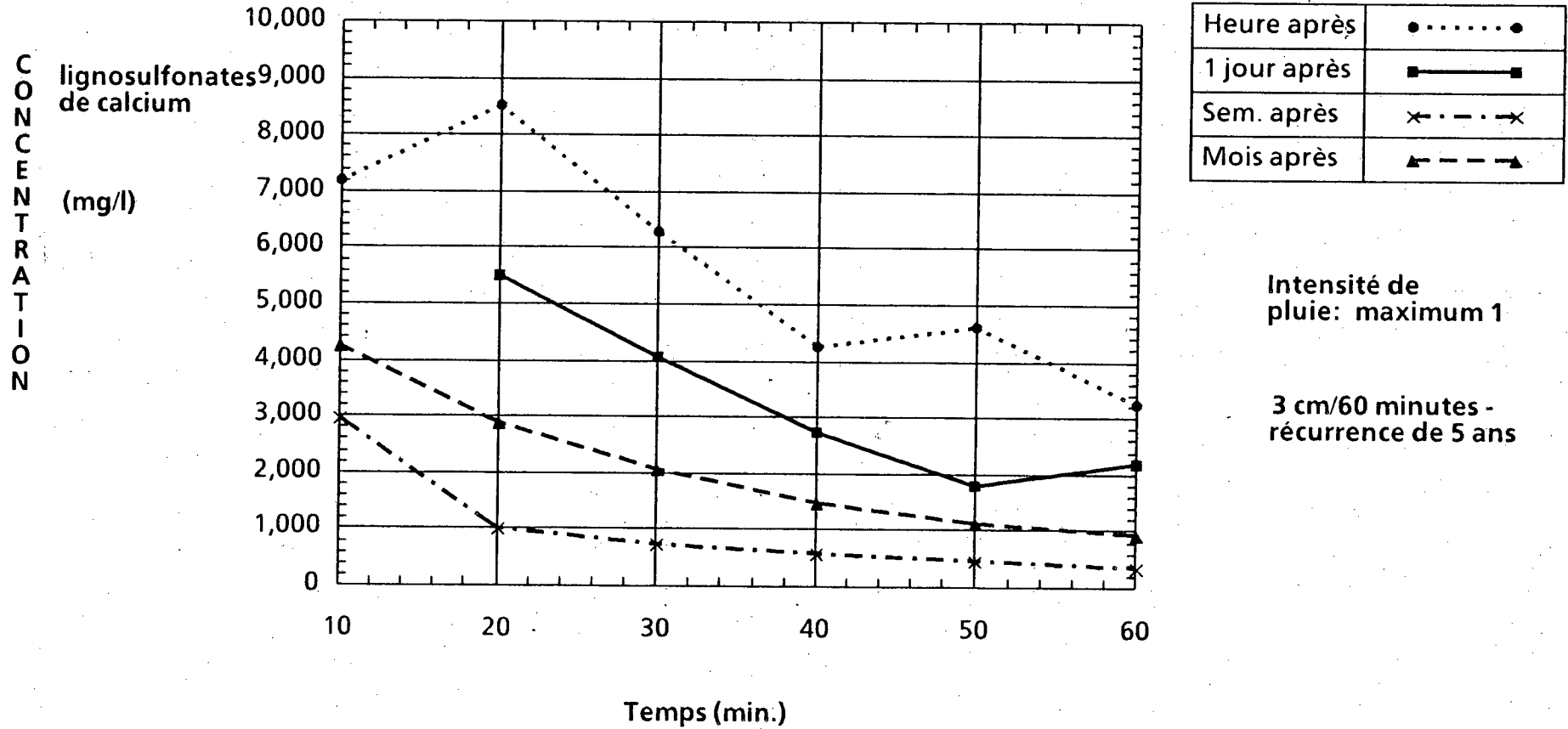
La différence entre les tronçons 4 et 6, alors que le même abat-poussière a été appliqué, pourrait être causée par le type de matériel constituant ces tronçons. Le tronçon 4 est composé de gravier et le tronçon 6 de pierres concassées. Ces dernières sont plus rugueuses et poreuses, ce qui permet à l'abat-poussière de mieux adhérer. Le gravier est plus lisse et se lave donc plus rapidement et en plus grande quantité.

Au tronçon 6, on observe également qu'une diminution de concentrations est obtenue dès la deuxième séquence d'essais. Cependant, il faut préciser que ces essais ont été réalisés 4 jours après l'application alors que les essais équivalents sur le tronçon 4 ont été effectués le deuxième jour.

Les résultats de DBO<sub>5</sub> obtenus pour les tronçons 4 et 6, sont de l'ordre de 500 à 1 000 mg/l lors d'une précipitation 1 heure après l'application. De 4 jours à 1 mois après l'application, la DBO<sub>5</sub> se situe entre 100 à 200 pour le tronçon 6 mais elle demeure à plus de 600 sur le tronçon 4 lors de la deuxième journée après l'application.

Ces résultats qui sont supérieurs à la norme maximale de 15 mg/l considérée pour des eaux de type pluvial démontrent néanmoins que dépassé la deuxième journée après l'application de l'abat-poussière, la période la plus critique est terminée.

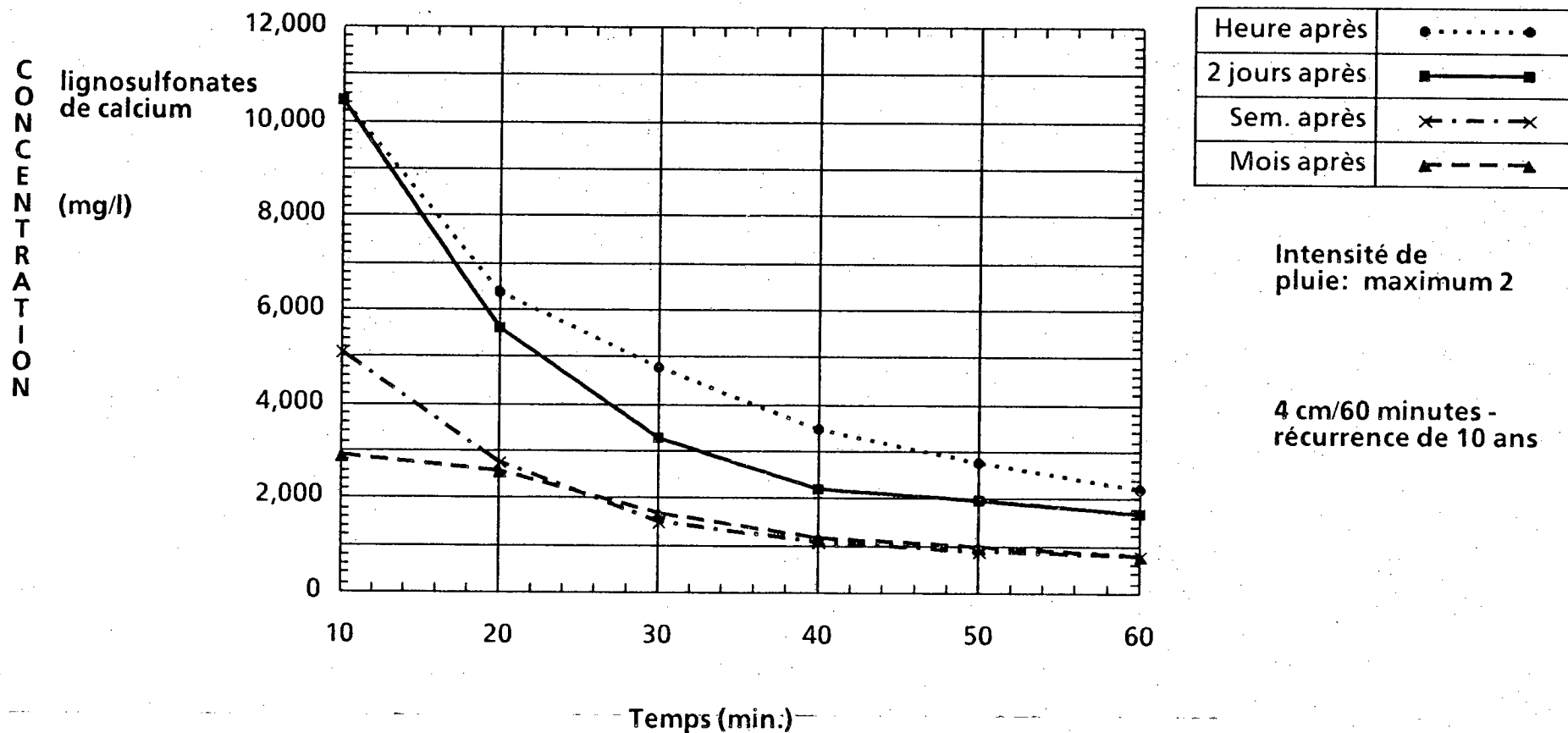
### Lignosulfonate de calcium



Bruit de fond de l'eau: 1,2 à 391 mg/l de lignosulfonates de calcium.

Figure 5,23: Eaux de surface - Tronçon 4 (selon les résultats de l'annexe I)

### Lignosulfonate de calcium



Bruit de fond de l'eau: 1,4 à 62 mg/l  
de lignosulfonates de calcium

Figure 5,23 (suite): Eaux de surface - Tronçon 4  
(selon les résultats de l'annexe I)

### Lignosulfonate de calcium

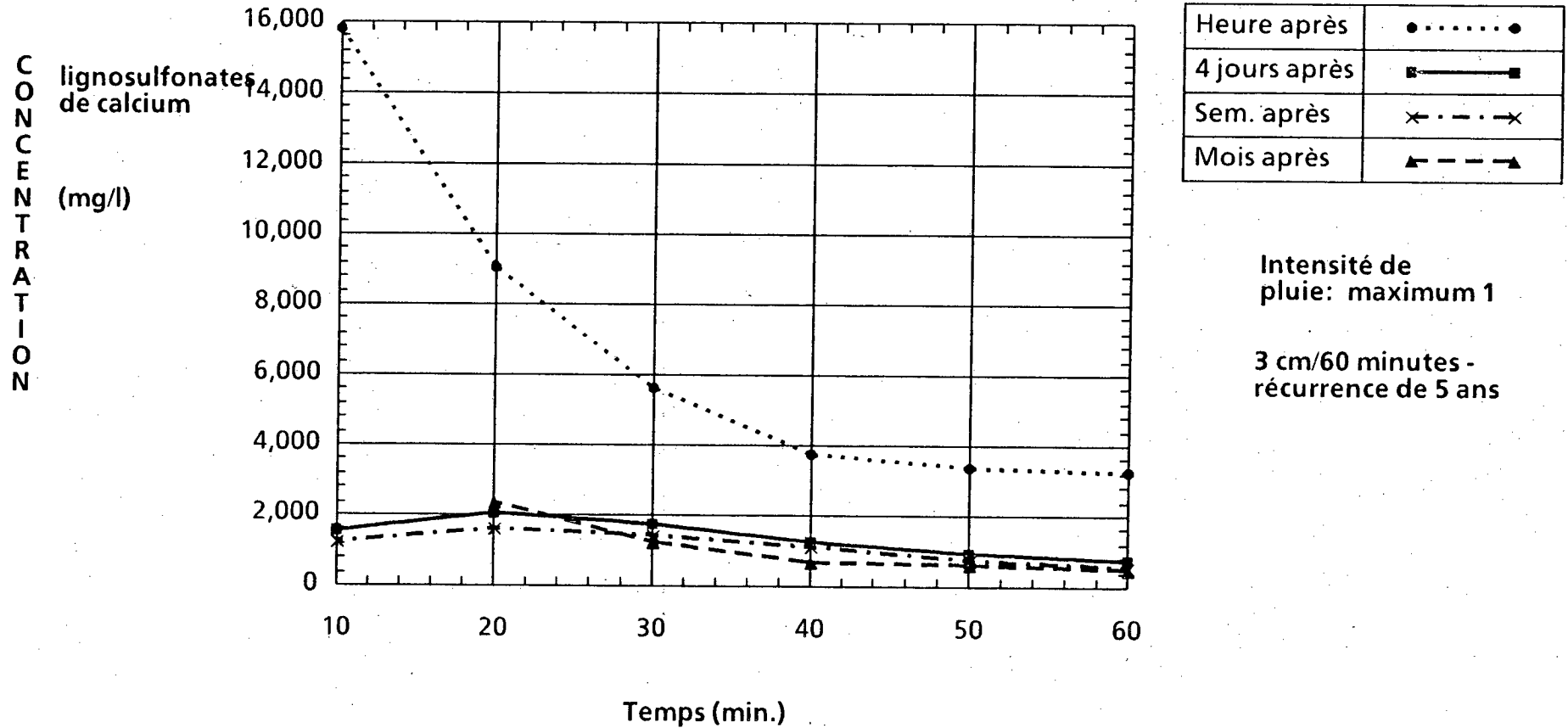


Figure 5,24: Eaux de surface - Tronçon 6  
(selon les résultats de l'annexe I)

Bruit de fond de l'eau: <0,5 à 167 m/l  
de lignosulfonates de calcium

### Lignosulfonate de calcium

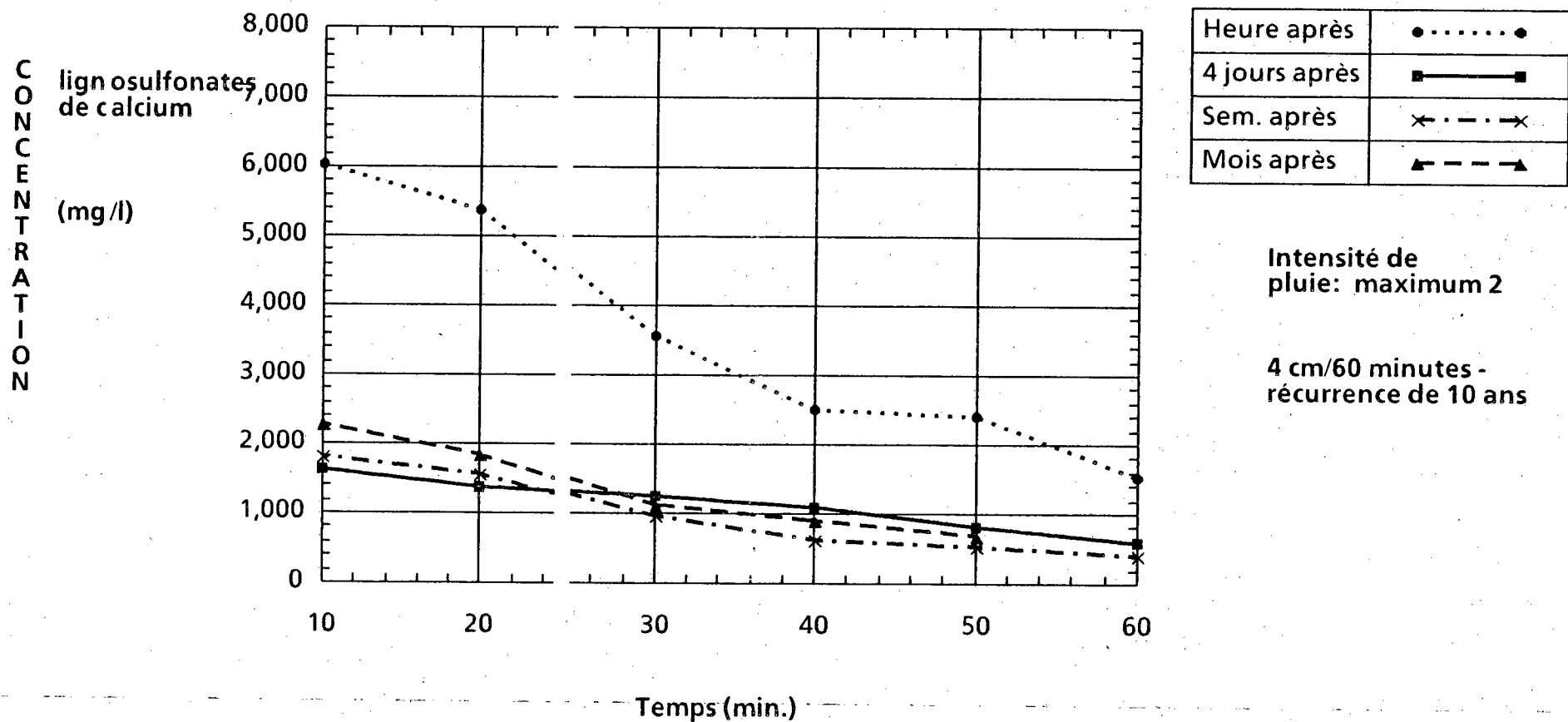


Figure 5,24 (suite): Eaux de surface - Troisième tronçon 6  
(selon les résultats de l'annexe I)

Bruit de fond de l'eau: 4,1 à 26 mg/l  
de lignosulfonates de calcium



Un essai à blanc (création d'un événement pluviométrique avant l'application de l'abat-poussière) n'a démontré aucune présence d'élément traceur ou d'apport de  $\text{DBO}_5$ . Des prélèvements à la sortie du système d'arrosage ont établi que la concentration de lignines dans l'eau utilisée pour les essais était négligeable (1,2 à 391 mg/l), soit environ 1% des concentrations mesurées dans les eaux de ruissellement.

Pour ce qui est de l'activité microbienne (BHAA), à partir d'un bruit de fond de 50 000 UFC/ml, une pointe a été atteinte 2 jours après l'application (8 900 000 UFC/ml) pour se stabiliser entre 60 000 et 360 000 UFC/ml par la suite sur le tronçon 4. Sur le tronçon 6, à partir d'un bruit de fond de 60 000 UFC/ml, un décompte de 3 500 000 UFC/ml a été enregistré 1 heure après l'application pour décroître par la suite jusqu'à 88 000 UFC/ml pour l'essai effectué 1 mois après l'application.

Quant au niveau de toxicité, des essais sur Microtox ont démontré une inhibition de bioluminescence pour des eaux de ruissellement recueillies au cours des 2 premiers jours suivant l'application et une diminution de cette toxicité par la suite.

Les résultats d'analyses de sols recueillis à la surface des superficies utilisées pour les essais et ce, avant et après la réalisation des événements pluviométriques artificiels sont cumulés au tableau J-2 (Annexe J) et aux figures 5,25 et 5,26. Ces résultats mettent en évidence le fait que le lignosulfonate de calcium épandu sur une route de gravier est plus persistant que celui épandu sur une route de pierres concassées. Ce phénomène pourrait s'expliquer par une plus grande sensibilité de la couche de surface des tronçons de pierres concassées aux éléments perturbateurs (circulation des véhicules, érosion éolienne etc.) qui remuent les sols superficiels des tronçons.

## E. Air

### a. Concentration de poussière dans l'air ambiant

Les résultats des analyses effectuées sur les particules aéroportées (échantillonneur fixe à grand débit) et sur la poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit, pour le tronçon 4 traité au lignosulfonate de calcium), sont présentes dans cette section. Le tableau 5,10 résume l'ensemble des différents résultats obtenus.

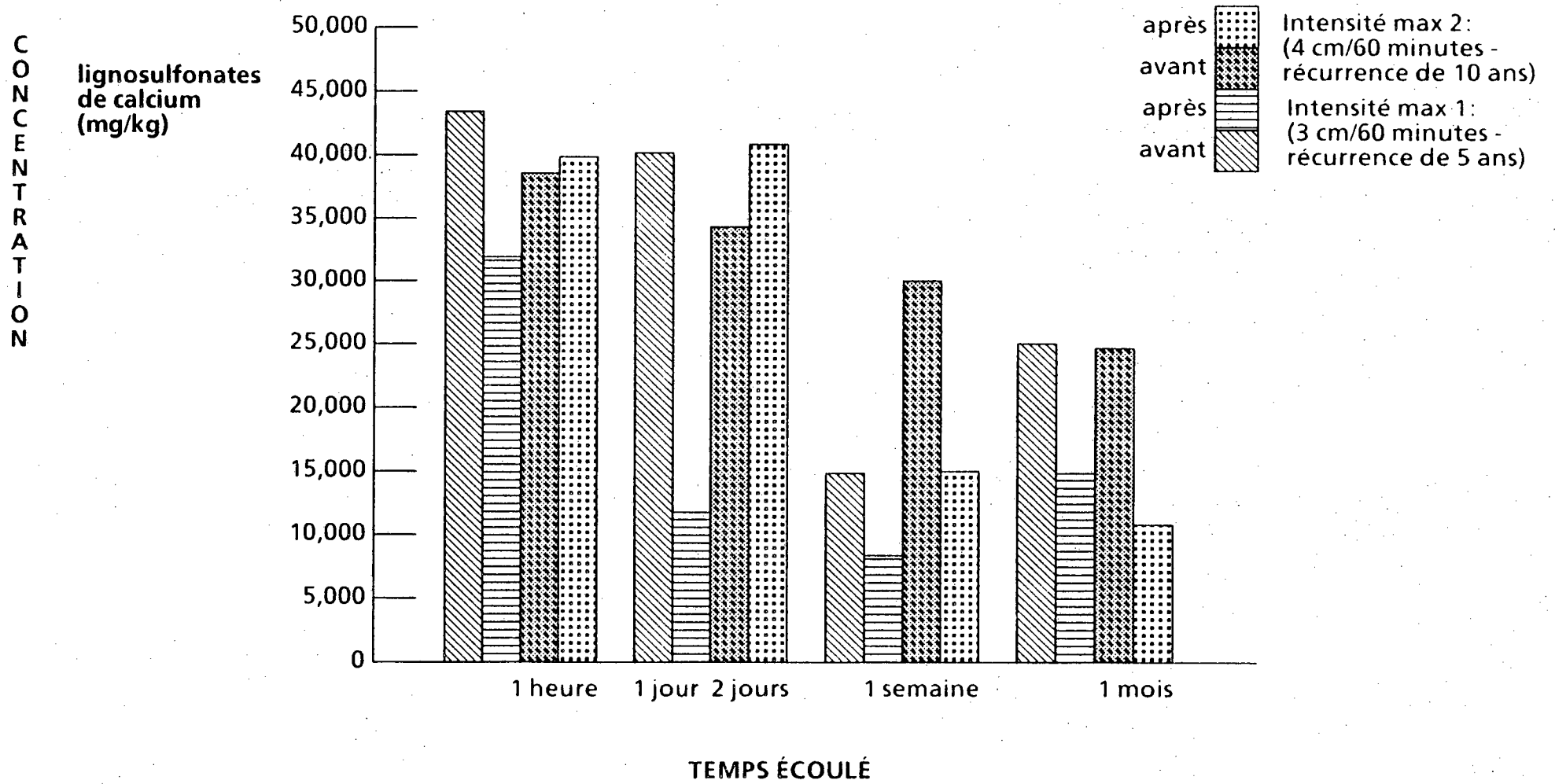


FIGURE 5,25: Persistance des abat-poussière à la surface du sol  
Tronçon 4 - Lignosulfonate de calcium

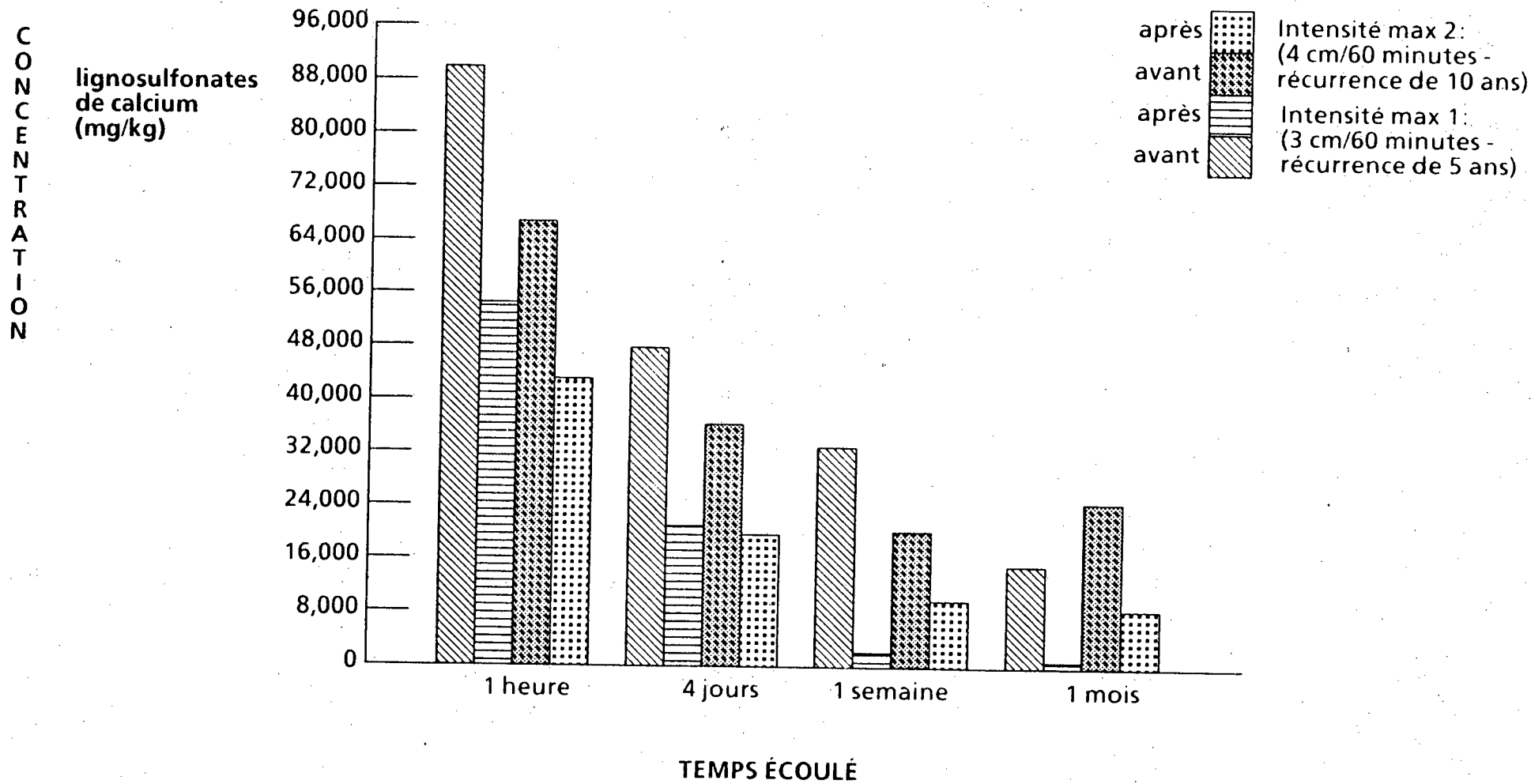


FIGURE 5,26: Persistance des abat-poussière à la surface du sol  
Tronçon 6 - Lignosulfonate de calcium

### Particules aéroportées (échantillonneur fixe à grand débit)

Pour les échantillonneurs à grand débit, les concentrations de poussière présentées au tableau 5,10, tant pour la zone non traitée que traitée, représentent la moyenne pondérée de l'ensemble des échantillonnages simultanés couvrant les 4 semaines après l'épandage (Annexe K).

On constate que l'application de lignosulfonates de calcium diminue le niveau de poussière de 1 153,3 ug/m<sup>3</sup> pour la zone non traitée à 87,6 ug/m<sup>3</sup> pour la zone traitée ce qui correspond à une réduction de 92,5% (Tableau K-5). Cette diminution est constante tout au long des 4 semaines d'échantillonnage (Tableau K-2).

### Poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit)

L'échantillonneur mobile mesure les concentrations de poussière soulevée lors du passage d'un véhicule. Les résultats détaillés sont présentés au tableau L-2 de l'annexe L et les moyennes de trois séries de mesures tant sur la section non épandue qu'épandue du tronçon 4 indiquent une réduction de 89,6% (Tableau L-1) suite à l'application du lignosulfonate de calcium. Les mesures ont été prises entre 9 et 21 jours après l'épandage.

### b. Fraction respirable des poussières totales

#### Particules aéroportées

Les particules aéroportées ont moins de 40 um. La poussière déposée sur le filtre étant très fine, elle s'imprègne dans le matériel filtrant, de plus, la quantité de poussière recueillie est relativement faible (en général entre 20 et 500 ug). L'analyse granulométrique ne peut être par conséquent effectuée sur ces échantillons. La fraction respirable (1-5 um) des particules est donc estimée à partir de l'analyse granulométrique détaillée (Annexe M) faite sur la portion inférieure à 40 um des poussières fines aspirées de la route (voir section 5,4,4 d). Pour la zone non traitée, le pourcentage de poussière respirable est de 1,8%, tandis qu'il est de 6,2% pour la zone traitée. Il faut noter que les échantillons de sol ont été prélevés sur le tronçon 4 entre 9 et 21 jours après l'épandage du lignosulfonate de calcium. La plus grande proportion de poussière respirable émanant de la zone traitée (3-4 fois plus haut que la zone non traitée) est due, à notre avis, à la présence de lignosulfonates de calcium qui enrobe et dépose une couche protectrice solide sur les poussières fines. Le passage de véhicules brise cet enrobage et le lien entre les particules en formant de très petites poussières contenant de l'abat-poussière. Cette hypothèse est confirmée par la plus grande concentration d'abat-poussière présente dans la fraction respirable des poussières provenant de la zone traitée (voir section C).

Pour la zone non traitée, la concentration en poussière respirable estimée est de  $20,8 \text{ ug/m}^3$  ( $1\ 153,3 \text{ ug/m}^3 \times 1,8\%$ ) et de  $5,4 \text{ ug/m}^3$  ( $86,7 \text{ ug/m}^3 \times 6,2\%$ ) pour la zone traitée (Tableau 5,10) Cet abat-poussière réduit de façon appréciable (près de 75%) le niveau de poussière respirable dans l'air ambiant (Annexe K).

#### Poussière soulevée

La poussière soulevée a une granulométrie différente des particules aéroportées. La quantité de poussière retenue sur les filtres de l'échantillonneur mobile est satisfaisante pour les trois essais (total du composé 6-10 g); les détails sont présentés à l'annexe L. On a pu ainsi établir par tamisage en laboratoire les proportions de particules de diamètre supérieur à 100  $\mu\text{m}$ , inférieur à 40  $\mu\text{m}$  et se situant entre 40  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$ . La zone non traitée contient 24% de particules ayant moins de 40  $\mu\text{m}$  et la zone traitée 26%. Sur la portion inférieure à 40  $\mu\text{m}$ , on connaît déjà le pourcentage de poussière respirable et par conséquent on peut l'établir dans la poussière soulevée (Annexe N). La fraction respirable ainsi estimée est de 1,61% ( $6,2\% \times 0,26$ ) et de 0,43% ( $1,8\% \times 0,24$ ) avec des concentrations correspondantes de  $0,42 \text{ mg/Nm}^3$  et  $1,09 \text{ mg/Nm}^3$  respectivement pour les zones traitées et non traitées (Annexe L).

#### c. Concentration de lignosulfonate de calcium dans les poussières et leurs fractions respirables

##### Particules aéroportées

Les filtres d'échantillonneurs à grand débit ont été analysés chimiquement pour doser la quantité de lignosulfonate de calcium présente dans ces particules aéroportées. Des concentrations de  $7,8 \text{ ug/m}^3$  ( $1\ 153,3 \text{ ug/m}^3 \times 0,67\%$ ) et  $8,7 \text{ ug/m}^3$  ( $86,7 \text{ ug/m}^3 \times 10\%$ ) ont été mesurées respectivement dans la zone non traitée et traitée.

Dans la fraction respirable, les concentrations d'abat-poussière sont estimées à  $0,14 \text{ ug/m}^3$  ( $7,8 \text{ ug/m}^3 \times 1,8\%$ ) pour la zone non traitée et de  $0,54 \text{ ug/m}^3$  ( $8,7 \text{ ug/Nm}^3 \times 6,2\%$ ) pour la zone épandue (Annexe N). Puisque la surface se fragmente à l'usage, on note donc une certaine augmentation du produit chimique dans la poussière respirable (tableaux K-4 et K-5).

TABLEAU 5,10:

SOMMAIRE DES RÉSULTATS (AIR)  
LIGNOSULFONATE DE CALCIUM

	Particules aéroportées < 40 µm (échantillonneur fixe à grand débit) (A)			Poussière soulevée < 100 µm (échantillonneur mobile à grand débit) (B)		
	Zone non traitée	Zone traitée	% réduction	Zone non traitée	Zone traitée	% réduction
Concentration de poussière totale dans l'air ambiant	1 153,3 µg/m <sup>3</sup>	86,7 µg/m <sup>3</sup>	92,5%	252,9 mg/Nm <sup>3</sup>	26,4 mg/Nm <sup>3</sup>	89,6%
Fraction respirable dans la poussière totale:						
- concentration	20,8 µg/m <sup>3</sup>	5,4 µg/m <sup>3</sup>	--	1,09 mg/m <sup>3</sup>	0,42 mg/Nm <sup>3</sup>	--
- %	1,8	6,2		0,43	1,61	
Concentration de LignoCa dans:						
- poussière totale	7,8 µg/m <sup>3</sup>	8,7 µg/m <sup>3</sup>	--	0,076 mg/Nm <sup>3</sup>	1,87 mg/Nm <sup>3</sup>	--
- %	0,67	10,0		0,03	7,1	
- fraction respirable	0,14 µg/m <sup>3</sup>	0,54 µg/m <sup>3</sup>		0,0003 mg/Nm <sup>3</sup>	0,030 mg/Nm <sup>3</sup>	

- (A): Toutes les données apparaissant dans cette partie du tableau, avec les explications pertinentes sont tirées du tableau K-5 de l'annexe K. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe K-6.
- (B): Toutes les données montrées dans cette portion du tableau avec toutes les explications sont prises dans le tableau L-3, de l'annexe L. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe L-4.

### Poussière soulevée

Les concentrations en lignosulfonates de calcium dans les poussières soulevées ont été analysées dans ce cas-ci, non pas à partir de la poussière sur le filtre, mais plutôt sur la portion tamisée de poussière fine (<100 µm) aspirée en même temps que de la surface de la route et dont la granulométrie est quasi identique à celle de la poussière soulevée.. Elles sont de 0,076 mg/Nm<sup>3</sup> (252,6 mg/Nm<sup>3</sup> × 0,03%) pour la zone non traitée et de 1,87 mg/Nm<sup>3</sup> (26,4 mg/Nm<sup>3</sup> × 7,1%) pour la zone épandue (Annexes L et O).

Les particules aéroportées (<40 µm) contiennent 10,0% d'abat-poussière tandis que les poussières soulevées (<100 µm), n'en contiennent que 7,1%. Cette différence est due au fait qu'en proportion il y a plus d'abat-poussière sur les plus petites particules (meilleure surface de contact) que sur les particules de dimension plus considérables.

Dans la fraction respirable, les concentrations en lignosulfonates de calcium sont estimées à 0,00033 mg/Nm<sup>3</sup> (1,09 mg/Nm<sup>3</sup> × 0,03%) pour la zone non épandue et de 0,030 mg/Nm<sup>3</sup> (0,42 mg/Nm<sup>3</sup> × 7,1%) pour la zone épandue. L'augmentation de produit est plus marquée ici que pour les particules aéroportées. (Annexe L).

### d. Retombées de poussière

Les résultats détaillés sont compilés à l'annexe P. Les retombées de poussière de la zone traitée sont environ la moitié de celles de la zone non traitée. On note cependant plusieurs interférences dues aux activités agricoles et/ou aux conditions locales près des stations d'échantillonnage.

### 5,5,2,3 Tendances

L'impact dans l'environnement de cet abat-poussière se limite principalement au ruissellement vers les cours d'eau de surface où une charge significative en DBO<sub>5</sub> a été mesurée, même 1 mois après l'épandage.

La migration verticale du produit, ainsi que sa dispersion dans les poussières soulevées par le passage des véhicules, est négligeable.

On note également une certaine perte d'abat-poussière dans l'atmosphère avec le temps. La proportion de poussière respirable augmente à cause de la fragmentation de la couche dure de la route en fines particules.

### 5,5,3 LIGNOSULFONATE D'AMMONIUM

Tous les résultats dans cette section pour le paramètre indicateur principal sont directement exprimés en lignosulfonates d'ammonium. Afin de faire référence à d'autres études où le traceur est exprimé en tanin et lignines, on pourra utiliser la conversion suivante:

Résultats en  
lignosulfonates d'ammonium \*0,040 = résultats en acide  
tanique

#### 5,5,3,1 Observations préliminaires

La surface de la route du tronçon 3 est plutôt molle et légèrement sablonneuse. Aucun abat-poussière n'avait été appliqué avant nos essais.

La circulation sur le tronçon 11 est très intense; de gros camions roulant à grande vitesse transportent des billots de bois à fréquence régulière soulevant des nuages de particules aéropoortées affectant la visibilité. Au cours des 2 ou 3 années précédentes, du lignosulfonate d'ammonium avait été appliqué sur les tronçons 10 et 11.

#### 5,5,3,2 Résultats

##### A. Sols superficiels

Les résultats d'analyses obtenus sur les sols superficiels sont présentés à l'annexe F (Tableaux F-2, F-8, F-9). Les figures 5,27 à 5,29 présentent, sous forme graphique, l'évolution de la concentration du traceur (lignosulfonates d'amonium) pour cet abat-poussière.

Le niveau de lignosulfonates d'amonium mesuré avant l'épandage de l'abat-poussière (allant jusqu'à 400 mg/kg) représente le résiduel d'abat-poussière provenant des applications antérieures et les lignines naturelles provenant de la décomposition de la matière organique.

Dans la couche de surface (0-5 cm), le comportement du paramètre traceur provenant de cet abat-poussière est caractérisé par un niveau maximal atteint quelques heures après l'épandage (18 000 mg/kg), suivi d'une décroissance constante. Après 1 mois, il ne restait que 30% des concentrations maximales mesurées après l'épandage (5 000 mg/kg).

Le lignosulfonate d'ammonium ne migre que faiblement dans les sols de surface. On ne décèle pas de concentrations au-dessus de 400mg/kg dans la couche de fond (60-100 cm), même 1 mois après l'épandage. Sur l'accotement, les concentrations mesurées après l'épandage n'ont augmenté que légèrement et ceci, 1 mois après l'épandage.



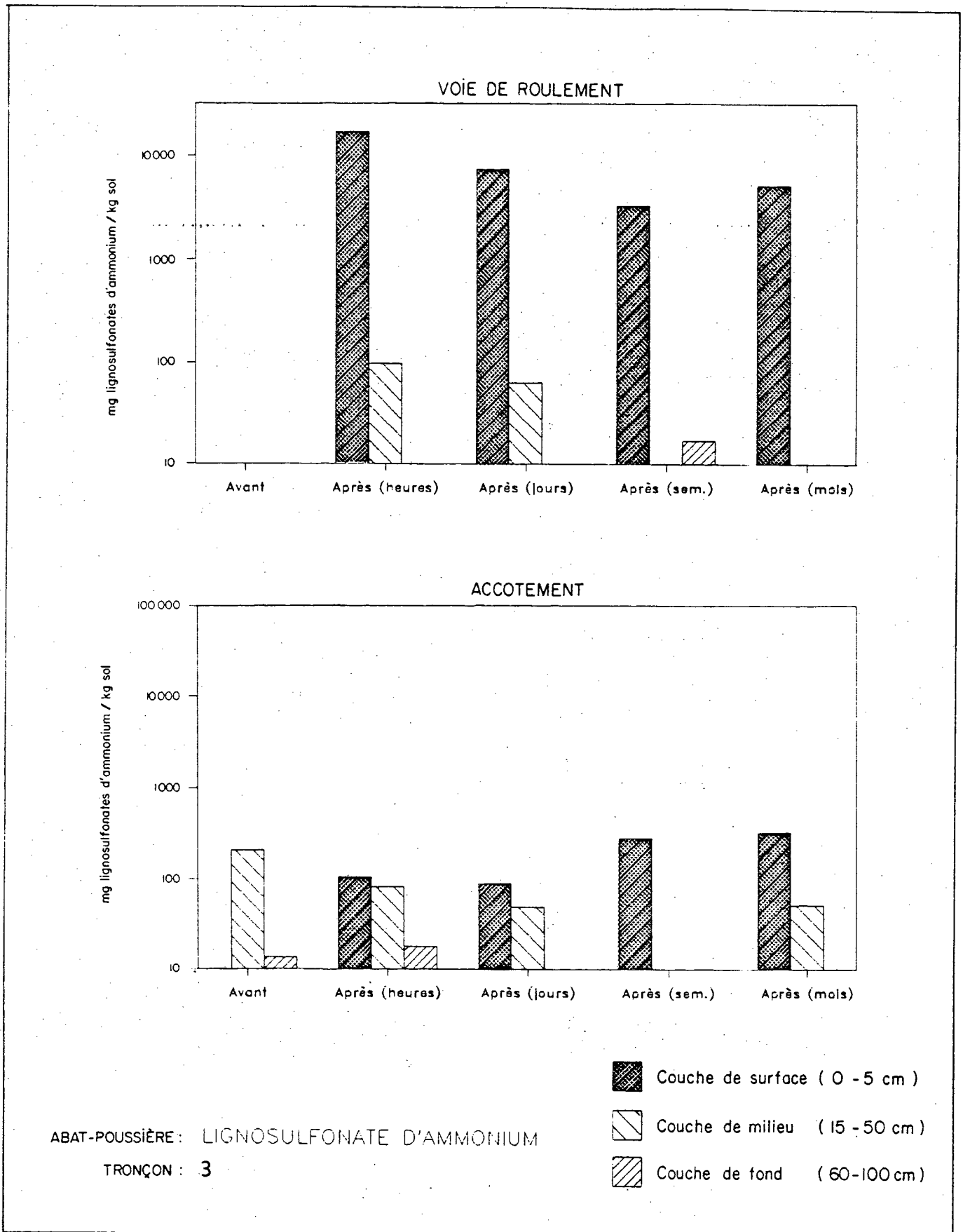
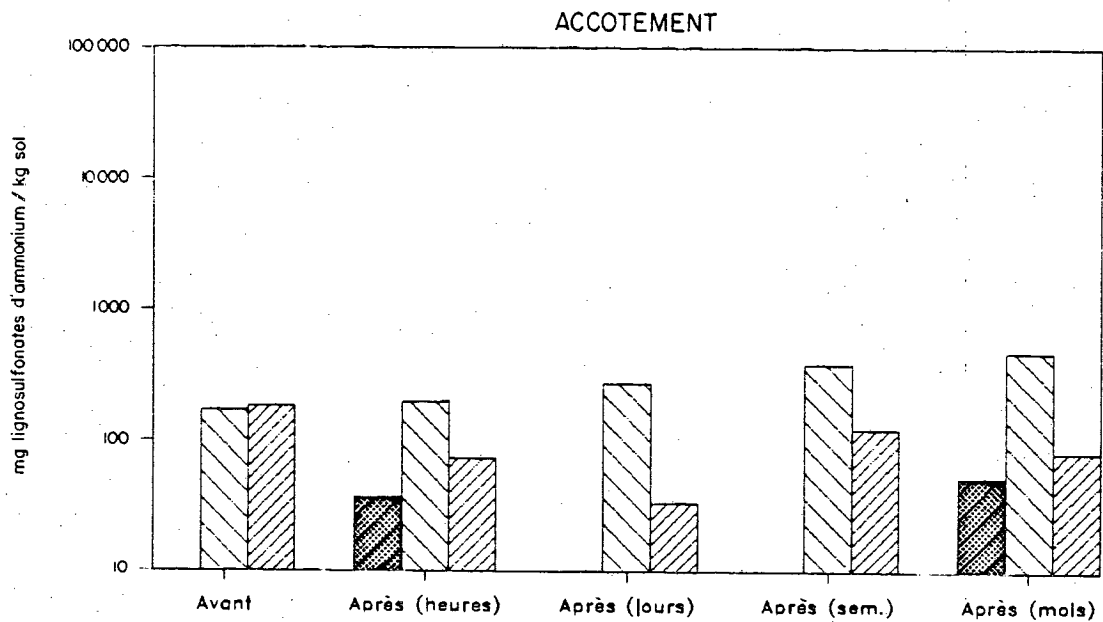
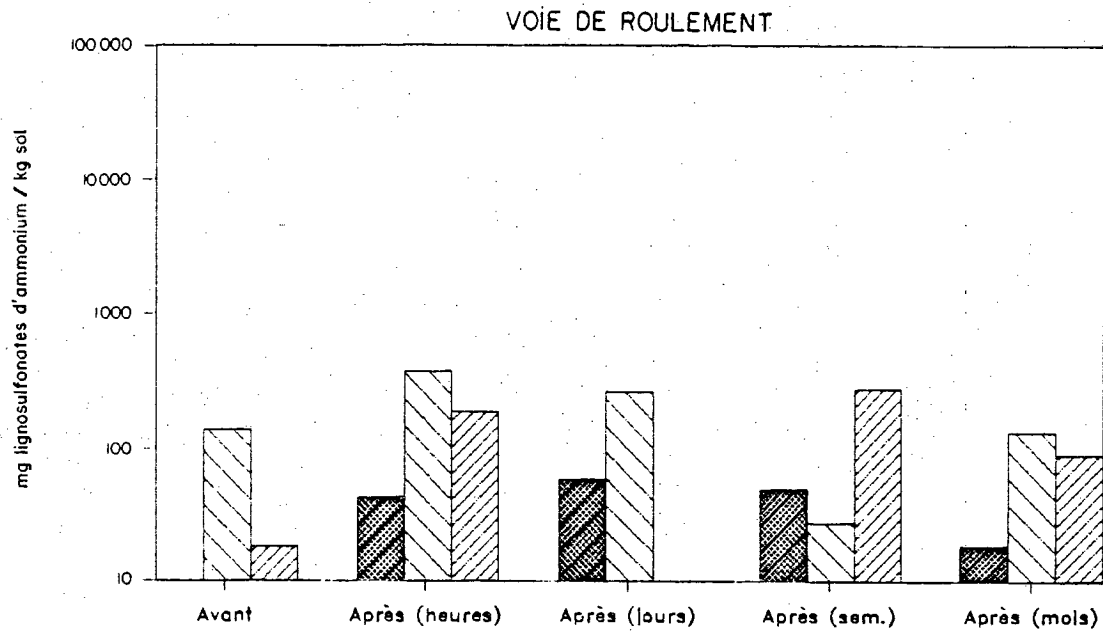


Figure 5-27: Migration verticale du lignosulfonate d'ammonium dans les sols superficiels  
Tronçon 3



ABAT-POUSSIÈRE : LIGNOSULFONATE D'AMMONIUM

TRONÇON : 10

- Couche de surface ( 0 - 5 cm )
- Couche de milieu ( 15 - 50 cm )
- Couche de fond ( 60-100 cm )

sodexen INC

Figure 5-28: Migration verticale du lignosulfonate d'ammonium dans les sols superficiels Tronçon 10

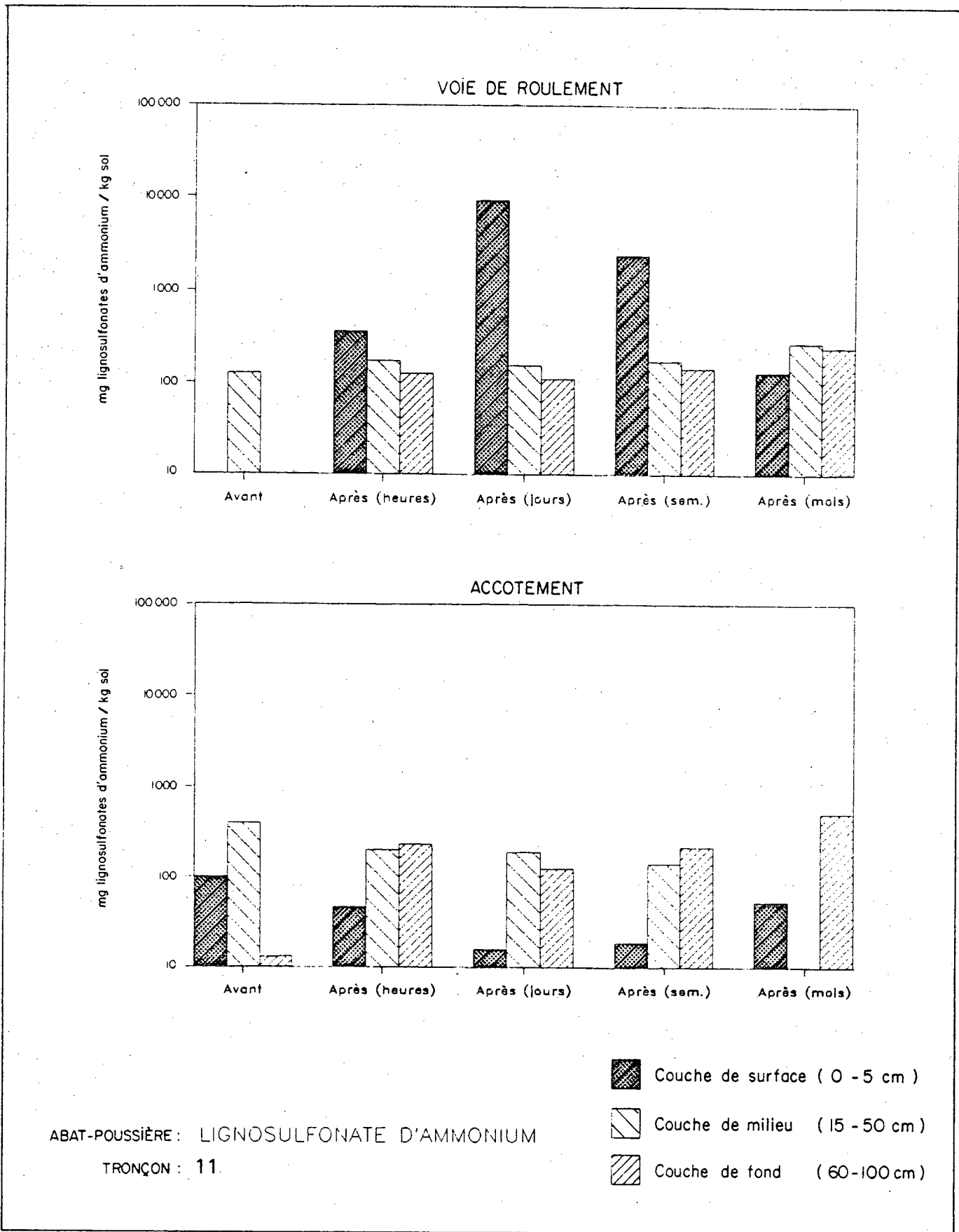


Figure 5-29: Migration verticale du lignosulfonate d'ammonium dans les sols superficiels Tronçon 11

On note une différence importante entre les résultats obtenus pour le lignosulfonate d'ammonium au tronçon 3 par rapport aux tronçons 10 et 11. Les résultats maximaux au tronçon 3 (Nicolet) varient de 3 000 à 17 000 mg/kg, et seulement de 58 à 9 511 mg/kg pour ceux d'Abitibi (10 et 11). Cette différence pourrait être expliquée par l'achalandage plus élevé sur les deux tronçons d'Abitibi (camions lourds, débit plus élevé), ce qui fait que l'abat-poussière ne reste pas lié à la surface de la route aussi longtemps que sur un tronçon à faible débit de circulation. La granulométrie plus fine du tronçon 11 explique également cette différence, à cause d'une meilleure surface de contact pour l'abat-poussière.

#### B. Sols profonds

Les résultats des analyses effectuées sur les sols profonds (prélevés lors des forages à 1,6 m de la surface) sont présentés à l'annexe G (Tableaux G-4 et G-5).

Les concentrations retrouvées dans les échantillons variaient de 41-84 mg/kg, soient inférieures au niveau de fond pour ces sols (400 mg/kg). Aucune migration verticale n'est donc notée.

#### C. Eaux souterraines

Les résultats des analyses réalisées sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés des puits d'échantillonnage sont présentés à l'annexe H (Tableaux H-5 et H-6).

Ces résultats démontrent que 3 échantillons (ceux du tronçon 11) avaient des teneurs inférieures au critère indicatif de 35 mg/l (toxicité envers la truite; NORMAN, 1984), et que ceux du tronçon 10 (deux échantillons) dépassaient légèrement le critère indicatif.

#### D. Eaux de ruissellement

Au cours des essais de ruissellement sur les tronçons à l'étude, des échantillons de sols superficiels et d'eaux ont été prélevés. Les résultats d'analyses de ces échantillons pour les paramètres cibles ont été regroupés à l'annexe I (Tableau I-1).

Pour les eaux de ruissellement prélevées en bordure des surfaces standardisées (23,4 m<sup>2</sup>) des divers tronçons, nous obtenons des résultats sur l'évolution des paramètres traceurs en fonction du temps, au cours de l'événement pluviométrique. Ces résultats ont été transposés sous forme graphique (concentration vs temps) à la figure 5,30.

Au tronçon 3, le lignosulfonate d'ammonium se retrouve en grande concentration au début de l'événement pluviométrique (entre 3 000 et 10 000 mg/l au cours des 30 premières minutes) (1 heure et 2 jours après l'application). Après 40 minutes de pluie, la concentration dans les eaux de ruissellement se stabilise (entre 2 000 à 3 000 mg/l). Une semaine et 1 mois après l'application, le phénomène est semblable mais beaucoup moins prononcé (variation totale entre 1 000 à 4 000 au cours des 60 minutes des essais). Une plus grande intensité influence peu les concentrations obtenues et l'allure des courbes est comparable.

Des prélèvements à la sortie du système d'arrosage ont démontré que le paramètre indicatif (lignines) dans l'eau utilisée pour les essais était en concentrations négligeables (1,7 à 107 mg/l)

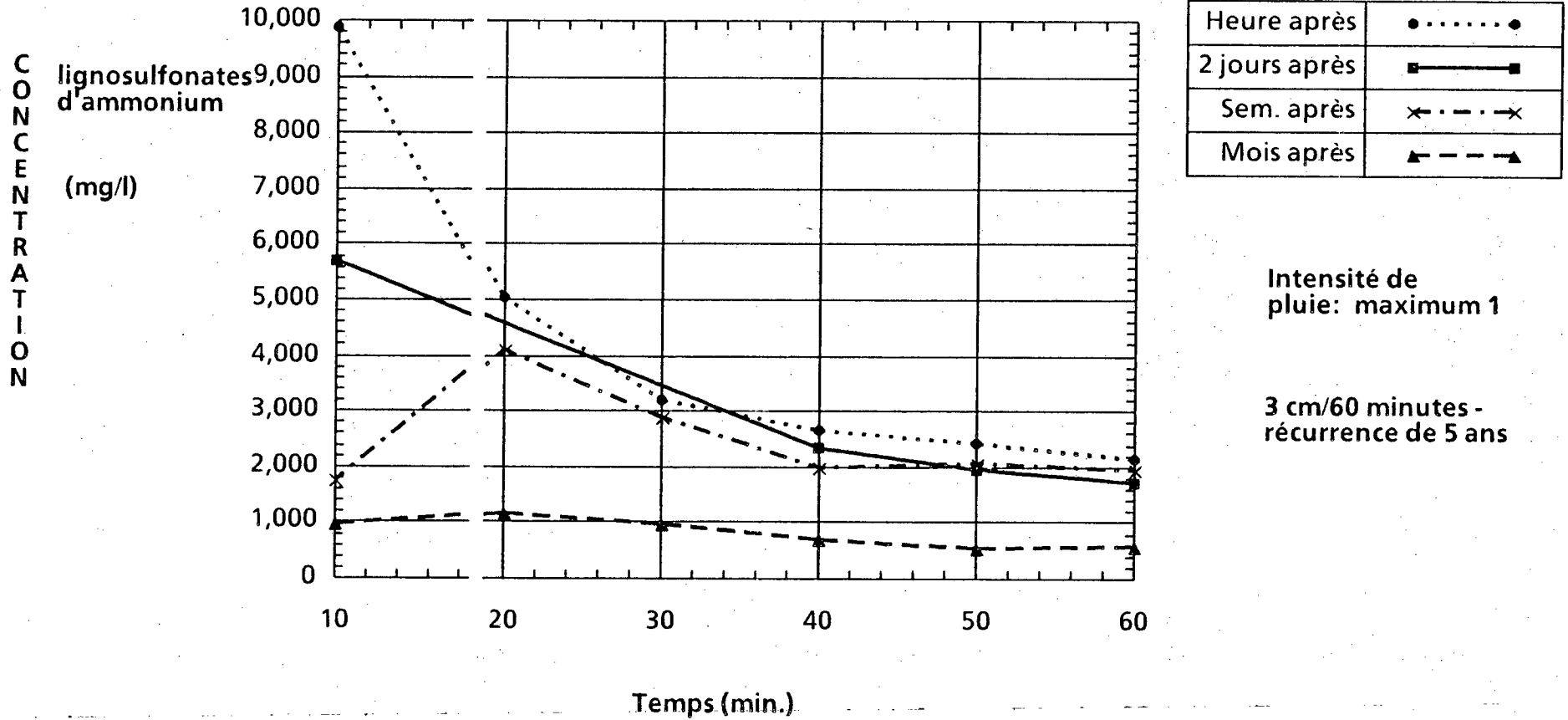
Les résultats de DBO<sub>5</sub> obtenus pour le tronçon 3 sont de l'ordre de 50 à 400 mg/l lors d'une précipitation, 1 heure après l'application. De 2 jours à 1 mois après l'application, la DBO<sub>5</sub> se situe entre 20 à 140 mg/l. Ces résultats sont donc supérieurs à la norme maximale de 15 mg/l (Règlement relatif aux rejets dans les réseaux d'égout, MENVIQ, 1984) considérée pour des eaux de type pluvial mais démontrent que suite à la deuxième journée après l'application de l'abat-poussière, la période la plus critique est terminée.

Pour ce qui est de l'activité microbienne (BHAA), on observe une pointe de 4 700 000 UFC/ml pour l'essai réalisé 1 heure après l'application. À partir de la deuxième journée, les résultats décroissent progressivement de 630 000 à 120 000 UFC/ml.

Quant au niveau de toxicité des essais sur des Microtox, aucun indice marqué d'inhibition de bioluminescence n'a été démontré.

Les résultats d'analyses des sols recueillis à la surface des superficies utilisées pour les essais et ce, avant et après la réalisation des événements pluviométriques artificiels sont cumulés au tableau J-2 (Annexe J) et à la figure 5,31. Il apparaît que le lignosulfonate d'ammonium subit un important lessivage à la suite de l'application, tandis qu'après 1 semaine, le produit est plus persistant à la précipitation d'intensité 1 mais vulnérable à une précipitation plus forte. Dans le temps, la concentration dans le sol de surface décroît de 38,530 ppm à 10,950 ppm, 1 mois plus tard.

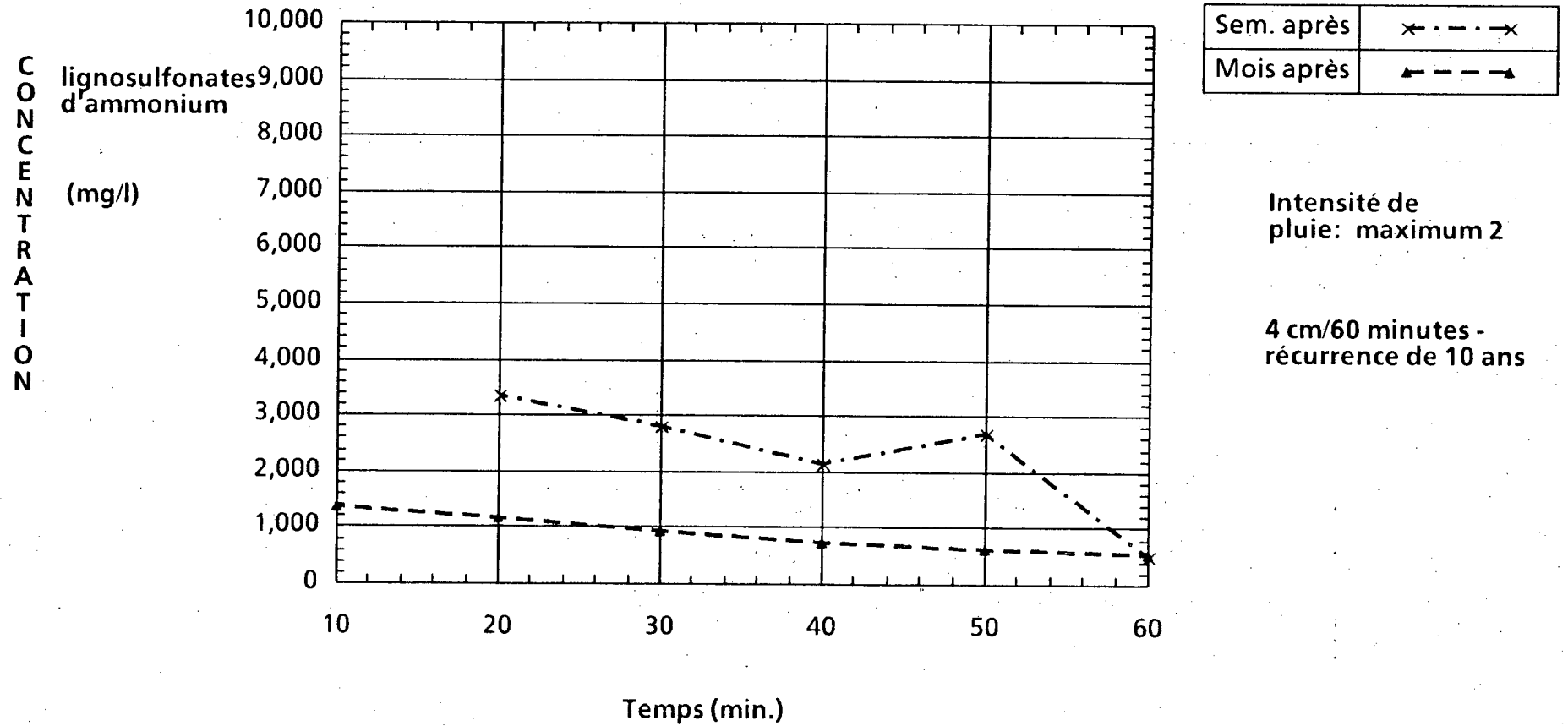
### Lignosulfonate d'ammonium



Bruit de fond de l'eau: 2,5 à 107 mg/l de lignosulfonates d'ammonium

Figure 5,30: Eaux de surface - Tronçon 3 (selon les résultats de l'annexe I)

### Lignosulfonate d'ammonium



Bruit de fond de l'eau: 1,7 à 3,3 mg/l  
de lignosulfonates d'ammonium

Figure 5,30 (suite): Eaux de surface - Tronçon 3  
(selon les résultats de l'annexe I)

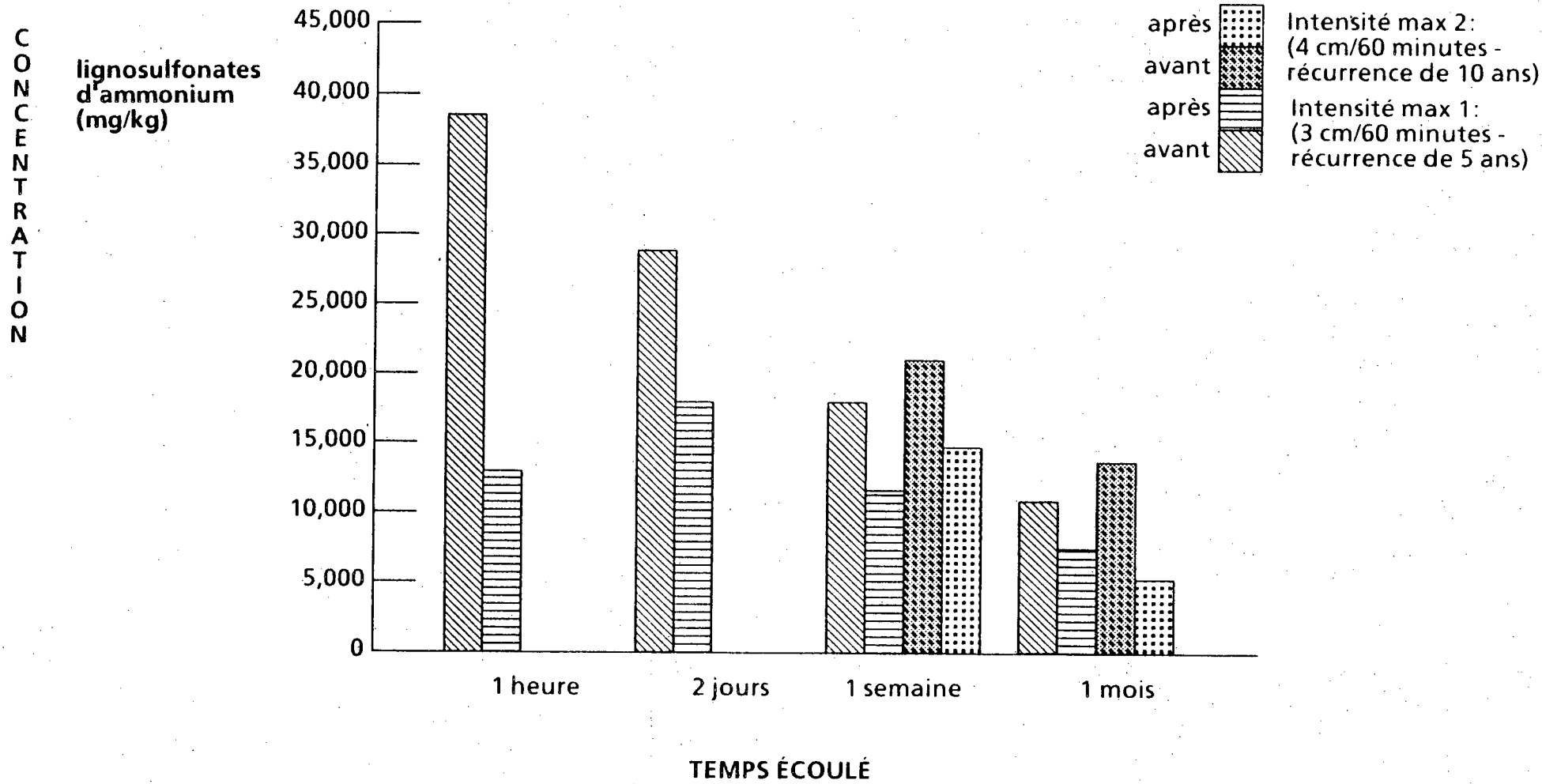


FIGURE 5,31: Persistance des abat-poussière à la surface du sol  
Tronçon 3 - Lignosulfonate d'ammonium



## E. Air

### Concentration de poussière dans l'air ambiant

Les résultats des analyses effectuées sur les particules aéroportées (échantillonneur fixe à grand débit) et sur la poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit) pour le tronçon 3 traité aux lignosulfonates d'ammonium sont présentés dans cette section. Le tableau 5,11 résume l'ensemble des différents résultats obtenus.

#### Particules aéroportées (échantillonneur fixe à grand débit)

Pour les échantillonneurs à grand débit, les résultats de concentrations de poussière mesurées sont présentés au tableau 5,11, tant pour les zones non traitées que traitées, représentent la moyenne de l'ensemble des échantillonnages couvrant les 4 semaines après l'épandage (Annexe K).

On constate que l'application de lignosulfonates d'ammonium diminue le niveau de poussière de  $693,3 \text{ ug/m}^3$  pour la zone non traitée à  $181,1 \text{ ug/m}^3$  pour la zone traitée ce qui correspond à une réduction de 73,9% (Tableau K-5). Toutefois, on ne note aucune tendance pendant les 4 semaines.

#### Poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit)

L'échantillonneur mobile mesure les concentrations de poussière soulevée lors du passage d'un véhicule. Les résultats détaillés sont présentés au tableau L-2 de l'annexe L et les moyennes de trois séries de mesures tant sur la section non épandue qu'épandue du tronçon 3 indiquent une réduction de 73,0% (tableau L-1) suite à l'application du lignosulfonate d'ammonium. Les mesures ont été prises entre 18 et 25 jours après l'épandage.

### b. Fraction respirable de la poussière totale

#### Particules aéroportées

Les particules aéroportées ont moins de 40  $\mu\text{m}$ . La poussière déposée sur le filtre étant très fine, elle s'imprègne dans le matériel filtrant, de plus, la quantité de poussière recueillie est relativement faible (en général entre 20 et 500  $\text{ug}$ ). L'analyse granulométrique ne peut être par conséquent effectuée sur ces échantillons. La fraction respirable (1-5  $\mu\text{m}$ ) des particules est donc estimée à partir de l'analyse granulométrique détaillée (Annexe M) faite sur la portion inférieure à 40  $\mu\text{m}$  des poussières fines aspirées de la route (voir section 5,4,4 d). Pour la zone non traitée, le pourcentage de poussière respirable est de 5% tandis qu'il est de 18,8% pour la zone traitée. Il faut noter que les échantillons de sol ont été prélevés sur le tronçon 3 entre 18 et 25 jours après l'épandage du lignosulfonate d'ammonium.

La proportion de poussière respirable émanant de la zone traitée (3,8 fois plus haut que la zone non traitée) est due à notre avis, à la présence de lignosulfonates d'ammonium qui enrobe et dépose une couche protectrice solide sur les poussières fines. Le passage de véhicules brise cet enrobage et le lien entre les particules en formant de très petites poussières contenant de l'abat-poussière. Cette hypothèse est confirmée par la plus grande concentration d'abat-poussière présente dans la fraction respirable des poussières provenant de la zone traitée (voir section C).

Pour la zone non traitée, la concentration en poussière respirable estimée est de  $34,7 \text{ ug/m}^3$  ( $693,3 \text{ mg/m}^3 \times 5\%$ ) et de  $34 \text{ ug/m}^3$  ( $181,1 \text{ ug/m}^3 \times 18,8\%$ ) pour la zone traitée (tableau 5,11). Cette concentration équivalente est attribuable directement à la plus grande proportion de poussière respirable dans la zone traitée (Annexe K).

#### Poussière soulevée

La poussière soulevée a une granulométrie différente des particules aéroportées. La quantité de poussière retenue sur les filtres de l'appareil Rader (échantillonneur mobile) est relativement importante pour les trois essais (dont le poids des poussières réunies varient de 5 à 40 g). On a pu ainsi établir par tamisage en laboratoire les portions suivantes:  $>100 \text{ um}$ ,  $100-40 \text{ um}$  et  $<40 \text{ um}$ . La zone non traitée contient 24% de particules ayant moins de 40 um, tandis que pour la zone traitée elle est de 30%. Sur la portion inférieure à 40 um, on connaît déjà le pourcentage de poussière respirable et, par conséquent, on peut l'établir dans la poussière soulevée (Annexe N). La fraction respirable estimée selon cette approximation est de 5,6% ( $30\% \times 0,188$ ) et de 1,2% ( $24\% \times 0,05$ ) pour la zone traitée et non traitée respectivement. Les concentrations correspondantes estimées sont de  $4,13 \text{ mg/Nm}^3$  ( $73,8 \text{ mg/Nm}^3 \times 5,6\%$ ) et  $3,28 \text{ mg/Nm}^3$  ( $273,6 \text{ mg/Nm}^3 \times 1,2\%$ ) respectivement pour la zone traitée et la zone non traitée (Annexes L et N).

TABLEAU 5,11:

SOMMAIRE DES RÉSULTATS (AIR)  
LIGNOSULFONATE D'AMMONIUM

	Particules aéroportées < 40 um (échantillonneur à grand débit) (A)			Poussière soulevée < 100 um (échantillonneur mobile à grand débit) (B)		
	Zone non traitée	Zone traitée	% réduction	Zone non traitée	Zone traitée	% réduction
Concentration de poussière totale dans l'air ambiant	693,3 ug/m <sup>3</sup>	181,1 ug/m <sup>3</sup>	73,9%	273,6 mg/Nm <sup>3</sup>	73,8 mg/Nm <sup>3</sup>	73,0%
Fraction respirable dans la poussière totale:						
- concentration	34,7 ug/m <sup>3</sup>	34,0 ug/m <sup>3</sup>	--	3,28 mg/Nm <sup>3</sup>	4,13 mg/Nm <sup>3</sup>	--
- %	5,0%	18,8%		1,2%	5,6%	
Concentration de LignoNH <sub>4</sub> dans:						
- - poussière totale	6,51 ug/m <sup>3</sup>	30,0 ug/m <sup>3</sup>	--	0,027 mg/Nm <sup>3</sup>	5,31 mg/Nm <sup>3</sup>	--
- %	0,94%	16,5%	--	0,01%	7,2%	--
- fraction respirable	0,33 ug/m <sup>3</sup>	5,6 ug/m <sup>3</sup>		0,00033 mg/Nm <sup>3</sup>	0,30 mg/Nm <sup>3</sup>	

(A): Toutes les données apparaissant dans cette partie du tableau, avec les explications pertinentes sont tirées du tableau K-5 de l'annexe K. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe K-6.

(B): Toutes les données montrées dans cette portion du tableau avec toutes les explications sont prises dans le tableau L-3, de l'annexe L. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe L-4.

c. Concentration d'abat-poussière dans les poussières totales et respirables

Particules aéroportées

Les filtres d'échantillonneurs fixes à grand débit ont été analysés chimiquement pour doser la quantité de lignosulfonates d'ammonium présente dans ces particules aéroportées. Des concentrations de  $6,5 \text{ ug/m}^3$  ( $693,3 \text{ ug/Nm}^3 \times 0,94\%$ ) et  $30,0 \text{ ug/m}^3$  ( $181,1 \text{ ug/m}^3 \times 16,5\%$ ) ont été mesurées respectivement dans la zone non traitée et traitée (Annexe N).

Dans la fraction respirable, les concentrations d'abat-poussière estimées sont de  $0,33 \text{ ug/m}^3$  ( $6,5 \text{ ug/m}^3 \times 5\%$ ) pour la zone non traitée et de  $5,6 \text{ ug/m}^3$  ( $30,0 \text{ ug/m}^3 \times 18,8\%$ ) pour la zone épandue (Tableau 5,11 et Annexe K).

Poussière soulevée

Les concentrations en lignosulfonates d'ammonium dans la poussière soulevée ont été analysées dans ce cas-ci, non pas à partir de la poussière sur le filtre, mais plutôt sur le composé de poussière fine ( $< 100 \text{ um}$ ) aspirée de la route en même temps que l'échantillonnage mobile de la poussière soulevée. Ce dosage donne donc des concentrations estimées de  $0,027 \text{ mg/Nm}^3$  ( $223,6 \text{ mg/Nm}^3 \times 0,01\%$ ) pour la zone non traitée et de  $5,3 \text{ mg/Nm}^3$  ( $73,8 \text{ mg/Nm}^3 \times 7,2\%$ ) pour la zone épandue (Annexes L et O).

Les particules en suspension ou aéroportées ( $< 40 \text{ um}$ ) contiennent  $16,5\%$  d'abat-poussière tandis que les poussières soulevées ( $< 100 \text{ um}$ ) dont la portion de particules inférieures à  $40 \text{ um}$  ne représente que  $30\%$  (Annexe N), montrent une teneur de  $7,2\%$  (Annexe O). Cette différence est due au fait qu'en proportion, il y a plus d'abat-poussière sur les plus petites particules (meilleure surface de contact) que sur les particules de dimensions plus grandes.

Dans la fraction respirable, les concentrations de lignosulfonates d'ammonium sont estimées à  $0,00033 \text{ mg/Nm}^3$  ( $3,28 \text{ mg/Nm}^3 \times 0,01\%$ ) pour la zone non épandue et de  $0,30 \text{ mg/Nm}^3$  ( $4,13 \text{ mg/Nm}^3 \times 7,2\%$ ) pour la zone épandue. Cet abat-poussière en se brisant à la surface de la route, augmente donc la teneur en produit chimique dans la poussière respirable (Annexes L et O).

d. Retombées de poussière

Les résultats détaillés sont compilés à l'annexe P. Les retombées de poussière sont légèrement plus élevées dans la zone non traitée. Toutefois ces données sont peu significatives puisqu'on note plusieurs interférences dues aux activités agricoles et/ou aux conditions locales près des stations d'échantillonnage.

### 5,5,3,3 Tendances

Le lignosulfonate d'ammonium démontre une certaine mobilité dans l'environnement. C'est dans le ruissellement de surface qu'on retrouve la présence la plus marquée de cet abat-poussière. Suite à son application, il est lessivé par les eaux de surface mais devient persistant quelques jours après. Par contre, il serait tout de même lessivé lors d'une averse d'une grande intensité.

Le lignosulfonate d'ammonium migre peu dans les sols superficiels et nullement dans les sols profonds. Toutefois, des traces ont été retrouvées dans l'eau souterraine.

Très peu de lignosulfonates ont été transportés par voie aérienne dans les poussières routières.

### 5,5,4 ÉMULSION BITUMINEUSE (RP-3000)

#### 5,5,4,1 Observations préliminaires

Le tronçon 7 a la particularité d'être relativement court: 0,9 km. À la demande de la compagnie fournissant cet abat-poussière, la surface de la route a été conditionnée tout juste avant l'épandage, avec une niveleuse pour amener plus de particules fines à la surface.

#### 5,5,4,2 Résultats

##### A. Sols superficiels

Les résultats d'analyses obtenus sur les sols superficiels sont présentés à l'annexe F (Tableaux F-6 et F-7).

Tous les résultats obtenus sont inférieurs à 20 mg/kg, la plupart étant non détectables (<2 mg/kg). Même les échantillons de surface prélevés 2-4 heures après l'épandage n'ont pas indiqué la présence d'huiles et graisses minérales (traceur pour cet abat-poussière). Aucune conclusion valable ne peut être tirée à partir des résultats obtenus.

##### B. Sols profonds

Les résultats des analyses effectuées sur les sols profonds (prélevés lors des forages à 1,6 m de la surface) sont présentés à l'annexe G (Tableau G-3).

Aucune trace d'huiles et graisses minérales n'a été trouvée dans les échantillons prélevés.

Une interférence au niveau de la méthode d'extraction au laboratoire est soupçonnée. Aucune tendance valable ne peut être tirée à partir des résultats obtenus à ce tronçon.

### C. Eaux souterraines

Les résultats des analyses réalisées sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés des puits d'échantillonnage sont présentés à l'annexe H (Tableau H-4).

Aucune trace de cet abat-poussière n'est donc restée dans la nappe phréatique et ceci, 1-3 ans après l'épandage de la solution huileuse. La DCO a été légèrement plus élevée dans deux des trois puits (7-8 mg/l), par rapport au critère indicatif de 5 mg/l (maximal recommandé pour l'eau potable). La provenance de cette demande chimique en oxygène dans les eaux souterraines n'est pas clairement établie.

La DBO<sub>5</sub> mesurée (6-8 mg/l) était inférieure à la norme recommandée de 15 mg/l (eaux de surface).

### D. Eaux de ruissellement

Au cours des essais de ruissellement sur les tronçons à l'étude, des échantillons de sols superficiels et d'eaux ont été prélevés. Les résultats d'analyses de ces échantillons pour les paramètres indicateurs ont été regroupés à l'annexe I (Tableaux I-5).

Pour les eaux de ruissellement prélevées en bordure des surfaces standardisées (23,4 m<sup>2</sup>) des divers tronçons, nous obtenons des résultats sur l'évolution des paramètres traceurs en fonction du temps, au cours de l'événement pluviométrique. Ces résultats ont été transposés sous forme graphique (concentration vs temps) à la figure 5,32.

Au tronçon 7, le paramètre traceur (huiles et graisses totales) se retrouve à tout moment en faible concentration sans présenter un patron précis de comportement dans le temps. C'est ainsi qu'au début ou à la fin de l'événement pluviométrique et immédiatement ou 1 mois après l'application, les concentrations du paramètre traceur sont du même ordre de grandeur à l'intérieur de certaines limites. Ceci semble indiquer la persistance au ruissellement de cet abat-poussière.

En effet, tous les résultats se retrouvent dans un même ordre de grandeur quoique nous soupçonnons que la méthode d'analyse par lixiviation puisse sous-évaluer les concentrations brutes présentes dans les échantillons de sol (et probablement dans les échantillons d'eaux également).

Les résultats de DBO<sub>5</sub> obtenus sont inférieurs à la limite de détection. Des essais de toxicité réalisés sur des daphnies n'ont démontré aucun effet d'immobilisation. Il semble donc que la charge organique est minime et que la toxicité potentielle est inexistante.

### Émulsion bitumineuse

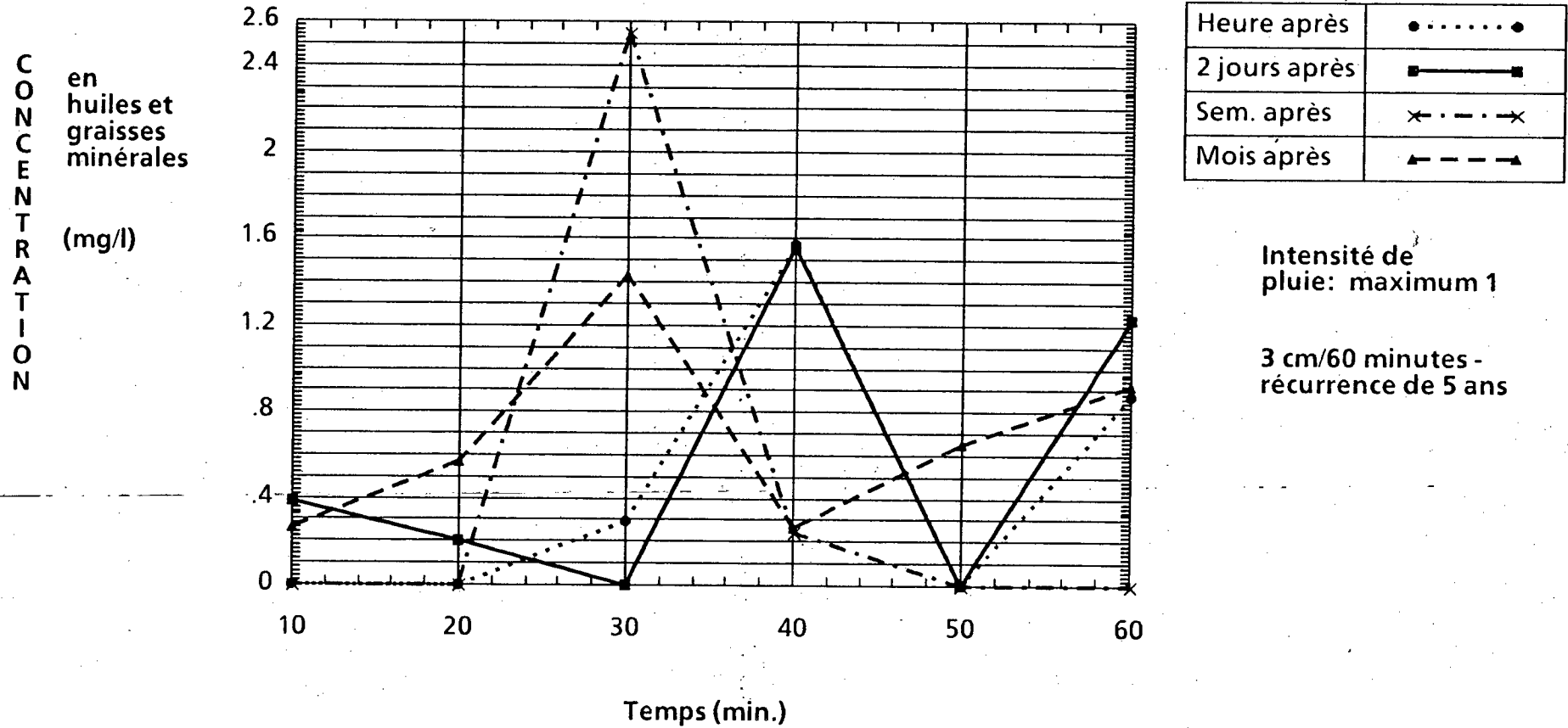
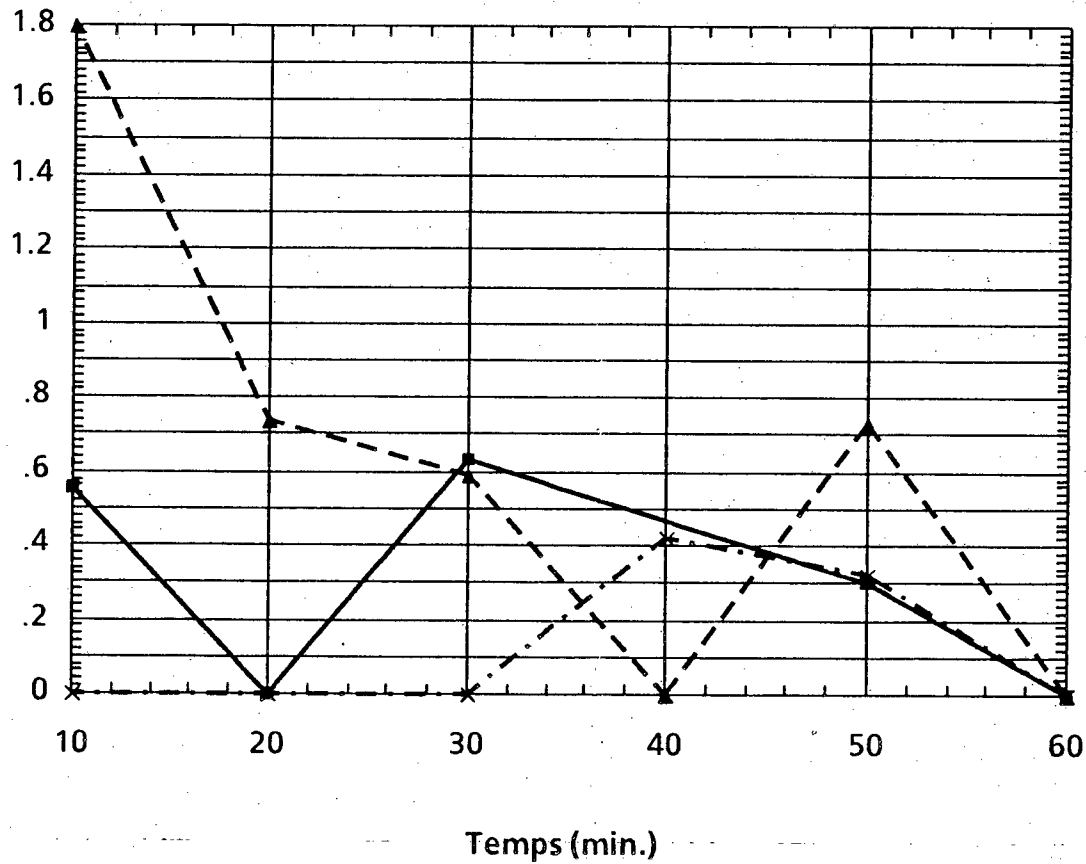


Figure 5,32: Eaux de surface - Tronçon 7  
(selon les résultats de l'annexe H)

## Émulsion bitumineuse

CONCENTRATION  
en  
huiles et  
graisses  
minérales  
(mg/l)



2 jours après	—■—
Sem. après	-x-x-x-
Mois après	-▲-▲-

Intensité de  
pluie: maximum 2

4 cm/60 minutes -  
récurrence de 10 ans

Figure 5,32 (suite): Eaux de surface - Tronçon 7  
(selon les résultats de l'annexe H)



## E. Air

### a. Concentration de poussière dans l'air ambiant

Pour le tronçon 7 traité au RP-3000, les résultats des analyses effectuées sur les particules aéroportées (échantillonneur fixe à grand débit) et sur la poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit) sont présentés dans cette section. Le tableau 5,12 résume l'ensemble des différents résultats obtenus.

#### Particules aéroportées (échantillonneur fixe à grand débit)

Pour les échantillonneurs à grand débit, les résultats de concentration de poussière présentés au tableau 5,12, tant pour la zone non traitée que traitée, représentent la moyenne de l'ensemble des échantillonnages effectués couvrant les 4 semaines après l'épandage (Annexe K).

On constate que l'application de RP 3000 réduit le niveau de poussière de 57,8% (Tableau K-5).

#### Poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit)

L'échantillonneur mobile mesure les concentrations de poussière soulevée lors du passage d'un véhicule. Les résultats (Tableau 5,12) détaillés sont présentés à l'annexe L; la différence entre les moyennes des deux séries de mesures tant sur la section non épandue qu'épandue indiquent une réduction de 49,9% (Annexe L et tableau 5,12) suite à l'application du RP 3000.

### b. Fraction respirable des poussières totales

#### Particules aéroportées

Les particules aéroportées ont moins de 40  $\mu\text{m}$ . La poussière déposée sur le filtre étant très fine, elle s'imprègne dans le matériel filtrant, de plus la quantité de poussière recueillie est relativement faible (en général entre 20 et 500  $\mu\text{g}$ ). Pour ces raisons, l'analyse granulométrique ne peut être déterminée sur ces échantillons. La fraction respirable (1-5  $\mu\text{m}$ ) des particules est donc estimée à partir de l'analyse granulométrique détaillée (Annexe M) faite sur la portion inférieure à 40  $\mu\text{m}$  des poussières fines aspirées de la route (voir section 5,4,4 d). Pour la zone non traitée, le pourcentage de particules respirables est de 9,1%. Par contre la granulométrie n'a pu être effectuée sur la portion traitée à cause de problème de dispersion des particules dans le solvant Isoton. La concentration en poussière respirable est donc estimée à 94,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (1 040,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times 9,1\%$ ) mais aucun résultat n'est disponible pour la partie traitée au RP 3000 (tableau 5,12) (Annexe K).

**TABEAU 5,12:**

**SOMMAIRE DES RÉSULTATS (AIR)  
RP-3000**

	Particule aéroportée < 40 um (échantillonneur à grand débit) (A)			Poussière soulevée < 100 um (échantillonneur mobile à grand débit) (B)		
	Zone non traitée	Zone traitée	% réduction	Zone non traitée	Zone traitée	% réduction
Concentration de poussière totale dans l'air ambiant	1 040,6 ug/m <sup>3</sup>	438,8 ug/m <sup>3</sup>	57,8%	188,2 mg/Nm <sup>3</sup>	94,2 mg/Nm <sup>3</sup>	49,9%
Fraction respirable dans la poussière totale:						
- concentration	94,7	--	--	5,08 mg/Nm <sup>3</sup>	--	--
- %	9,1			2,7		
Concentration de RP 3000 dans:						
- poussière totale	0,43	9,1	--	0,04 mg/Nm <sup>3</sup>	1,24 mg/Nm <sup>3</sup>	--
- %	0,041	2,07		0,022	1,32	
- fraction respirable	0,039	--		0,0020	0,0011	

(A): Toutes les données apparaissant dans cette partie du tableau avec les explications pertinentes sont tirées du tableau K-5 de l'annexe K. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe K-6.

(B): Toutes les données montrées dans cette portion du tableau avec toutes les explications sont prises dans le tableau L-3, de l'annexe L. Un exemple de calculs détaillés est présenté à l'annexe L-4.

--: Non analysé

### Poussière soulevée

La poussière soulevée a une granulométrie différente des particules aéroportées. La quantité de poussière retenue sur les filtres du capteur mobile est satisfaisante pour les deux essais (total du composé 30g). On a pu ainsi établir par tamisage les proportions de poussière dont le diamètre est inférieur à 40 µm, supérieur à 100 µm et compris entre 40 et 100 µm. La zone non traitée contient 29,7% (Annexe N) de particules ayant moins de 40 µm. Sur la portion inférieure à 100 µm, on connaît déjà le pourcentage de poussière respirable et, par conséquent, on peut l'établir dans la poussière soulevée. Dans la zone non traitée, la fraction respirable est estimée à 2,7% avec une concentration correspondante de 5,08 mg/Nm<sup>3</sup> (188,2 mg/Nm<sup>3</sup> × 2,7%).

#### c. Concentration d'abat-poussière dans les poussières totales et respirables

##### Particules aéroportées (échantillonneur à grand débit)

Les filtres d'échantillonneurs à grand débit ont été analysés chimiquement pour doser la quantité de RP-3000 (huiles et graisses totales) présente dans ces particules aéroportées. Des concentrations de 0,43 µg/m<sup>3</sup> (1 040,6 µg/m<sup>3</sup> × 0,041%) et 9,1 µg/m<sup>3</sup> (438,8 µg/m<sup>3</sup> × 2,07%) ont été mesurées respectivement pour la zone non traitée et traitée (Annexe N).

Dans la fraction respirable, les concentrations d'abat-poussière sont négligeables (0,039 µg/m<sup>3</sup>) pour la zone non traitée, la fraction respirable n'a pu être déterminée pour la zone traitée.

##### Poussière soulevée (échantillonneur mobile à grand débit)

Les concentrations en RP-3000 dans les poussières soulevées ont été analysées dans ce cas-ci, non pas à partir de la poussière sur le filtre, mais plutôt sur le composé de poussière fine (<100 µm) aspiré de la route en même temps que l'échantillonnage mobile de la poussière soulevée. Elles sont de 0,04 mg/Nm<sup>3</sup> (188,2 mg/Nm<sup>3</sup> × 0,022%) pour la zone non traitée et de 1,24 mg/Nm<sup>3</sup> (94,2 mg/Nm<sup>3</sup> × 1,32%) pour la zone traitée (Annexes L et O).

Les particules aéroportées (<40 µm) contiennent 2,07% d'abat-poussière (Annexe A) tandis que les poussières soulevées (<100 µm) comprenant seulement 15% (Annexe N) des particules inférieures à 40 µm, n'en contiennent que 1,32% (Annexe O). Cette différence est due au fait qu'en proportion il y a plus d'abat-poussière sur les plus petites particules (meilleure surface de contact) que sur les particules de dimensions plus considérables. Dans la fraction respirable, il a été impossible d'estimer la concentration de RP-3000 présente parce que le produit ne se disperse pas dans le solvant utilisé.

#### d. Retombées de poussière

Les résultats détaillés sont compilés à l'annexe P. La zone traitée montre des retombées de poussière légèrement plus basses que celles de la zone non traitée. Toutefois, on note plusieurs interférences dues aux activités agricoles et/ou aux conditions locales près des stations d'échantillonnage.

#### 5,5,4,3 Tendances

Aucune mobilité significative dans l'environnement n'a été observée. Ceci est dû fort probablement au fait que la méthode d'analyse sur le lixiviat semble sous-estimer les concentrations de l'élément traceur (huiles et graisses).

### 5,6 ANALYSE COMPARATIVE

#### 5,6,1 SOLS ET EAUX SOUTERRAINES

Les résultats analytiques obtenus sur les sols sont très variables, on note des concentrations variant de <5 mg/kg à 56 000 mg/kg pour les lignosulfonates, et de 2 mg/kg à 3 700 mg/kg pour le chlorure et le calcium. Pour l'émulsion bitumineuse, les concentrations d'huiles et graisses mesurées se trouvent souvent dans le seuil de détection de la méthode analytique employée.

Aucun traceur d'abat-poussière n'a été décelé dans les sols profonds (1,6 - 3,0 m) à des concentrations excédant les niveaux de fond (concentration mesurée avant épandage).

Pour les tronçons 1, 3, 4, 6, 10 et 11, le niveau de fond (résultats avant épandage) varie de 50 mg/kg à 400 mg/kg en lignosulfonates de calcium ou d'ammonium. Ceci représente les niveaux naturels de lignines dans le sol (décomposition de la matière organique), ainsi que les concentrations résiduelles des applications antérieures (1987-88) sur ces tronçons. Ce niveau de fond se limite en général aux couches supérieures, soit de 0 à 50 cm de la surface de la route.

Durant le mois qui suivit l'application des abat-poussière, les concentrations positives décelées au-delà du bruit de fond se limitaient presque uniquement à la couche supérieure de sol (0-5 cm), soit la fondation supérieure de la route (granulat concassé densifié, calibre 0-20 mm).

Pour les tronçons 10 et 11, dont la granulométrie de la couche de fondation était moins fine, une pénétration plus profonde, allant jusqu'à la couche du milieu de 15 à 50 cm, a été observée.

La mobilité latérale des deux types d'abat-poussière à base de lignosulfonates était négligeable: les concentrations obtenues sur les échantillons prélevés sur l'accotement étant égales ou légèrement supérieures au bruit de fond. Seulement dans le cas de précipitations de durée prolongée, on constate un transport latéral des lignosulfonates vers l'accotement.

Dans l'ensemble, très peu de migration verticale n'a été détectée dans les couches plus profondes. La nature peu perméable de ces couches, ainsi qu'une précipitation relativement faible durant la période des essais, seraient l'explication de cette observation. De plus, la formation d'une croûte dure sur la surface de la route dans le cas des lignosulfonates, a eu comme effet de limiter le transport vertical des produits résiduels.

Un total de seize échantillons d'eaux souterraines (un par puits) ont été récupérés et analysés. Les tronçons où sont situés les puits ont reçu, au cours des dernières années, l'application d'un abat-poussière spécifique. Le niveau de la nappe phréatique étant hors de la zone d'influence de l'application de l'abat-poussière en 1989, les résultats obtenus donnent, par conséquent, une indication de la migration à long terme des abat-poussière dans l'environnement souterrain.

Selon les résultats obtenus, les paramètres traceurs provenant des abat-poussière appliqués antérieurement sont inférieurs aux critères indicatifs établis, à l'exception des lignines à base d'ammonium, qui dépassent légèrement le critère pour l'impact au milieu aquatique (deux résultats sur trois dépassent le critère indicatif de 35 mg/l pour la truite. Voir Norman, 1984).

La migration des produits vers la nappe peut être très lente. Considérant que les lignosulfonates ne sont utilisés que depuis 2 à 3 ans, il est possible que le temps écoulé n'ait pas été suffisant pour que les contaminants atteignent l'eau souterraine. De plus, l'effet de biodégradation de ces produits aurait comme conséquence la réduction des concentrations se retrouvant dans le sol.

#### 5,6,2 EAUX DE RUISSELLEMENT

En terme de persistance vis-à-vis la précipitation, les concentrations de lignosulfonates dans le sol diminuent de façon constante avec le temps. La durée des essais de la présente étude (4 semaines) n'a pas été assez longue pour établir le temps requis pour atteindre à nouveau le niveau de fond initial. Une étude semblable (STAPANIAN, 1986) réalisée sur une période de 103 jours, a démontré que la décroissance des concentrations résiduelles du traceur (lignosulfonate) dans le sol est constante, indépendamment de la concentration initiale appliquée, et que le niveau de fond ait atteint 10-15 semaines après l'épandage de l'abat-poussière.

Les lignosulfonates d'ammonium et de calcium présentent un comportement relativement similaire. En effet, suite à leur application, ces abat-poussière sont facilement lessivables dans les premiers temps. Après quelques jours, les quantités résiduelles à la surface des tronçons deviennent plus résistantes au ruissellement généré par les précipitations.

De façon générale, une augmentation de l'intensité de précipitations accentue le lessivage des lignosulfonates.

De plus, il apparaît qu'au cours de notre période d'essai, la quantité initiale appliquée a été plus persistante en conditions naturelles (sans l'effet dramatique d'une importante précipitation artificielle) avec le lignosulfonate de calcium et ce, surtout pour des tronçons constitués de gravier.

Quant au chlorure de calcium, la résistance aux précipitations est similaire quel que soit la période écoulée entre l'application et l'arrivée d'un événement pluviométrique. Il apparaît que le chlorure de calcium se solubilise facilement dans les eaux des précipitations. Les résultats indiquent également que la portion chlorure dissoute est transportée en plus grande quantité dans les eaux de ruissellement et d'infiltration que la portion calcium.

Pour ce qui est de l'émulsion bitumineuse à l'étude (RP 3000), aucune tendance marquée n'a pu être constatée. Mais à l'intérieur d'une certaine marge, les résultats indiquent qu'une certaine concentration du paramètre indicateur (huiles et graisses totales) se retrouve dans les eaux de ruissellement quel que soit le temps écoulé depuis son application.

La reconstitution du bilan hydrique nous révèle que le ruissellement de surface ne représente qu'une portion du volume global. Le volume d'eau provenant d'une précipitation ne se retrouve dans les fossés que dans une proportion de 60%. Un volume équivalent à 40% sert à humidifier la surface du sol ou bien à s'infiltrer dans l'infrastructure des tronçons. L'évaporation pourrait également être considérée.

Le bilan de masse nous indique que plus ou moins 50% des abat-poussière sont libérés de la surface des tronçons mais que moins de 10% se retrouvent dans les eaux qui ruissellent vers les fossés. Le transport se fait par entraînement des particules constituant les abat-poussière mais également par dissolution dans les eaux de ruissellement. Une importante quantité d'abat-poussière est également transportée (par entraînement ou dissolution) par infiltration dans l'infrastructure. La perte d'abat-poussière par l'entraînement des véhicules et le soulèvement des poussières lors de la circulation n'est pas non plus négligeable.

### 5,6,3 AIR

#### Analyse granulométrique et chimique

L'analyse granulométrique sur la poussière aspirée de chaque tronçon à l'étude a été réalisée sur la portion des poussières de diamètre inférieur à 40  $\mu\text{m}$ ; la grosseur moyenne des particules est d'environ 20  $\mu\text{m}$  pour la plupart des tronçons, sauf celle du tronçon 11 où elle est de 2,4  $\mu\text{m}$ . Dans ce dernier cas, la portion respirable (1-5  $\mu\text{m}$ ) est anormalement élevée (89,5%) due au fort achalandage de gros camions sur ce tronçon. Enfin, la granulométrie sur les particules imbibées de RP 3000 n'a pu être faite à cause d'un problème de dispersion dans le solvant. Toutefois, la granulométrie de la zone non traitée indique que ce tronçon est comparable aux autres du même secteur.

L'analyse chimique des éléments traceurs est déterminée par la nature de chaque abat-poussière. Toutefois, le chlorure de calcium est moins spécifique et on le retrouve comme calcium ou chlorure sous d'autres formes dans la nature.

#### Particules dans l'air ambiant

Les poussières générées sur une route non asphaltée ont été mesurées par deux techniques différentes basées essentiellement sur la dimension des particules et leur comportement dans l'air ambiant. Les particules aéroportées ou en suspension, de moins de 40  $\mu\text{m}$ , se dispersent sur une certaine distance le long de la route; elles ont été mesurées par la méthode standard des échantillonneurs fixes à grand débit, placés de chaque côté de la route.

D'autre part, la poussière soulevée de la chaussée lors du passage d'un véhicule a une dimension plus grande. La technique de prélèvement employée (échantillonneur mobile à grand débit aspirant la poussière à 45 cm au-dessus du sol) captait les particules généralement inférieures à 100  $\mu\text{m}$ . Seulement de 5 à 10% sont de dimensions supérieures. Les particules plus grosses retombent évidemment sur la route tandis que la fraction plus petite (<40  $\mu\text{m}$ ) sera transportée dans l'air ambiant.

Les résultats de réduction de poussière tant aéroportée que soulevée mesurés par deux techniques différentes concordent de façon très satisfaisante. Le lignosulfonate de calcium donne les meilleurs résultats, suivi du chlorure de calcium, du lignosulfonate d'ammonium et finalement du RP 3000.

Le tableau 5,13 résume les pourcentages de réduction (moyennes pondérées) entre les zones traitées et non traitées.

**Tableau 5,13: Réduction de poussière selon le type d'abat-poussière**

	% réduction moyen	
	Poussière aéroportée	Poussière soulevée
Ligno NH <sub>4</sub>	73,9	73
Ligno Ca	92,5	89,6
CaCl <sub>2</sub>	74,7	79,9 *
RP 3000	57,8	49,9

\*: Correction apportée pour éliminer l'influence anormale du sable (voir tableau 5,8).

**Note:** que les concentrations mesurées de poussière soulevée sont de 200 à 800 fois supérieures à celles des particules aéroportées. Elles correspondent à des conditions expérimentales spécifiques établies pour les fins de l'étude. Il s'agit de prélèvements à la source (45 cm au dessus de la chaussée); les estimés de concentrations de poussière respirable doivent être considérés comme maximale. On ne devrait pas retrouver de telles concentrations de poussière totale et/ou respirable même au niveau respiratoire des passagers dans un véhicule.

#### Pertes à l'atmosphère en abat-poussière

Les quatre abat-poussière étudiés montrent, dans chaque cas et à des degrés divers, des pertes à l'atmosphère des poussières générées par les tronçons. Les pertes en abat-poussière sont plus importantes pour les lignosulfonates à cause de leur principe de fonctionnement comme abat-poussière. La couche dure ou film protecteur recouvrant les particules se brise en fines poussières avec le temps. La moyenne pondérée de l'ensemble des teneurs d'abat-poussière dans les particules aéroportées (échantillonneur à grand débit situé en direction du vent et l'autre placé dans le sens opposé) est pour les quatre semaines après l'épandage, de 16,5% pour le lignosulfonate d'ammonium et de 10,0% pour le lignosulfonate de calcium. En tenant compte des concentrations mesurées de particules aéroportées et de leur proportion estimée de poussière respirable, on peut déduire les concentrations respectives d'abat-poussière dans la fraction respirable à 5,6 ug/m<sup>3</sup> et 0,54 ug/m<sup>3</sup> pour les lignosulfonates d'ammonium et de calcium respectivement.

Le principe de fonctionnement du chlorure de calcium, basé sur le niveau d'humidité du sol et de l'humidité relative de l'air ambiant, est différent. Les particules sont mouillées et enrobées par l'abat-poussière; ce qui le rend très efficace sur les poussières très fines et respirables. Pour le chlorure de calcium, l'ensemble des résultats indique des teneurs de 1,1% dans les particules aéroportées. D'un autre côté, la concentration moyenne de CaCl<sub>2</sub> dans la poussière respirable est de 0,038 ug/m<sup>3</sup>; ce qui est négligeable.



Pour le RP 3000, la teneur moyenne mesurée dans les particules aéroportées est seulement de 2,07%. Toutefois, la fraction respirable n'a pu être estimée à cause de problèmes techniques d'analyse.

## 5,7 ESSAI DE MODÉLISATION

L'évaluation quantitative du comportement relatif des abat-poussière a été complétée par l'utilisation d'un modèle mathématique développé par l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA). Dans un manuel publié par l'EPA et intitulé: "Storm Water Management Model", on y retrouve tous les détails du modèle mathématique qui suit:

$$P = P_0 (1 - e^{-trb})$$

P = quantité d'abat-poussière dans l'eau ruisselée (grammes)

P<sub>0</sub> = quantité d'abat-poussière sur la route avant la pluie (grammes)

t = intervalle de temps du ruissellement d'eau (heures)

rb = intensité de pluie remplacée par K<sub>1</sub> (intensité maximum 1) et K<sub>2</sub> (intensité maximum 2)

L'utilisation de ce modèle mathématique permet de déterminer le taux de contribution (enlèvement) des constituants tout au cours d'un événement pluviométrique. Ce taux de contribution est exprimé par un facteur K. Ainsi lorsque ce facteur a été calculé, il devient possible d'évaluer la concentration des constituants (composés chimiques) dans des eaux de ruissellement pour un temps donné après le début d'une précipitation si l'on connaît la quantité de constituants disponibles au temps zéro.

Ce modèle a été développé pour évaluer les concentrations de constituants dont sont chargées les eaux de ruissellement qui se déversent dans les réseaux d'égout des municipalités. Dans ce cas, les constituants proviennent des poussières et des débris jonchant les rues et qui, lorsqu'ils se retrouvent dans les eaux d'égout, viennent accroître la charge des usines de traitement des eaux.

La valeur du facteur K est fonction de la surface sur laquelle s'effectue le ruissellement (habituellement un pavé asphalté), de la nature et des quantités initiales des constituants qui seront entraînés et de l'intensité des précipitations. Cette dernière variable étant directement proportionnelle, un second facteur est proposé, soit  $b = K/r$  ou r est l'intensité des précipitations.

Pour appliquer ce modèle dans le contexte de la présente étude, il a été nécessaire de réaliser les opérations suivantes:

- prélèvement des sols des surfaces devant être soumis à la pluie afin d'établir la concentration initiale en abat-poussière;
- prélèvement des eaux de ruissellement recueillies de chaque côté des tronçons afin d'établir la quantité d'abat-poussière entraînée;
- mesures des quantités d'eaux de ruissellement recueillies.

À l'aide de ce modèle, les valeurs  $k$  (et par la suite, les valeurs  $b$ ) ont donc été calculées pour tous les essais réalisés et compilés à l'annexe Q (Annexe R pour les valeurs  $b$ ).

En principe, les valeurs des facteurs  $b$  obtenus devraient être similaires pour un même tronçon pour un abat-poussière donné puisqu'ils représentent les particularités spécifiques de chacun de ces tronçons. Toutefois, le modèle a été développé pour des conditions définies, soit pour des rues asphaltées et imperméables, pour des poussières et des détritiques facilement entraînés, pour un usage dans les situations urbaines. Ce qui fait que les conditions retrouvées sur les tronçons à l'étude (sols imperméables et surfaces rugueuses, phénomènes d'infiltration et de dissolution, adhérence des abat-poussière) ne sont pas considérées par ce modèle qui devient donc peu représentatif de ce que nous désirons évaluer.

Malgré ces réserves, certaines tendances se sont révélées. C'est ainsi que l'on observe que pour le tronçon 4, la disponibilité est beaucoup plus grande 1 heure après l'application (0,039 à 0,058) que 1 semaine ou 1 mois après (0,012 à 0,018). Une stabilité est plus rapidement obtenue pour le tronçon 6 en pierre concassée et le taux de contribution est globalement plus petit pour ce type de tronçon.

Les valeurs des facteurs  $b$  pour le tronçon 3 (lignosulfonates d'ammonium) sont élevées à la suite d'une application et le taux de contribution ne diminue qu'1 mois après l'application.

Le comportement du chlorure de calcium présente un taux de contribution équivalent quelque soit le temps écoulé entre l'application de l'abat-poussière et l'événement pluviométrique.

## **6,0 PROGRAMME DE CONTRÔLE ET D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ**

---

### **6,1 GÉNÉRALITÉS**

---

Les procédures de contrôle et d'assurance de la qualité sont applicables pour l'ensemble des activités visées par les analyses chimiques et biologiques en laboratoire pour le projet abat-poussière. Le contrôle de la qualité se définit comme étant l'ensemble des activités appliquées aux opérations d'un laboratoire afin d'assurer la qualité des données produites. L'assurance de la qualité constitue l'ensemble des activités permettant de vérifier l'efficacité des diverses procédures de contrôle de la qualité.

Ce chapitre détaille les procédures retenues pour assurer la qualité des analyses effectuées au cours de ce projet, ainsi que les diverses interventions menées par la Direction des laboratoires du ministère de l'Environnement auprès des laboratoires concernés.

### **6,2 PROCÉDURES DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ**

---

#### **6,2,1 VALIDATION ET DOCUMENTATION DES PROTOCOLES ANALYTIQUES**

Le laboratoire doit utiliser des techniques analytiques reconnues et/ou normalisées. Il doit également employer les méthodes appropriées selon la nature des échantillons soumis. Un cahier regroupant les méthodes analytiques utilisées par le laboratoire doit être disponible pour le personnel technique.

Toutes les méthodes utilisées dans un laboratoire doivent répondre à des critères minimums pour fins d'évaluation. Le laboratoire doit valider ces diverses méthodes en effectuant certaines vérifications: la limite de détection, la sensibilité, la réplicabilité, la répétabilité, la justesse ou le pourcentage de récupération. Il doit aussi être en mesure de fournir pour chacune des méthodes de photocopies, les références et les limites de détection de celles-ci, la norme gouvernementale et la fréquence d'étalonnage.

### 6,2,2 CONTRÔLE DE L'ÉTALONNAGE

Le contrôle de la procédure analytique est une mesure préventive visant à vérifier le fonctionnement et la performance des méthodes avant la production des résultats. Chaque technique analytique requiert l'établissement d'une courbe d'étalonnage servant à doser des échantillons inconnus. Il est donc essentiel de se doter d'une procédure permettant la vérification de la courbe d'étalonnage.

Plusieurs méthodes existent pour contrôler la courbe d'étalonnage dont l'utilisation des chartes de Shewhart et de la technique de contrôle de deux étalons à deux niveaux de concentration (contrôles A et B). Cette dernière méthode permet de distinguer les erreurs aléatoires et systématiques. Les résultats expérimentaux des étalons de contrôle A et B obtenus à partir de la courbe d'étalonnage servent à établir les limites à l'intérieur desquelles l'étalonnage est considéré sous contrôle. Ces résultats peuvent aussi être représentés sur des graphiques appelés chartes de contrôle. Le dépassement des limites de contrôle indique un problème analytique nécessitant une intervention avant de poursuivre les analyses. Des études mensuelles des résultats des contrôles A et B permettent d'évaluer la performance d'une méthode analytique.

Lorsque requis par la méthode analytique, le laboratoire devra préparer ou vérifier sur une base quotidienne une courbe d'étalonnage pour chacun des paramètres analysés. Il devra également effectuer sur une base quotidienne des analyses d'échantillons non contaminés (blancs) dans le but d'évaluer la contamination naturelle des échantillons.

Diverses procédures existent pour effectuer le contrôle de l'étalonnage. Une première procédure consiste à préparer des étalons internes au laboratoire. Elle doit être appliquée au départ lors des premières mesures et à chaque série de vingt déterminations. Une seconde procédure utilise des étalons de préparation externe au laboratoire. Elle doit être appliquée en alternance à la procédure 1 soit à chaque série de vingt déterminations. Il est préférable d'appliquer les deux procédures lorsque disponibles.

### 6,2,3 ÉCHANTILLONS FORTIFIÉS

Cette procédure consiste en l'addition d'une quantité connue d'un ou de plusieurs paramètres dans un échantillon préalablement analysé. Il est important d'ajouter une concentration correspondant à environ 25% de la concentration usuellement mesurée dans le projet. Ce contrôle doit être effectué sur une base quotidienne à chaque série de vingt déterminations.

#### 6,2,4 ÉCHANTILLONS EN DUPLICATA

L'analyse d'échantillons en duplicata permet d'assurer la validité de la méthode analytique et de mettre en évidence la non-homogénéité d'un échantillon. Cette procédure exige que les deux échantillons homogènes suivent le même processus analytique du prétraitement au dosage. Ce contrôle doit être appliqué sur une base quotidienne à chaque série de vingt déterminations.

### 6,3 PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

#### 6,3,1 CONTRÔLES INTÉGRÉS

L'introduction dans la chaîne analytique d'un échantillon de concentration connue à la réception demeure un moyen de contrôler l'ensemble des opérations. Cet échantillon doit cependant ressembler aux autres échantillons reçus, ne pas être facilement identifiable comme étant un échantillon de contrôle et doit subir le même traitement que les autres.

Ces échantillons de contrôle, appelés contrôles intégrés, peuvent être des échantillons certifiés achetés de différentes sources ou des échantillons préparés au laboratoire et dont le contenu est suffisamment connu et stable pour repérer des anomalies dans les résultats transmis. L'utilisation des contrôles intégrés possédant les mêmes caractéristiques que les échantillons ne permet pas de contrôler toutes les étapes du cheminement d'un échantillon au laboratoire compte tenu de la nature particulière de certains types d'échantillons.

Certaines erreurs peuvent ne pas être décelées par le contrôle régulier de la procédure analytique ou lors de la validation des résultats. L'utilisation de contrôles intégrés permet d'identifier ces erreurs ce que ne peuvent faire les contrôles A et B.

La compilation des résultats d'analyses des contrôles intégrés de même que la recherche des causes d'erreurs permettent de mettre en relief les étapes du processus analytique où il est nécessaire d'être plus vigilant. Certaines méthodes de travail ou méthodes analytiques peuvent être modifiées à la suite de l'examen des résultats d'analyses des contrôles intégrés et de la fréquence de certaines erreurs.

### 6,3,2 ÉCHANTILLONS EN DUPLICATA

Dans le but de vérifier l'efficacité du contrôle de la qualité, le laboratoire doit soumettre un double de certains échantillons analysés au ministère de l'Environnement. Des précautions doivent être prises pour assurer l'homogénéité entre les deux sous-échantillons. Cette procédure doit être appliquée sur une base régulière à chaque série de dix déterminations.

### 6,3,3 ÉCHANTILLONS DE CONTRÔLE

Le laboratoire doit procéder à l'analyse d'échantillons de contrôle soumis par le ministère de l'Environnement correspondant aux diverses matrices du projet. Le laboratoire doit compléter le formulaire "Assurance Qualité" correspondant à chaque envoi d'échantillons.

Ce contrôle comprend de deux à trois échantillons à chaque série d'évaluation. Pour le projet d'abat-poussière, il est prévu de procéder à quatre ou six évaluations.

### 6,3,4 AUDITION DE LA QUALITÉ

Des visites d'audition de la qualité sont prévues par le ministère de l'Environnement. Le but de ces visites est de vérifier les points suivants:

- échantillonnage et conservation;
- documentation des méthodes;
- vérification des procédures et contrôle de l'étalonnage;
- vérification du contrôle de la qualité;
- suivi des procédures d'assurance de la qualité.

## 6,4 INTERPRÉTATION ET VALIDATION DES ACTIVITÉS ANALYTIQUES

---

### 6,4,1 MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

#### a. Paramètres inorganiques

La vérification de l'étalonnage à l'aide de contrôles A et B est une procédure routinière effectuée par les laboratoires du Ministère. Aucun problème ne fut détecté lors de cette étape et le processus analytique s'est donc poursuivi comme prévu.

Le tableau 6,1 présente l'analyse d'échantillons en duplicata pour les paramètres inorganiques. Dans l'ensemble, la variation entre les duplicata exprimée par l'écart en pourcentage, demeure satisfaisante compte tenu de la complexité des matrices des échantillons. De plus, certains paramètres dont les valeurs étaient inférieures aux limites de détection, n'ont pas été retracés dans les duplicata analysés.

Une analyse d'échantillons de contrôle pour les paramètres Ca, Cl, DBO<sub>5</sub>, DCO, huiles et graisses fut également effectuée par le Ministère.

b. Paramètres organiques

Les études de récupération ayant trait aux paramètres organiques sont présentées au tableau 6,2. La récupération des BPC semble faible dans certains cas mais aucun d'eux n'a été détecté dans les différents abat-poussière utilisés.

Concernant le contrôle interne de type A et B pour les huiles et graisses, l'appréciation est jugée satisfaisante vu la conformité entre les valeurs obtenues et attendues.

**TABEAU 6,1:      CONTRÔLE DE LA QUALITÉ RELATIF AUX  
PARAMÈTRES INORGANIQUES RÉALISÉ PAR  
LE LABORATOIRE DU MINISTÈRE  
(ÉCHANTILLONS EN DUPLICATA).**

PARAMÈTRE	Nb DUPLICATA	ÉCART (%)
pH	24	0 - 1
Solides totaux	24	0 - 7,3
Solides totaux volatils	24	0 - 7,2
Arsenic	12	--
Cadmium	12	--
Calcium	16	0 - 26
Chrome	12	--
Cuivre	8	0
Fer	22	0 - 29
Potassium	18	0 - 100
Magnésium	20	0 - 29
Manganèse	14	0 - 11
Mercure	12	--
Sodium	18	0 - 57
Nickel	12	--
Plomb	12	--
Sélénium	12	--
Zinc	14	0 - 15
Chlorures	36	1,6 - 29
Fluorures	12	--
NH <sub>3</sub>	8	1,7 - 10,5
NTK	24	0,5 - 73
Phosphore total	6	2,5 - 55
DBO <sub>5</sub>	12	1 - 11
DCO	18	0,6 - 5,6

--: paramètre non présent dans les duplicata analysés.



**TABEAU 6,2:      CONTRÔLE DE LA QUALITÉ RELATIF AUX  
PARAMÈTRES ORGANIQUES RÉALISÉ PAR LE  
LABORATOIRE DU MINISTÈRE  
(ÉTUDE DE RÉCUPÉRATION)**

	CaCl <sub>2</sub>	LignoCa	LignoNH <sub>4</sub>	E. bit. (RP 3000)
<u>BPC</u>				
Nb ÉCH.	1	2	1	3
RÉCUPÉRATION (%)				
AROCLOR 1242	48	58	55	56-66
AROCLOR 1260	91	55	40	63-75
<u>DIOXINES &amp; FURANNES</u>				
Nb ÉCH.	3	3	3	3
RÉCUPÉRATION (%)	72-109	46-70	26-50	54-89
<u>AC. GRAS &amp; RÉSINIQUES</u>				
Nb ÉCH.	3	3	3	3
RÉCUPÉRATION (%)	80-92	indéterminé	indéterminé	nc

HUILES & GRAISSES

CONTRÔLE INTERNE DE TYPE A ET B

Nb D'ANALYSES: 11	OBTENUES	ATTENDUES	APPRÉCIATION
VALEURS A + B	45, 46, 47	42-49	satisfaisant
VALEURS B - A	23, 24	21-25	satisfaisant

nc: non calculable

Pour les dioxines et furannes, la récupération des composés marqués est variable selon l'abat-poussière analysé. De plus, celle-ci n'est pas très élevée pour les lignosulfonates.

Dans le cas des acides gras et résiniques, la récupération effectuée avec l'acide o-méthylpodocarpique est satisfaisante pour le  $\text{CaCl}_2$  mais n'a pu être déterminée pour les lignosulfonates. Il aurait fallu ajouter une quantité de standard de concentration plus élevée dans ce type d'abat-poussière. Aucune récupération n'a été possible pour E. bit.

La récupération par la méthode EPA 624 a été effectuée sur les différents abat-poussière. Dans ce cas, un standard est injecté et dosé comme un échantillon. Il sert à la fois d'ajout et de vérification de la variation de la réponse des produits dosés. Des chartes sont produites régulièrement. Les pourcentages de récupération n'ont, toutefois, pas été calculés.

En général, les pourcentages de récupération par la méthode EPA 625, sont variables d'un paramètre à l'autre ainsi que d'un abat-poussière à l'autre. Par contre, les duplicata présentent dans l'ensemble des résultats similaires (Tableau 6,3). Cependant, certains paramètres montrent des variations importantes face aux écarts de pourcentage de récupération. Ces variations causées par l'effet de matrice reflètent aussi le peu de précision obtenue dans ces cas.

D'autres paramètres n'ont pu être calculés dans les différents abat-poussière à cause de la concentration trop diluée des quantités ajoutées. Enfin, très peu de ces paramètres analysés furent retrouvés dans les échantillons d'abat-poussière.

### c. Paramètres biologiques

Le contrôle de la qualité relatif aux paramètres biologiques est présenté au tableau 6,4. Des toxiques de références spécifiques à chaque méthode furent utilisées afin de vérifier l'efficacité du protocole analytique. Ils étaient conformes à celles retrouvées dans la littérature. Les valeurs moyennes de  $\text{Cl}_{50}$  du projet d'abat-poussière sont très similaires aux valeurs cumulées de 1985 à 1989 par le Ministère.

Chaque échantillon démontrant une activité génotoxique fut analysé en duplicata. Le test de Ames fut employé pour déterminer le potentiel génotoxique des abat-poussière. Les résultats obtenus avec les contrôles positifs indiquent des écarts types significatifs par rapport au témoin utilisé. Un échantillon était considéré génotoxique s'il y avait entre 20 et 100 colonies révertantes de plus que le nombre de colonies révertantes spontanées.

Afin d'obtenir une appréciation globale de la contamination bactérienne, chaque série d'analyses des BHAA fut vérifiée à l'aide d'un témoin. Aucune difficulté technique particulière n'est survenue avec tous les échantillons d'abat-poussière reçus.

TABLEAU 6,3:      **CONTRÔLE DE LA QUALITÉ RELATIF À LA  
MÉTHODE EPA 625  
(ÉTUDE DE RÉCUPÉRATION)**

PARAMÈTRE	RÉCUPÉRATION - ÉCART (%)			
	CaCl <sub>2</sub>	LignoCa	LignoNH <sub>4</sub>	E.bit.
Phénol	2,4-2,6	1,7	8,7-14,7	152-187
Bis (-2-chloroéthyl)éther	nc	nc	0,9-1,9	69,8-81
2-chlorophénol	nc	nc	1,3-2,9	85,1-105
1,3-dichlorobenzène	nc	nc	0,4	58,9-70,7
1,4-dichlorobenzène	nc	nc	0,2-0,5	66,8-80,2
Aniline	5,7-6,5	nc	4	15,9
Benzyl alcool	6,8-8,7	nc	8,7-18,4	57-83,6
1,2-dichlorobenzène	nc	nc	0,6-1,1	65-73,3
2-méthylphénol	8,3-9,6	0,5-0,8	8,8-19,4	57-77,5
bis(2-chloroisopropyl)éther	nc	nc	2,4-5,6	76,4-80,6
4-méthylphénol	nc	nc	20,5-34,1	109-122
N-nitroso-di-propylamine	5-6,3	15,8-17,2	18,8-31,9	94,2-102
Hexachloroéthane	nc	nc	1,2-2,6	72-74,9
Nitrobenzène	nc	nc	1,9-6,2	93,3-98,7
Isophorone	23,3-26,3	45,6-50,1	41,4-54,5	92,9-99,6
2-nitrophénol	0,4	nc	3,7-10,2	85,9-91,6
2,4-diméthylphénol	nc	0,6-1,3	30-46,6	nc
Bis(2-chloroéthoxy)méthane	0,5-0,8	0,3-0,5	9,9-20,1	86,4-90,5
2,4-dichlorophénol	nc	0,3-0,5	26,9-37,7	99,2-99,6
1,2,4-trichlorobenzène	nc	nc	4,7-12,1	57,2-61,4
Naphtalène	0,06-0,08	0,3	6,5-16,2	91-96,1
4-chloroaniline	7,4-7,5	8,7-10,6	13,1-17,9	13,4-14,5
Hexachlorobutadiène	nc	nc	4,9-13,6	95,7-96,9
4-chloro-3-méthylphénol	42-45,6	56,1-58,7	88,5-89,2	108-112
2-méthylnaphtalène	2,7-3,4	3,1-4,5	31,1-46,2	81,5-109
Hexachloropentadiène	nc	nc	7-20,5	17,2-57,4
2,4,5-trichlorophénol	39,3-42,8	52,8-53,6	83,1-90,8	63,2-64
2,4,6-trichlorophénol	33,1-36	47-47,9	88,1-91,3	116-363
2-chloronaphtalène	12,2-12,9	14,7-16,9	51,5-63,7	97,9-98,4
2-nitroaniline	62,2-68,3	73,7-81,2	73,9-79,8	60,7-63,1
Acénaphthylène	35,6-39,3	48,9-49,4	71,1-81,9	87,2-90,5
3-nitroaniline	50,7-54,7	72,2-76,4	12,7-33,6	nc
Acénaphtène	37,8-40,3	49,3-52,6	83,1-94,3	124
2,4-dinitrophénol	66,5-74,9	288-357	305-348	nc
4-nitrophénol	82,1-87,7	127-138	131-151	1,5
Dibenzofuranne	49,4-52,4	61,9-62,6	92,7-101	100,6-108
2,4-dinitrotoluène	96,8-99,3	87,8	89,1-92,3	0,9-2,6
2,6-dinitrotoluène	90,3-96	121-122	115-126	124-129

TABLEAU 6,3 (suite):

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ RELATIF À LA  
MÉTHODE EPA 625  
(ÉTUDE DE RÉCUPÉRATION)

PARAMÈTRE	RÉCUPÉRATION - ÉCART (%)			
	CaCl <sub>2</sub>	LignoCa	LignoNH <sub>4</sub>	E.bit.
4-chlorophényl-phényléther	71-73,1	111-135	56,3-101	nc
Fluorène	66,3-68,7	77-82,3	100-103	77,6-83,6
4-nitroaniline	72,9-80	89,4-90,9	38,9-57,9	0,6
4,6-dinitro-2-méthylphénol	74,8-85,1	164-168	72,6-114	nc
n-nitrosodiphénylamine	73,7-74,2	82,3-88,3	93,1-99,9	nc
4-bromophényl-phényl éther	71,6-73,1	83,9-87,3	100-104	nc
Hexachlorobenzène	81,2-84,3	87,7-88,9	94,1-95,1	nc
Pentachlorophénol	76,4-82,4	91,5-95,1	101-102	nc
Phénanthrène	87-87,8	71,9-77,7	94,7-101	282-286
Anthracène	85,9-86	113-120	91-101	106-111
Fluoranthène	85,6-85,7	87,3-94,7	94,7-96	1,2
Pyrène	86,1-87,2	86,6-96,7	94,6-94,9	4,6-6,8
Benzo(a)anthracène	82,9-86,5	78,3-97,2	79,9-92,7	2,5
Chrysène	86,6-90,6	98,4-108	92,3-100	1,1
Benzo(B + K)fluoranthène	45,9-96,3	94,3-99,8	33,2-158	nc
Benzo(a)pyrène	67,4-77,8	104-107	80,4-92,2	nc
Indéno(1,2,3)pyrène	64,1-88,8	91,1-93,3	100-156	nc
Dibenzo(a,h)anthracène	85,7-113	96,4-108	107-153	nc
Benzo(g,h,i)pérylène	71,7-94,7	86,2-100	105-188	3,3-3,9

nc: non calculable

TABLEAU 6,4:      **CONTRÔLE DE LA QUALITÉ RELATIF AUX PARAMÈTRES  
BIOLOGIQUES RÉALISÉ PAR LE LABORATOIRE DU MINISTÈRE  
(TOXIQUE DE RÉFÉRENCE)**

**A) BIOESSAIS**

BIOTEST	TOXIQUE DE RÉFÉRENCE	UNITÉ	VALEUR CI-50*	MOYENNE CI-50**
Microtox	Laurylsulfate de sodium	mg/l	4,61	4,6
Algues (8 jours)	Phénol	mg/l	0,88	0,86
Daphnie	Dichromate potassium	mg/l	0,92	0,97
Inhibition germination				
Orge	Chlorure mercurique	g/l	2-3	3,8
Cresson	Chlorure mercurique	g/l	0,6-1	0,59
Ver de terre	Pentachlorophénol	mg/l	--	320-380

**B) TEST DE AMES**

PRODUIT UTILISÉ	VALEUR MOYENNE DU NOMBRE DE RÉVERTRANT (UFC/ml)				
	TA 98		SANS S9	TA 100	
	4% S9	20% S9		4% S9	0% S9
Témoin DMSO	30	42	n/a	62	76
Benzo(a) pyrène (2 ug)	237	318	n/a	390	> 1 000
Témoin DMSO	n/a	n/a	54	n/a	n/a
Nitrofluorène (2 ug)	n/a	n/a	156	n/a	n/a
Nitrofluorène (5 ug)	n/a	n/a	405	n/a	n/a

\*: valeurs moyennes de 1985 à 1989 inclusivement  
 \*\*: valeurs moyennes pour le projet abat-poussière

#### 6,4,2 SODEXEN

Les activités analytiques reliées aux activités de terrain étaient spécifiquement concentrées sur les paramètres traceurs et indicateurs, soit le calcium, les chlorures, les tanins et lignines, l'azote, la DBO<sub>5</sub>, la DCO, les huiles et graisses, les BHAA et les biotests de toxicité avec bactéries (Microtox) et daphnies. D'abord, l'analyse des tanins et lignines a fait l'objet d'un contrôle avec les laboratoires du Ministère puisque la méthode utilisée par le laboratoire était différente.

Le laboratoire a procédé, en accord avec le plan fourni, à des contrôles de l'étalonnage, à des mesures d'échantillons fortifiés ainsi qu'à des analyses d'échantillons en duplicata. Le tableau 5 présente un aperçu des fréquences de ces divers contrôles.

À l'exception des analyses d'huiles et graisses, nous constatons que la fréquence du contrôle de la qualité effectuée par le laboratoire est adéquate. Nous observons également que pour les échantillons fortifiés et les analyses en duplicata, les résultats sont satisfaisants.

Deux séries d'échantillons ont été analysés en duplicata pour les paramètres traceurs du projet abat-poussière. Ces analyses correspondent à 10% du total des analyses effectuées. Les résultats obtenus pour le calcium et les chlorures sont dans l'ensemble satisfaisants (tableau 6,6). Ils le sont également pour l'analyse des tanins et lignines en général mais nous remarquons des écarts de -50% à +97% pour l'analyse de six échantillons sur seize (tableau 6,7). Concernant l'analyse des huiles et graisses minérales, des déviations variant de -97% à +285% ont été observées pour les dix analyses effectuées. Nous avons donc demandé au laboratoire de reprendre l'analyse et l'ensemble des échantillons pour la détermination des huiles et graisses minérales, soit 70 déterminations.

Une première série de deux échantillons de contrôle a été analysée par le laboratoire Sodexen pour les paramètres indicateurs. Les résultats obtenus furent satisfaisants sauf pour les huiles et graisses minérales et totales (écart de -45% à -94%). Les chlorures n'ont cependant pas été analysés. Le tableau 8 présente le résultat de la série 1.

La seconde série d'échantillons de contrôle est présentée au tableau 6,9. Les résultats obtenus pour les paramètres calcium, chlorures et DBO<sub>5</sub> sont généralement satisfaisants. Les écarts observés, pour l'analyse des tanins et lignines, sont acceptables pour la matrice des lignosulfonates. Par contre, les échantillons de la matrice eau montrent des déviations importantes (+160% et +170%). Dans le cas des huiles et graisses minérales et totales, nous remarquons des variations de +65% avec la matrice eau et de -58% avec la matrice E. bit. La détermination dans la matrice sol n'a cependant pas été effectuée.

**TABLEAU 6,5:            CONTRÔLE DE LA QUALITÉ RELATIF AUX  
PARAMÈTRES TRACEURS RÉALISÉ PAR LA  
FIRME SODEXEN INC.  
(CONTRÔLES INTERNES)**

PARAMÈTRE	Échantillon analysé Nb	Contrôle étalonnage		Échantillon fortifié		Duplicata	
		Nb	%	Nb	%	Nb	%
Calcium	121	10	8	30	25	30	25
Chlorures	93	8	9	10	11	13	14
Tanins & lignines	396	21	5	29	7	31	8
Huiles et graisses	74	1	1	2	3	2	3



TABLEAU 6,6: ASSURANCE DE LA QUALITÉ RELATIVE AUX PARAMÈTRES TRACEURS (ÉCHANTILLONS EN DUPLICATA - SÉRIE 1)

PARAMÈTRE	Nb ÉCH.	RÉSULTAT MENVIQ (mg/l)	RÉSULTAT SODEXEN (mg/l)	ÉCART @ MENVIQ (%)
CALCIUM	10	160	168	5
		130	128	-2
		120	119	-1
		0,8	<0,5	--
		180	164	-9
		250	230	-8
		120	92	-23
		80	74	-8
		50	46	-8
		CHLORURES	8	158
134	133			-1
93	86			-8
122	118			-3
70	67			-4
64	61			-5
66	64			-3
65	63			-3
103	103			--
110	120			9
TANINS & LIGNINES	9	350	317	-9
		310	314	1
		200	172	-14
		620	530	-15
		160	122	-24
		220	93,8	-57
		230	189	-18
		92	84,3	-8

TABLEAU 6,7: ASSURANCE DE LA QUALITÉ RELATIVE AUX PARAMÈTRES TRACEURS (ÉCHANTILLONS EN DUPLICATA - SÉRIE 2)

PARAMÈTRE	Nb ÉCH.	RÉSULTAT MENVIQ (mg/l)	RÉSULTATS SODEXEN (mg/l)	ÉCART @ MENVIQ (%)
TANINS & LIGNINES	16	150	89	-41
		110	126	15
		180	194	8
		0,1	<0,5	--
		13	12	-8
		230	256	11
		170	160	-6
		380	368	-3
		80	40	-50
		35	59	69
		55	52	-5
		28	39	39
		40	78	95
		500	407	-19
		30	59	97
		500	539	8
HUILES & GRAISSES MINÉRALES	10	non conforme	4,4	indéterminé
		2	7,7	285
		9	0,29	-97
		13	0,36	-97
		2	<0,2	--
		2	<0,2	--
		3	0,32	-89
		14	1,43	-90
		3	0,22	-93
		<1	4	>100

TABLEAU 6,8: ASSURANCE DE LA QUALITÉ RELATIVE AUX PARAMÈTRES INDICATEURS (ÉCHANTILLONS DE CONTRÔLE - SÉRIE 1)

PARAMÈTRE	Nb ÉCH.	VALEUR ATTENDUE (MENVIQ) (mg/l)	RÉSULTAT SODEXEN (mg/l)	ÉCART (%)
CALCIUM	3	5	5,30	6
		10	10,3	3
		2	2,08	4
CHLORURES	2	114	--	--
		80	--	--
DBO <sub>5</sub>	2	32	31,2	-3
		60	64,8	8
DCO	2	34	39,1	15
		250	142	-43
HUILES & GRAISSES MINÉRALES	2	40	10	-75
		<12	0,11	-45
HUILES & GRAISSES TOTALES	2	80	13	-84
		20	1,30	-94

--: Non analysé

TABLEAU 6,9: ASSURANCE DE LA QUALITÉ RELATIVE AUX PARAMÈTRES INDICATEURS (ÉCHANTILLONS DE CONTRÔLE - SÉRIE 2)

PARAMÈTRE	MATRICE	Nb ÉCH.	VALEUR ATTENDUE (MENVIQ) (mg/l)	RÉSULTAT SODEXEN (mg/l)	ÉCART (%)
CALCIUM	Eau	2	50	48	-4
			25	21	-16
	LignoCa	2	119	123	+3
			238	254	+7
CHLORURES	Eau	2	60	64,4	+7
			30	31,2	+4
	CaCl <sub>2</sub>	2	3 125	3 080	-1
			3 175	3 170	<1
DBO <sub>5</sub>	CaCl <sub>2</sub>	2	56	43	-23
			20	12,4	-38
	LignoCa	2	535	540	+1
			1 340	905	-32
TANINS & LIGNINES	Eau	2	20	54	+170
			5	13	+160
	LignoCa	2	330	300	-10
			680	623	-8
	LignoNH <sub>4</sub>	2	455	475	+4
			700	965	+38
HUILES & GRAISSES MINÉRALES	Eau	2	50	80,1	+60
			50	82,7	+65
HUILES ET GRAISSES TOTALES	Eau	2	100	129	+29
			100	130	+30
HUILES & GRAISSES MINÉRALES	Sol	2	<10 *	--	--
			<10 *	--	--
HUILES & GRAISSES TOTALES	Sol	2	100 *	--	--
			100 *	--	--
HUILES & GRAISSES MINÉRALES	E.bit.	2	4 900	3 770	-23
			12 200	5 880	-52
HUILES & GRAISSES TOTALES	E.bit.	2	6 000	4 200	-30
			14 500	6 170	-58

\*: valeurs exprimées en mg/kg

En conclusion, nous observons que les contrôles de la qualité effectués par le Ministère sont dans l'ensemble satisfaisants. Toutefois, certains résultats fournis par le laboratoire contractant montrent des écarts considérables particulièrement pour le paramètre huiles et graisses.

## 7,0 ESTIMATION DES RISQUES

Plusieurs risques ont été associés à l'épandage de produits abat-poussière sur les routes autant pour les écosystèmes que pour la santé humaine.

Cette constatation nous a obligé à définir quelles caractéristiques feraient d'un abat-poussière un produit idéal pour l'environnement:

- une réduction substantielle de la qualité de poussière soulevée lors du passage d'un véhicule;
- une efficacité acceptable sur une période de temps suffisante pour limiter le plus possible le nombre d'épandages et de scarifications nécessaires au cours d'une saison normale d'utilisation;
- une persistance adéquate au niveau de la route pour éviter qu'il soit délavé par l'eau de pluie ou qu'il se disperse avec le vent ou l'évaporation;
- un niveau de toxicité et de bioaccumulation très faible voir même inexistant.

Après avoir établi ces critères, nous n'avons pu que constater qu'aucun produit existant ne répond à l'ensemble des caractéristiques recherchées. Une option envisageable serait donc de cesser d'utiliser des abat-poussière.

Par contre, avant d'arriver à une telle conclusion, il faut se demander quels sont les avantages reliés à l'utilisation de tels produits.

Plusieurs impacts négatifs sont à prévoir l'absence d'abat-poussière sur les routes achalandées:

- une perte de visibilité pour le conducteur rencontrant ou suivant un véhicule;
- une augmentation des distances de freinage reliée à la présence d'un plus grand nombre de particules libres à la surface de la route;
- une tenue de route moins bonne;

- une augmentation des frais reliés à l'entretien des véhicules: bris de pare-brise, effet abrasif sur la peinture;
- une diminution de la croissance des végétaux en bordure des routes et dans les champs avoisinants;
- une augmentation des quantités de poussière respirable représentant un stress pour les gens souffrant de problèmes pulmonaires ou cardio-vasculaires.

À cause des impacts non négligeables causés par la présence de poussière, il est certain que des solutions doivent être proposées. C'est dans cette optique que quatre types de produits abat-poussière ont été analysés: chlorure de calcium, lignosulfonates de calcium et d'ammonium, RP-3000. Sachant que le produit idéal n'est pas encore disponible sur le marché, il a fallu déterminer les pratiques qui représentent un niveau de risque négligeable pour les écosystèmes et pour la santé humaine.

## 7,1 ESTIMATION DES RISQUES POUR LES ÉCOSYSTÈMES

### 7,1,1 CHLORURE DE CALCIUM

Parmi les produits à l'étude, le chlorure de calcium est celui qui répond le mieux aux critères décrits dans la section précédente. Son utilisation comme abat-poussière est donc acceptable à condition de respecter certaines règles d'usage.

Son mode d'action est différent de celui des trois autres produits. Il s'agit d'un sel inorganique hygroscopique et déliquescent qui a la propriété d'absorber l'humidité de l'air et de s'y dissoudre jusqu'à l'établissement d'un équilibre entre sa tension de vapeur et celle de l'air. La surface des routes ainsi traitées demeure donc plus humide et libère moins de poussière.

Inodore et incolore, il a en outre un avantage d'ordre esthétique sur les trois autres produits.

Les inconvénients de ce produit, outre son effet corrosif pour les véhicules, viennent de sa mobilité puisqu'il est facilement soluble dans l'eau et de sa persistance; étant un sel inorganique, il n'est pas biodégradable. Quoique de façon générale étant le produit le moins toxique, le chlorure de calcium n'est toutefois pas inoffensif pour l'environnement. La toxicité potentielle pour les biocénoses aquatiques est sans doute due au dérèglement de l'équilibre osmotique des organismes d'eau douce. Toutefois, aux concentrations normalement utilisées sur les routes, il n'y a pas suffisamment de sel entraîné par la pluie pour causer des impacts significatifs sur les milieux aquatiques.

L'accumulation de chlorure de calcium en bordure des routes pourrait potentiellement à la longue avoir un effet inhibiteur sur la croissance végétale comme le démontre les tests de germination de l'orge et du cresson. En outre, ce sel peut s'infiltrer vers les eaux souterraines et graduellement augmenter la salinité des eaux de la nappe phréatique. Toutefois, l'observation de ces effets à long terme est beaucoup plus probable dans le cas des sels déglaçants épandus en bien plus grande quantité sur les routes asphaltées que dans le cas des sels abat-poussière.

Compte tenu de sa grande solubilité, ce produit ne devrait pas être épandu sur une route déjà saturée en eau par une forte averse précédant l'application ou pendant une journée où une averse est prévue. À noter qu'à l'inverse, une surface partiellement humidifiée augmente la performance de cet abat-poussière à cause de son mécanisme d'action (hygroscopique et deliquescent).

#### 7,1,2 LIGNOSULFONATE DE CALCIUM

Ce résidu de l'industrie des pâtes et papiers se retrouve dans une foule d'applications; sous une forme purifiée, il est même utilisé comme additif dans les moulées animales.

C'est un produit chimiquement très complexe à prédominance de composés organiques issus du bois: tanins, lignines et sucres qui en font un produit biodégradable.

La caractérisation du produit a permis de mettre en évidence certains contaminants dont des métaux et des acides gras et résiniques. Aucun d'entre eux ne dépasse toutefois les normes réglementaires utilisées à titre indicatif.

Son mode d'action se résume à la formation d'une croûte sur la surface de la route qui emprisonne les particules. L'analyse des sols de surface effectuée lors des essais sur route semble démontrer que ce produit pénètre très peu dans le sol ce qui le rend plus vulnérable au lessivage si les pluies suivent de trop près son épandage. Pour atteindre son efficacité maximale, il exige au moins 48 heures de séchage.

Les résultats de l'étude démontrent que malgré certains inconvénients notables, l'utilisation de ce produit comme abat-poussière est acceptable à condition de respecter certaines mesures préventives lors de son application.



En effet, ce produit a quelques caractéristiques qui le rendent potentiellement dangereux pour les écosystèmes aquatiques: il est très toxique pour les organismes aquatiques tout en étant très soluble. Toutefois, la toxicité initiale du produit s'atténue grandement jusqu'à des niveaux acceptables en quelques jours grâce aux mécanismes naturels de dégradation.

Cette biodégradabilité entraîne cependant un problème de charge organique dans l'eau de ruissellement lors de pluies sous forme d'une demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) élevée.

Les essais sur routes expérimentales démontrent que les charges de lignosulfonate de calcium dans les eaux de ruissellement peuvent atteindre des seuils critiques pour des cours d'eau sensibles lors de fortes précipitations peu de temps après l'épandage. Afin de prévenir tout impact négatif, quelques mesures préventives sont donc nécessaires:

- ne jamais épandre de lignosulfonates lorsque la route est déjà saturée en eau par une averse antérieure;
- ne pas épandre de lignosulfonates avant de s'assurer qu'il n'y a pas de précipitations significatives prévues dans les 48 heures suivant l'épandage;
- prévoir des zones de protection (30-100 m) pour les cours d'eau sensibles (faible débit et/ou présence de salmonidés) où il n'y aura pas d'épandage de lignosulfonates.

### 7,1,3 LIGNOSULFONATE D'AMMONIUM

La composition de ce produit, son profil toxicologique de même que son comportement lors des essais sur route démontrent que cet abat-poussière est similaire aux lignosulfonates de calcium. D'ailleurs, la plupart des études portant sur les lignosulfonates ne font pas la distinction entre les divers types de lignosulfonates (calcium, ammonium, magnésium, sodium) utilisés en Amérique du Nord.

Toutefois, des différences significatives entre ces produits ont été notées malgré les similitudes. Les essais de dispersion tendent à démontrer que le lignosulfonate d'ammonium est plus miscible dans l'eau que le lignosulfonate de calcium, se propageant dans le sol à une vitesse comparable à celle de l'eau interstitielle. Ce comportement a aussi été noté dans les essais sur route où on a pu constater que le lignosulfonate d'ammonium pénètre un peu plus dans le sol que le lignosulfonate de calcium sans migrer toutefois en profondeur.

Cette observation peut expliquer le fait que le lignosulfonate d'ammonium se lessive moins que le lignosulfonate de calcium d'où une plus faible DBO<sub>5</sub> résultante dans les eaux de ruissellement.

Par contre, certains contaminants indésirables (dioxines, cuivre, zinc) ont été décelés dans les échantillons utilisés lors de la caractérisation du produit.

Il est probable que la concentration de contaminants dans des produits aussi complexes que les lignosulfonates soit variable.

À la demande du ministère de l'Environnement, de nouveaux échantillons du produit ont été analysés en avril 1990 par la compagnie productrice. Des analyses en duplicata sur les échantillons prélevés ont été réalisés par le laboratoire du MENVIQ. Celui-ci a également assuré la responsabilité du programme assurance/contrôle qualité des analyses effectuées. Les résultats ont mis en évidence des concentrations plus faibles de cuivre et de zinc rendant l'utilisation du produit acceptable.

La présence de 3,6 ng/l d'octachlorodibenzo-p-dioxines a été associée aux copeaux de bois utilisés. L'analyse de risque (Ayotte P. et Trépanier, J.P., annexe Z) ayant démontré que la concentration de dioxines résultant de l'épandage répétitif d'année en année de ce produit serait inférieure au bruit de fond actuel des sols de surface des régions habituées du Québec, l'utilisation de ce produit comme abat-poussière a été par conséquent jugée acceptable.

Ceci démontre toutefois qu'il est primordial d'instaurer un programme strict d'assurance/contrôle de qualité des abat-poussière afin d'éviter que des productions hors-normes pouvant représenter des risques pour l'environnement ne soient épandues.

De plus, afin de prévenir tout impact négatif, les mesures préventives suivantes sont nécessaires:

- ne jamais épandre de lignosulfonates lorsque la route est déjà saturée en eau par une averse antérieure;
- ne pas épandre de lignosulfonates avant de s'assurer qu'il n'y a pas de précipitations significatives prévues dans les 48 heures suivant l'épandage;
- prévoir des zones de protection (30-100 m) pour les cours d'eau sensibles (faible débit et/ou présence de salmonidés) où il n'y aura pas d'épandage de lignosulfonates.

#### 7,1,4 ÉMULSION BITUMINEUSE (RP-3000)

Incorrectement décrit comme une émulsion bitumineuse par son fabricant, ce produit est en fait une émulsion huileuse contaminée avec diverses substances.

L'épandage d'huiles usées ou vierges comme abat-poussière est interdit au Québec depuis 1985 par le Règlement sur les déchets dangereux (RDD). D'autre part, la présence de dioxines et d'autres hydrocarbures halogénés ainsi que d'hydrocarbures aromatiques monocycliques au-delà des normes du RDD rendent ce produit davantage inacceptable comme abat-poussière.

Parmi les quatre produits examinés, c'est en outre celui qui présente le profil de toxicité le plus élevé envers la biocénose aquatique. C'est également le seul produit où l'essai de génotoxicité a décelé un effet significatif.

Paradoxalement, c'est l'abat-poussière qui est le moins mobile dans l'environnement puisqu'il a tendance à s'absorber au sol.

Il faut noter que la méthode analytique utilisée pour estimer les concentrations d'huiles et graisses dans les échantillons prélevés lors des essais sur route et essais en modèles réduits sous-estime probablement les concentrations réelles présentes. Le paramètre indicateur est difficilement utilisable lorsque l'on tente de déceler de faibles concentrations dans le milieu naturel.

#### 7,2 ESTIMATION DES RISQUES POUR LA SANTÉ

Le traitement des routes non asphaltées avec des produits abat-poussière est effectué dans plusieurs régions principalement pour des raisons reliées à la sécurité routière. Par contre, dans certains secteurs, on justifie son utilisation par l'élimination des nuisances causées aux gens demeurant en bordure de ces routes.

Lors de l'épandage d'un tel produit, il faut donc s'assurer que l'abat-poussière utilisé et les contaminants présents dans ce produit ne représentent pas un risque plus grand pour la santé que celui relié au problème qu'on désire éliminer.

Le produit sélectionné doit être en mesure de diminuer la quantité totale de poussière soulevée lors du passage d'un véhicule pour améliorer la sécurité routière mais il doit aussi diminuer la quantité de poussière respirable soulevée ou maintenir cette quantité à un niveau jugé acceptable pour améliorer réellement la qualité de l'environnement.

### 7,2,1 QUANTITÉ DE POUSSIÈRE RESPIRÉE PAR UN HUMAIN

Une personne normale respire en moyenne quinze fois par minute un volume d'air de 500 millilitres, représentant un volume total de 7,5 litres par minute. De ce volume, 5,25 litres sont expirés alors qu'un volume résiduel de 2,25 litres demeure dans les poumons (CASARETT and DOULL ed., 1986).

En 8 heures, un volume total de 3,5 mètres cubes d'air circule dans le système respiratoire. En présence de poussière, les particules de diamètre supérieur à 10  $\mu\text{m}$  sont captées par le nez et le pharynx alors que certaines particules plus petites que 2 à 3  $\mu\text{m}$  pénètrent jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Cette fraction respirable est celle qui est préoccupante pour la santé.

L'examen de la figure 7,1 nous permet de constater que 22% des particules respirables de diamètre inférieure à 3  $\mu\text{m}$  sont retenues lors d'une respiration par les voies nasales alors que 47% de ces mêmes particules sont retenues lors d'une inhalation par la bouche. Ce graphique nous permet donc d'estimer à près de 30% les poussières respirables retenues par la respiration.

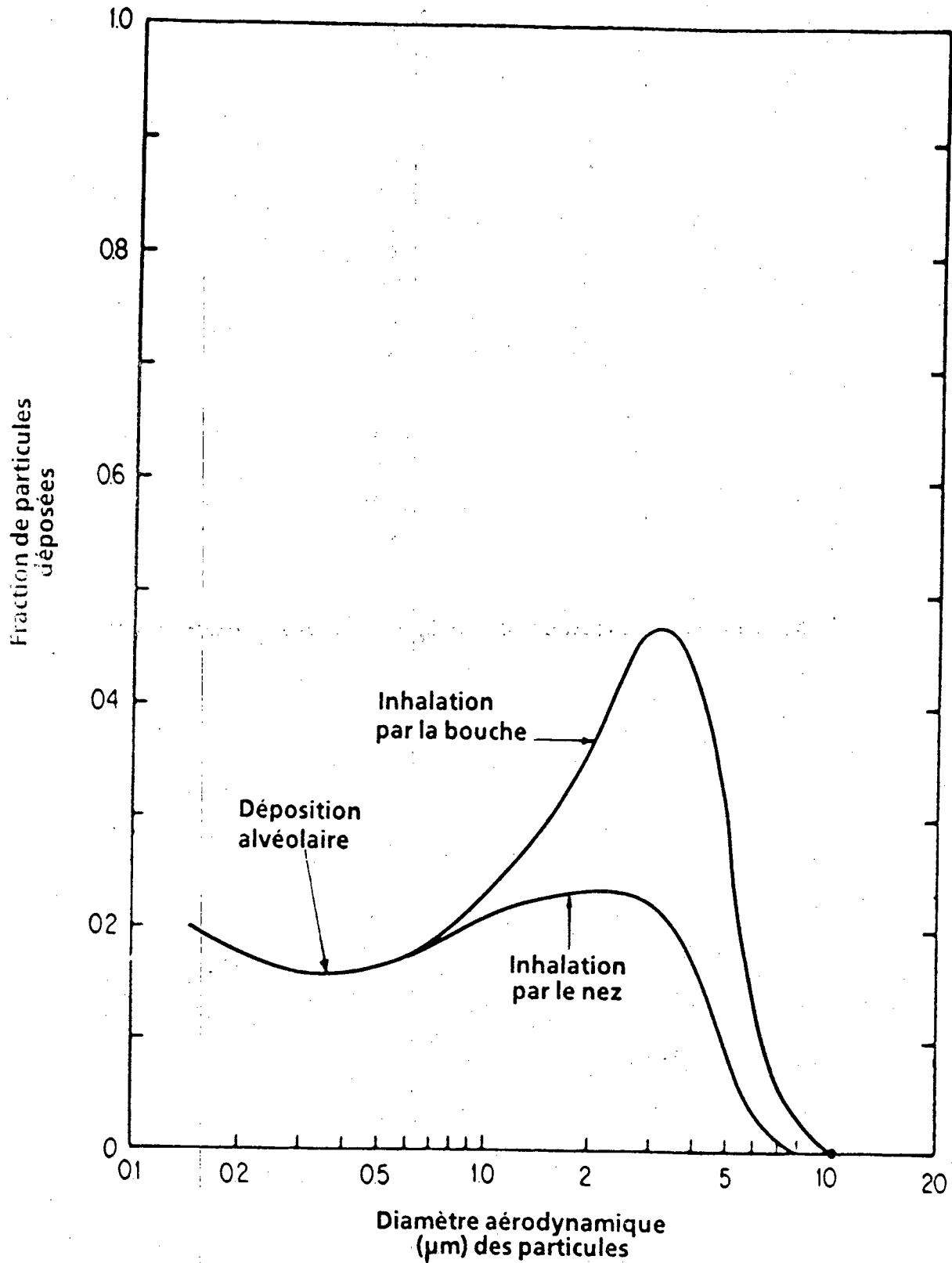
Dépendant de la grosseur, de la forme et des contaminants présents dans la poussière, le temps de rétention des particules dans l'organisme sera variable et les modes d'élimination différents.

### 7,2,2 DEGRÉ D'EXPOSITION AUX ABAT-POUSSIÈRE

La quantité de poussière aéroportée ou en suspension, sur tous les tronçons traités échantillonnés, se rapproche de la norme fixée par le Règlement sur la qualité de l'atmosphère (Q-2, r.20) qui est de 150  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Certains dépassements sont parfois notés mais il faut considérer que les mesures effectuées avant et après l'épandage mettent en évidence des réductions moyennes de la quantité de poussière soulevée de 92% sur le tronçon 4 traité aux lignosulfonates de calcium, de 71% sur le tronçon 3 traité aux lignosulfonates d'ammonium et de 75% sur le tronçon 5 traité aux chlorures de calcium.

Malgré le fait que la norme d'émission de particules soit occasionnellement dépassée, il faut accorder au traitement des routes une amélioration marquée de la qualité de l'environnement. Toutefois, il faut éviter d'interpréter ces données comme significatives de la mesure des conséquences sur la santé car selon les résultats obtenus, seul le chlorure de calcium diminue de façon réelle la proportion de poussière respirable présente dans la poussière soulevée.

Figure 7,1 **COMPORTEMENT DES POUSSIÈRES RESPIRABLES EN FONCTION DE LA DIMENSION DES PARTICULES**



Réf: ALTSCHULER et al, 1966.  
Deposition in the Human Respiratory Tract in Inhaled Particles and Vapors, Davies, C.N. Ed., Pergamon Press, Oxford, 1966.

Nous ne discutons pas des résultats obtenus pour le RP 3000 car ce produit est déjà considéré comme inacceptable à cause des concentrations de contaminants présents et de son caractère toxique.

Les risques reliés à la présence d'abat-poussière enrobant les poussières aéroportées pourraient être significatifs si ces produits contenaient des contaminants en grande concentration. C'est en partie pourquoi le RP 3000 est considéré inacceptable.

En l'absence de contaminants en concentrations significatives, les effets reliés à l'utilisation d'abat-poussière sont fort probablement bénéfiques en diminuant la poussière en suspension dans l'air.

Malgré le fait qu'une proportion de la poussière soulevée peut être captée par le système respiratoire, les risques demeurent minimales car le traitement des routes s'effectue uniquement sur une courte période en été. De plus, pour que la poussière soit générée, il faut que la surface des routes ait suffisamment de temps pour sécher ce qui nécessite au moins 2 jours de beau temps consécutifs.

La concentration d'abat-poussière présente sur la route ayant tendance à diminuer de jour en jour à cause des phénomènes de dégradation et de migration, les risques reliés à l'inhalation de contaminants à partir de la poussière respirable soulevée sont extrêmement réduits. De plus, les distances importantes séparant habituellement les habitations des routes en région rurale diminuent les dangers reliés à ce phénomène en diluant encore plus la concentration de contaminants présents dans le volume d'air respiré.

## 8,0 EFFICACITÉ DES ABAT-POUSSIÈRE

### 8,1 GÉNÉRALITÉS

Par définition, le rôle d'un abat poussière est de réduire la quantité de poussière mise en suspension dans l'air ambiant. L'efficacité résultante d'un abat-poussière dépend de plusieurs facteurs dont nous allons discuter dans ce chapitre qui s'inspire essentiellement du rapport de UMA Engineering (1987).

#### 8,1,1 FACTEURS AFFECTANT LES ÉMISSIONS DE POUSSIÈRE

Une étude réalisée par Monsanto Research Institute en 1979 conclut que les émissions de particules dont les diamètres sont inférieurs à 2  $\mu\text{m}$  sont proportionnelles à la vitesse du véhicule. Les émissions de particules ayant un diamètre supérieur à 100  $\mu\text{m}$  sont proportionnelles à la racine carrée de la vitesse du véhicule.

##### Nombre de roues

La poussière générée est directement dépendante du nombre de roues et de la largeur des pneus.

##### Granulométrie

Des études en tunnel à vent et le long des routes démontrent que la quantité de particules aéroportées (en suspension) est à peu près égale à la proportion de particules ayant 100  $\mu\text{m}$  à la surface de la route.

La meilleure surface de route consiste en un sol composé non seulement de grosses particules (pas plus de 20-26 mm) qui résistent bien à l'abrasion mais aussi de particules fines (entre 10 à 20%, >75  $\mu\text{m}$ ) pour relier ou assembler les particules entre elles. Le type d'abat-poussière employé devra être choisi selon la formulation et/ou la composition du sol.

##### Humidité à la surface de la route

L'humidité de la surface a une influence primordiale dans la cohésion du sol. Une augmentation de l'humidité diminue le taux d'émission de particules de la surface de la route selon l'inverse de la racine carrée de sa teneur en eau.

### Poids et dimension du véhicule

Généralement, la quantité de poussière produite sur une route non asphaltée augmente proportionnellement avec le poids du véhicule à cause de la formation de particules plus fines résultant du broyage. La dimension du véhicule affecte aussi directement la production de poussière soulevée de la surface par le vortex de l'aspiration d'air.

### Longueur de la route

Un véhicule circulant sur une route non asphaltée génère une quantité de poussière proportionnelle à la distance parcourue.

### Construction de la route

Le choix du type d'abat-poussière pouvant être employé est étroitement relié à la nature et/ou à la composition des couches supérieures (surface) et inférieures de la route sur laquelle il sera épandu. Une analyse doit être effectuée pour connaître:

- la composition de la couche inférieure ( $\pm 15$  cm d'épaisseur) (argile, silt, sable, concassé, etc.);
- le pourcentage de particules fines ( $<75$   $\mu\text{m}$ ), à la surface ( $\pm 5$  cm d'épaisseur) de la route; généralement, il doit être compris entre 10 et 25% pour une bonne cohésion;
- la nature du matériel de base ou de remplissage.

### Débit journalier quotidien de véhicules

Le nombre quotidien de véhicules sur un tronçon sert de barème afin de prédire la durée effective d'un abat-poussière:  $<100$  véhicules par jour (circulation légère), 100 à 200 (circulation moyenne) et  $>250$  (circulation lourde). Un taux quotidien d'environ 500 véhicules est considéré comme la limite pratique à l'utilisation d'un abat-poussière. Un volume supérieur à ce nombre requiert généralement un autre mode de traitement.

De plus, l'effet bénéfique d'un abat-poussière diminue grandement sur une route avec un fort achalandage de gros camions. Ce phénomène devient plus évident avec l'utilisation d'un abat-poussière qui durcit la surface de la route (comme les lignosulfonates). De fréquentes applications aident à contrer cet effet. Dans le cadre de notre étude, le tronçon 11 (région de Ville-Marie) démontre une telle situation.



### Conditions climatiques et environnementales

Les chlorures et les lignosulfonates étant solubles dans l'eau ils sont lessivables sous l'effet d'une forte pluie immédiatement après l'épandage. La surface de la route peut devenir glissante surtout si le niveau de particules fines est appréciable. Le RP 3000 (émulsion bitumineuse), insoluble dans l'eau, sera peu affecté par la pluie mais la surface de la route peu devenir glissante lorsqu'humide.

Le chlorure de calcium prend son efficacité dans l'humidité du sol et de l'air: il est donc peu recommandé dans une région très sèche contrairement aux lignosulfonates qui sont meilleurs pour temps plutôt sec (ils forment un ciment liant les particules entre elles).

Les risques environnementaux reliés aux différents abat-poussière ont été discutés en détail dans d'autres chapitres de cette étude.

### 8,2 CHLORURE DE CALCIUM

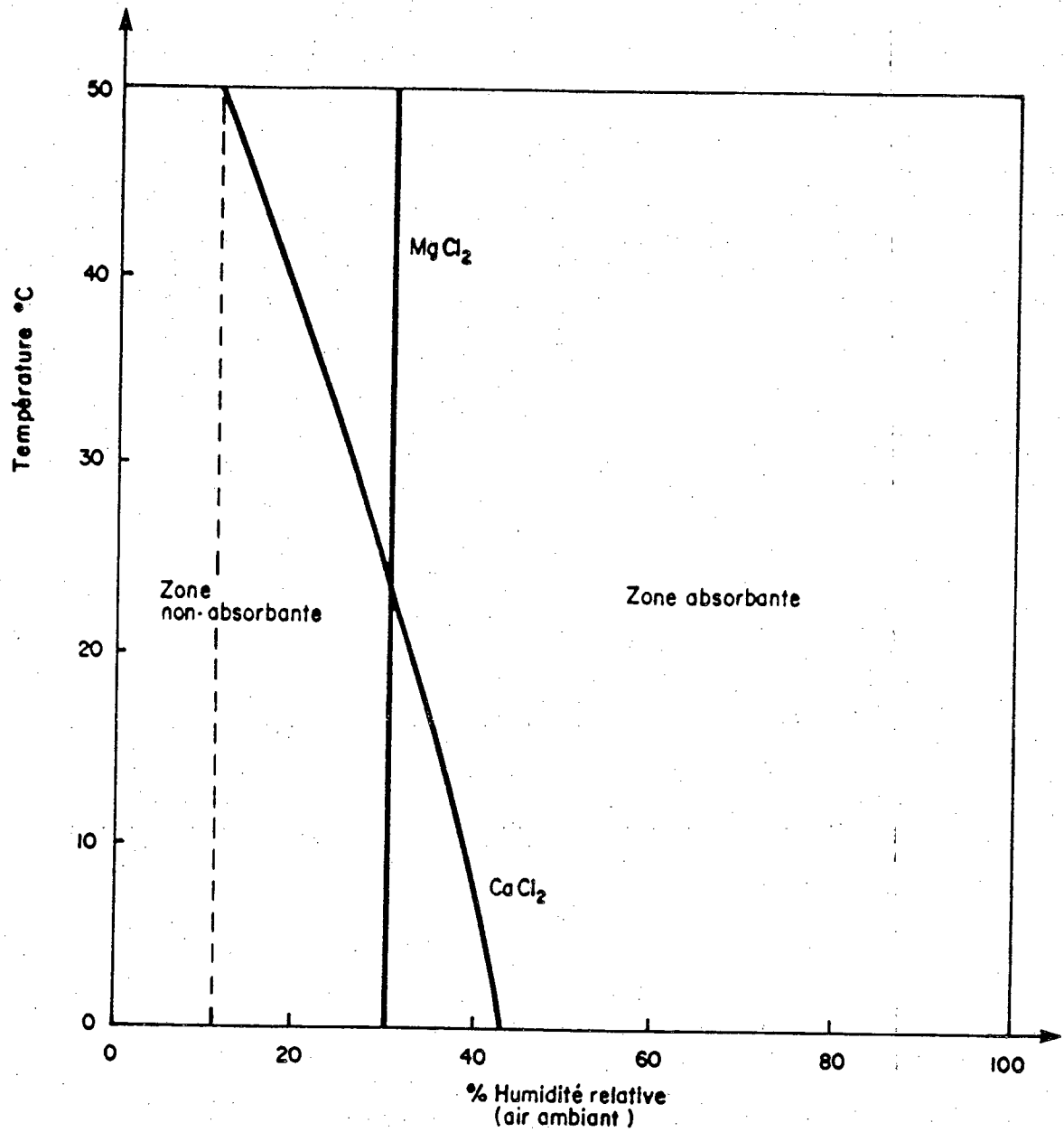
D'après le rapport de l'UMA Engineering Ltd (1987) les produits chimiques hygroscopiques et déliquescents, dont le chlorure de calcium est le plus populaire, constituent 75% à 80% de tous les abat-poussière employés au Canada. Ces produits absorbent l'humidité de l'air ou de la surface de la route et la retiennent (hygroscopie). Ils se dissolvent ensuite dans l'humidité qu'ils ont condensée (déliquescence). Cette humidité absorbe la poussière et l'empêche de se soulever. La figure 8,1 met en évidence que le chlorure de calcium est plus efficace avec l'élévation de la température et/ou d'une plus grande humidité ambiante.

### 8,3 LIGNOSULFONATE DE CALCIUM ET LIGNOSULFONATE D'AMMONIUM

Les lignosulfonates contiennent une forte proportion de lignines et ils sont des sous-produits des usines de pâtes et papiers utilisant le procédé à base de sulfite.

Les lignosulfonates sont efficaces sur une surface plutôt dure contenant entre 10 et 50% de poussière fine. Ce produit lie les particules du sol et enrobe les particules individuelles formant ainsi une couche protectrice dure.

Étant soluble dans l'eau, il faut éviter l'épandage si une forte pluie est prévue à très court terme (1 à 2 jours), puisque le lessivage pourrait être important.



**FIGURE 8,1:** Relation entre l'humidité relative et la température à laquelle  $CaCl_2$  et  $MgCl_2$  absorbent l'humidité

Dans la première semaine, la couche protectrice ne libère que très peu d'abat-poussière dans les particules en suspension. Toutefois, après 2 au 3 semaines, des pertes atmosphériques d'environ 10% sont mesurées dans ces mêmes poussières. Ceci est dû au broyage de la couche protectrice par l'usure en fines particules.

#### **8,4 ÉMULSION BITUMINEUSE (RP 3000)**

---

Le RP 3000 est une émulsion huileuse insoluble dans l'eau qui forme une couche scellant la surface de la route en liant entre elles les particules. Son efficacité est optimale avec des niveaux de poussière fine entre 5 et 10% et elle est peu affectée par les conditions climatiques.

Cet abat-poussière est relativement stable sur la route et les pertes atmosphériques avec le temps sont faibles (2,4%).

Cependant, à cause de sa composition chimique qui ne respecte pas le Règlement sur les déchets dangereux, ce produit ne peut pas être utilisé comme abat-poussière.

#### **8,5 COMPARAISON DES PRODUITS**

---

La figure 8,2 démontre les performances auxquelles on est en droit de s'attendre pour chaque abat-poussière selon le taux d'achalandage des véhicules, la composition et la granulométrie de la route et les conditions climatiques prévalant dans un secteur donné.

L'étude de UMA Engineering Ltd (1987) résume les conclusions d'une enquête effectuée dans les dix provinces canadiennes sur l'utilisation et les performances des abat-poussière employés. Dans l'ensemble, les résultats énoncés coïncident avec les conclusions de notre étude à savoir que le lignosulfonate de calcium donne le meilleur taux de réduction pour les particules aéroportées, suivi du chlorure de calcium, du lignosulfonate d'ammonium et du RP 3000. Toutefois, certaines provinces privilégient l'emploi du chlorure de calcium.

	DÉBIT JOURNALIER MOYEN DE VÉHICULE			NATURE COUCHE INFÉRIEURE <sup>2</sup>			MATÉRIEL DE SURFACE CONTENU EN FINE					CLIMAT			IMPACT ENVIRONNEMENTAL <sup>5</sup>
	LÉGER < 100	MOYEN 100-250	LOURD > 250 <sup>7</sup>	ARGÏLE	SILT	MATÉRIEL GRANULAIRE	PASSANT TAMIS 75 µm					PLU-VIEUX	NORMAL	Sans pluie (20 jours <40% R.H.)	
							< 5%	5-10%	10-20%	20-30%	> 30%				
Ca Cl <sub>2</sub> SAUMURES	●	●	◐	●	◐	○	○	◐	●	◐	○ <sub>3</sub>	○ <sub>1,3</sub>	●	○	◐
Mg Cl <sub>2</sub>	●	●	◐	●	◐	○	○	◐	●	◐	○ <sub>3</sub>	○ <sub>1,3</sub>	●	◐	◐
Ligno-sulfonates	●	◐	○ <sub>6</sub>	●	◐	○	○	◐	●	●	◐ <sub>3</sub>	◐ <sub>1</sub>	●	●	◐
PRODUITS PÉTROLIERS	◐	○	○ <sub>6</sub>	◐	◐	◐	○	◐	◐	○ <sub>4</sub>	○ <sub>4</sub>	○ <sub>3</sub>	◐	◐	◐

● BON  
 ◐ PASSABLE  
 ○ PAUVRE

PERFORMANCE DES ABAT-POUSSIÈRE

**Notes**

1. Peut être lessivé par fortes pluies
2. Le matériel de la couche inférieure peut se mélanger avec celui de la surface et ainsi influencer le pourcentage de particules fines
3. Peut être glissant par temps de pluie
4. Difficile de recouvrir toutes les particules et de prévenir des accumulations de poussière
5. Tous les produits énumérés peuvent avoir un impact environnemental important s'ils ne sont pas utilisés adéquatement
6. Une surface de roulement dure favorise la formation de trous sur la route et tend à se briser avec une circulation lourde
7. De plus grands taux et plus fréquentes applications peuvent être requis, surtout avec un fort achalandage de camions

**FIGURE 8.2 :** Charte pour la sélection des produits  
 Réf.: UMA Engineering Ltd, 1982a - Road Dust Suppression in Northern and Western Canada.

## 9,0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 9,1 CONCLUSIONS

Ne pas épandre d'abat-poussière sur les routes achalandées représente des risques sérieux en termes de sécurité routière et des nuisances non négligeables pour les personnes résidant en bordure des routes non asphaltées.

L'épandage d'abat-poussière doit donc logiquement résulter en un gain pour la qualité de vie en milieu rural. Pour s'assurer que ce gain ne soit pas accompagné d'effets indésirables, les produits utilisés, outre leur efficacité, ne doivent pas être dommageables pour l'environnement et pour la santé humaine. De plus, ils doivent répondre aux caractéristiques suivantes: réduire la quantité de poussière soulevée, limiter le nombre d'épandages et de scarifications nécessaires, éviter d'être lessivé, présenter un niveau de toxicité et de bioaccumulation très faible, presque inexistant.

Parmi les produits étudiés, aucun ne peut prétendre être l'abat-poussière idéal puisque chacun présente des avantages et des inconvénients. On peut toutefois réduire considérablement les inconvénients en utilisant adéquatement les produits considérés comme acceptables.

Les essais réalisés sur les tronçons de route ont permis d'évaluer le comportement dans l'environnement de chacun des abat-poussière. La synthèse des résultats est présentée au tableau 9,1. De plus, une évaluation globale (voir tableau 9,2) a également été élaborée à partir des résultats obtenus lors des essais sur les tronçons auxquels ont été ajoutés les résultats des études de caractérisation et en modèles réduits. Cette évaluation globale nous a permis de tirer les conclusions suivantes:

- Le chlorure de calcium est le seul produit qui n'a pas été visé par le moratoire et qui a été utilisé sur une base opérationnelle en 1989. Les résultats de l'étude confirment que ce produit est acceptable lorsqu'il est correctement utilisé. C'est l'abat-poussière qui répond le mieux aux critères précédemment énumérés. Il présente le niveau de toxicité le moins élevé mais il est toutefois très mobile.

- Fabriqués à partir de résidus industriels du secteur des pâtes et papiers, les lignosulfonates sont chimiquement très complexes ce qui rend leur caractérisation difficile et variable selon le procédé de fabrication dont ils résultent. Ils sont également sensibles au lessivage ce qui exige certaines précautions lors de leur épandage.

Les résultats de l'étude démontrent que malgré certains inconvénients liés à sa grande biodégradabilité et à sa toxicité pour le milieu aquatique, le lignosulfonate de calcium peut être acceptable si certaines règles d'épandage sont respectées.

De nouvelles analyses réalisées sur des échantillons de lignosulfonates d'ammonium prélevés chez le producteur et une analyse de risque sur la présence d'octachlorodibenzo-p-dioxines dans ce produit ont démontré que l'utilisation du lignosulfonate d'ammonium était acceptable à condition d'être épandu selon les recommandations prescrites.

- Incorrectement décrit comme une émulsion bitumineuse par son fabricant, le RP 3000 est en fait une émulsion huileuse contaminée avec diverses substances telles des hydrocarbures halogénés et hydrocarbures aromatiques monocycliques au-delà des normes réglementaires. L'épandage d'huiles comme abat-poussière est en outre interdit au Québec depuis 1985 par le Règlement sur les déchets dangereux. Pour ces raisons, il est justifié d'interdire l'utilisation de ce produit. C'est d'ailleurs le produit qui présente le profil de toxicité le plus élevé envers l'écosystème aquatique et le seul produit où des effets génotoxiques ont été décelés.

**TABLEAU 9,1: SYNTHÈSE DU COMPORTEMENT DES ABAT-POUSSIÈRE  
DANS L'ENVIRONNEMENT**

Composante environnementale	Chlorure de calcium	Lignosulfonate de calcium	Lignosulfonate d'ammonium	RP-3000
Sols (surface/profonds)	<ul style="list-style-type: none"> <li>migration verticale limitée au terrain</li> <li>migration verticale accélérée en milieu poreux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>migration verticale très limitée (&lt; 15 cm) au terrain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>migration verticale limitée (&lt; 15 cm) au terrain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>résultats non concluants (interférence analytique soupçonnée)</li> </ul>
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> <li>niveaux de chlorures et de calcium plus importants en bordure de la route (9m) que pour le puits témoin (31 m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>peu de traces de lignosulfonates de calcium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>traces de lignosulfonates d'ammonium dans la nappe phréatique (tronçon 11)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>résultats inférieurs aux critères indicatifs</li> </ul>
Eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>paramètre indicateur (DBO<sub>5</sub>) légèrement inférieur au critère indicatif</li> <li>teneur décroissante en chlorures et en calcium durant la durée des essais (1 mois)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DBO<sub>5</sub> élevée (250-1 000 mg/l) - 1 heure après épandage, de 20 à 250 ml/l dans les jours qui suivent</li> <li>charge bactérienne très élevée par rapport au niveau de fond</li> <li>lessivage importante dans les jours suivant l'épandage lors d'une précipitation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DBO<sub>5</sub> élevée (60 à 425 mg/l) au cours des essais - 1 heure après épandage, de 15 à 145 mg/l dans les jours qui suivent</li> <li>charge bactérienne élevée par rapport au niveau de fond</li> <li>lessivage importante lors d'une précipitation dans les jours suivant l'épandage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>huiles et graisses persistant tout au long de l'essai</li> <li>interférence analytique soupçonnée</li> </ul>
Poussières dans l'air ambiant	<ul style="list-style-type: none"> <li>risque peu probable pour la santé humaine</li> <li>faible teneur (&lt; 2,5%) de chlorures et de calcium dans les particules aéroportées</li> <li>diminution de la proportion de poussière respirable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>risque peu probable pour la santé humaine</li> <li>teneur de 10% en lignosulfonates dans les particules aéroportées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>risque peu probable pour la santé humaine</li> <li>teneur de 15% en lignosulfonates dans les particules aéroportées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>faible teneur (2,4%) des huiles et graisses dans les particules aéroportées</li> </ul>
Esthétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>inodore et incolore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eaux de ruissellement de couleur brunâtre très visible</li> <li>odeur sucrée marquée</li> <li>poussière de route collante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eaux de ruissellement de couleur brunâtre très visible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odeur persistante d'huile</li> </ul>

**TABLEAU 9,2: GRILLE D'ÉVALUATION DES ABAT-POUSSIÈRE ÉTUDIÉS**

	Étude de caractérisation		Étude en modèle réduit	Essai sur route				Évaluation globale
	Danger relatif à la composition d'abat-poussière	Exigence normative RDD		Mobilité	Mobilité durant la période de stabilisation de 48 h	Mobilité après la période de stabilisation de 48 h	Capacité de réduction des poussière aéroportée	
CaCl <sub>2</sub>	Faible à moyen	Conforme	Très grande	Très grande	Très grande	Bonne	Excellente	Acceptable
Ligno Ca	Élevé	Conforme	Faible	Moyenne	Faible	Très bonne	Bonne	Acceptable - mesures de précautions requises
Ligno NH <sub>4</sub>	Élevé	Conforme (1)	Grande	Grande	Faible	Bonne	Faible	Acceptable - mesures de précautions requises
RP 3000	Élevé	Non-conforme	Très faible	Très faible	Très faible	Passable à bonne	N.D.	Non acceptable à cause de la non conformité au RDD

**Note:**

N.D. non déterminé à cause de l'interférence analytique

(1): Ce produit a été jugé non acceptable en fonction des normes du RDD lors de l'étude de caractérisation; les analyses supplémentaires au laboratoire ainsi que l'analyse de risque ont permis cependant de démontrer que la présence aléatoire de très faibles concentrations de contaminants dans ce produit ne représente pas un risque important à l'environnement.



## 9,2 RECOMMANDATIONS

---

La présente étude a permis d'identifier les facteurs critiques contribuant aux risques découlant de l'utilisation d'abat-poussière.

En modifiant les pratiques actuelles il est possible de réduire ces risques sous un seuil acceptable, c'est-à-dire sous un niveau où il n'y a plus de risque prévisible pour la santé humaine ou l'environnement.

Il demeure qu'en l'absence de produits répondant à l'ensemble des critères recherchés, l'utilisation de produits représentant le minimum de risques possibles est essentielle.

### 9,2,1 HOMOLOGATION DES ABAT-POUSSIÈRE

Il est recommandé d'homologuer tous les abat-poussière dans le but de prévenir que des produits inadéquats se retrouvent sur le marché.

Une entreprise sérieuse n'hésitera pas à déboursier les frais nécessaires pour s'assurer que son produit répond aux normes et spécifications du MTQ et du MENVIQ.

Un tel processus d'homologation est proposé dans la section suivante (10,0).

### 9,2,2 NORMALISATION DES ABAT-POUSSIÈRE

Il est recommandé que tous les fabricants d'abat-poussière se soumettent à un processus de normalisation de leur produit (section 10,2).

Une pratique de plus en plus répandue par les entreprises désirant assurer à leur clientèle un produit de qualité constante et reconnue, est de soumettre leur produit à un processus de normalisation par un organisme indépendant comme le Bureau de normalisation du Québec (BNQ).

Lorsqu'une norme spécifique fixant les caractéristiques recherchées pour le produit est acceptée, un processus de certification par lequel le BNQ agit à titre de "vérificateur externe" garantit le respect de la norme par l'entreprise qui fabrique le produit.

### 9,2,3 CONTRÔLE PAR LE MTQ

Il est recommandé que le Service de l'environnement du MTQ instaure un programme permanent de contrôle des pratiques d'épandage.

L'échantillonnage aléatoire et sans avertissement des abat-poussière épandus permettrait de contrôler la qualité des produits lors de leur utilisation. Ce contrôle devrait être accompagné de l'examen du respect des restrictions d'usage.

Le MTQ pourrait fixer les lignes directrices (cahiers de charges) décrivant les bonnes pratiques d'épandage.

### 9,2,4 RESTRICTIONS D'USAGES

Compte tenu des caractéristiques des produits étudiés il est recommandé de respecter les restrictions suivantes pour tous les abat-poussière:

- ne jamais épandre d'abat-poussière quand la route est déjà saturée en eau par une averse précédente;
- ne jamais épandre d'abat-poussière durant une averse ou lorsqu'une averse est prévue dans la journée;
- respecter rigoureusement les taux d'épandage recommandés.

Les restrictions additionnelles pour les lignosulfonates sont:

- ne pas épandre de lignosulfonates avant de s'assurer qu'aucune averse n'est prévue dans les 48 heures qui suivront l'épandage;
- prévoir des zones de protection (30 à 100 mètres) pour les cours d'eau sensibles (faible débit et/ou présence de salmonidés) où il n'y aura pas d'épandage de lignosulfonates.

## **10,0 PROGRAMME D'HOMOLOGATION ET DE NORMALISATION DES ABAT-POUSSIÈRE**

---

Plusieurs types de produits sont actuellement commercialisés comme abat-poussière et de nouveaux produits s'ajouteront à cette liste. Certains de ces produits, tels les lignosulfonates et émulsions bitumineuses, sont fabriqués à partir de résidus industriels.

Compte tenu des impacts potentiels sur l'environnement pouvant résulter d'une utilisation inadéquate de ces produits, il est primordial d'ajouter des critères de protection de l'environnement aux critères habituellement utilisés (efficacité et coût) pour évaluer les abat-poussière.

La présente étude visait à évaluer l'acceptabilité de quatre produits utilisés par le ministère des Transports (MTQ). Le protocole d'évaluation était très exhaustif dans le but de déterminer quels seraient les tests pertinents à retenir dans un contexte d'homologation de nouveaux produits et dans le cadre de l'implantation d'un programme de contrôle/assurance de qualité des produits éventuellement homologués.

L'analyse de la situation qui a incité le gouvernement du Québec à imposer un moratoire sur l'utilisation des abat-poussière démontre que ce secteur d'activité a besoin de règles précises pour assurer la protection de l'environnement.

Compte tenu du fait que le MTQ est le principal utilisateur d'abat-poussière au Québec, le Service de l'environnement de ce Ministère, en consultation avec le ministère de l'Environnement, devrait être responsable de déterminer quels sont les produits acceptables et quelles sont les bonnes pratiques d'épandages. Le coût des études d'homologation et de normalisation des abat-poussière devrait être toutefois assumé par les entreprises désirant commercialiser ces produits.

### **10,1 HOMOLOGATION DES ABAT-POUSSIÈRE**

---

Une entreprise désirant commercialiser un produit comme abat-poussière devrait au préalable faire homologuer et ensuite normaliser son produit.

L'homologation d'un abat-poussière permet d'évaluer si le produit est acceptable du point de vue protection de l'environnement et efficacité avant d'être épandu à large échelle.

Les étapes d'homologation sont conçues de façon à minimiser les coûts des études tout en optimisant la qualité de l'information en résultant (Figure 10,1).

#### 10,1,1 EXAMEN PRÉLIMINAIRE

L'entreprise désirant faire homologuer son produit devra dans un premier temps, fournir sous forme de fiche technique les caractéristiques du produit:

- nature et composition du produit;
- procédé de fabrication et/ou provenance des composantes;
- variabilité de la formulation;
- utilisations proposées;
- mode recommandé de préparation de la surface des routes;
- taux d'épandage recommandé;
- tout autre information pertinente.

Dès cette étape, un produit peut être rejeté. S'il est considéré comme intéressant, l'examen en laboratoire peut débiter.

#### 10,1,2 EXAMEN EN LABORATOIRE

L'entreprise désirant réaliser ce type d'étude doit utiliser le protocole général fourni par le MTQ pour élaborer ou faire élaborer par son consultant un protocole spécifique au produit. Le protocole spécifique devra être approuvé par le MTQ avant que l'étude ne débute. Les analyses devront être réalisées par un laboratoire dûment accrédité par le Bureau d'accréditation des laboratoires du ministère de l'Environnement (MENVIQ 1988). Dans ce protocole on devra entre autres retrouver le programme d'assurance de qualité pour ce projet spécifique.

Cet examen en laboratoire est lui même divisé en deux étapes:

##### a. Analyses physico-chimiques et bioessais

Ces analyses devront être réalisées en triplicata sur des échantillons représentatifs de la formulation de l'abat-poussière.

Les analyses physico-chimiques sur ces produits visent à examiner trois types de paramètres: évaluer si le produit répond aux critères du Règlement sur les déchets dangereux, détecter la présence de contaminants apparaissant sur la liste des polluants prioritaires (MISA; Municipal Industrial Strategy for Abatement) et identifier les paramètres de pression environnementale (ex. DBO<sub>5</sub>, DCO, P, etc.). Ces analyses permettront de juger si le produit respecte les normes en vigueur et faciliteront la sélection des paramètres indicateurs qui seront suivis dans les autres étapes de l'étude.

Les biotests visent à déceler le danger potentiel du produit pour les écosystèmes aquatiques et terrestres ainsi que pour la santé humaine. Pour la partie écosystème aquatique, les biotests suivants devront être réalisés: bactéries (Microtox), algues, daphnies, poissons. Pour la partie écosystème terrestre, les biotests suivants sont exigés: germination (orge/cresson) et vers de terre. Enfin, un test de génotoxicité (Ames) devra également être effectué. Le biotest le plus sensible pour le produit étudié sera retenu pour les autres parties de l'étude qui cerneront l'impact potentiel sur les écosystèmes aquatiques et deviendra un paramètre indicateur.

#### b. Essais de lixiviation et de dégradation

Les essais de lixiviation (standard/répétée) seront effectués avec des sols types de façon à évaluer la mobilité de l'abat-poussière. Les paramètres indicateurs identifiés au point a), seront suivis dans les eaux lixiviées.

Des essais de dégradation (photodégradation, biodégradation en milieu aqueux et biodégradation dans les sols) viseront à estimer le potentiel de dégradation de l'abat-poussière. Les paramètres indicateurs identifiés au point a) seront suivis. On examinera également la formation de produits de dégradation.

### 10,1,3 ESSAIS SUR ROUTE EXPÉRIMENTALE

Si les deux étapes précédentes s'avèrent concluantes, l'entreprise pourra tester son produit sur un tronçon de route expérimentale, préalablement approuvé par le MTQ. Cette étape vise à évaluer l'efficacité du produit ainsi qu'à vérifier en conditions naturelles les risques potentiels du produit pour l'environnement.

#### a. Efficacité du produit

L'efficacité du produit sera vérifiée par des essais avec échantillonneur mobile de poussière soulevée par le passage d'un véhicule (vitesse et nombre de passages contrôlés). Ces essais seront réalisés sur une portion non traitée et sur la portion traitée du tronçon expérimental 3 jours, 1 semaine, 1 mois et 2 mois après épandage. Les essais devront évidemment tenir compte de l'effet possible des pluies sur les résultats.

La fraction respirable des poussières échantillonnées devra être déterminée et analysée au besoin pour déceler la présence de contaminants.

#### b. Mobilité du produit

Des essais de lessivage (ruissellement) du produit devront être réalisés par des averses artificielles d'intensité élevée et moyenne 1 jour, 2 jours et 3 jours après l'épandage. Le même essai sera réalisé une fois dans la portion non traitée du tronçon pour déterminer les "bruits de fond".

L'échantillonnage des eaux ruisselées durant ces essais se fera à des intervalles de 10 minutes pendant 1 heure.

#### c. Persistance du produit

Les matériaux fins (tamisés) de la surface (premiers cm) de la voie de roulement du tronçon seront échantillonnés immédiatement avant l'épandage, 1 jour, 2 jours, 3 jours, 1 semaine, 1 mois et 2 mois après l'épandage. Ces échantillons seront analysés pour déceler la présence des paramètres traceurs précédemment identifiés. Les résultats faciliteront l'interprétation des données recueillies aux points a et b

### 10,1,4 INTÉGRATION DES DONNÉES

L'intégration des données recueillies dans les trois étapes précédentes permettront de juger l'acceptabilité du produit.

Pour certains produits ne se dégradant pas facilement et relativement mobiles, l'effet sur la nappe phréatique des eaux souterraines, d'épandages répétitifs devra être suivi (ex.: chlorure de calcium) par l'implantation de puits d'échantillonnage dans une zone où les sols naturels sont relativement perméables.

Les données recueillies lors de l'homologation serviront entre autres à élaborer les pratiques recommandées pour l'épandage ainsi qu'à fixer les spécifications de base pour la normalisation du produit.

### 10,2 NORMALISATION DES ABAT-POUSSIÈRE

Afin d'assurer que les produits commercialisés comme abat-poussière respectent les conditions d'homologation convenues, il serait souhaitable que ces produits fassent l'objet d'un processus de normalisation par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ). Le chlorure de calcium fait déjà l'objet d'une normalisation par le BNQ et telles normes devraient être étendues à tous les abat-poussière.

Une norme du BNQ, émanant d'un processus de normalisation, est un document public qui établit avec la coopération et le consensus de toutes les parties intéressées (fabricants, consommateurs et spécialistes) les exigences auxquelles doit satisfaire une substance pour qu'une collectivité puisse en faire usage comme convenu. Il est à noter que le BNQ est accrédité par le Conseil canadien des normes.

Une fois la norme établie, un système de vérification périodique visant à s'assurer que le produit fabriqué est conforme aux normes. Les fabricants intéressés s'engagent à maintenir la qualité de leurs produits et à prendre les mesures pour s'en assurer.

Une marque de certification du BNQ identifie les produits dont la qualité est reconnue. Cette certification devrait éventuellement être exigée par les utilisateurs d'abat-poussière afin de s'assurer de la qualité des produits achetés.

### **10,3 ASSURANCE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ DES ABAT-POUSSIÈRE**

---

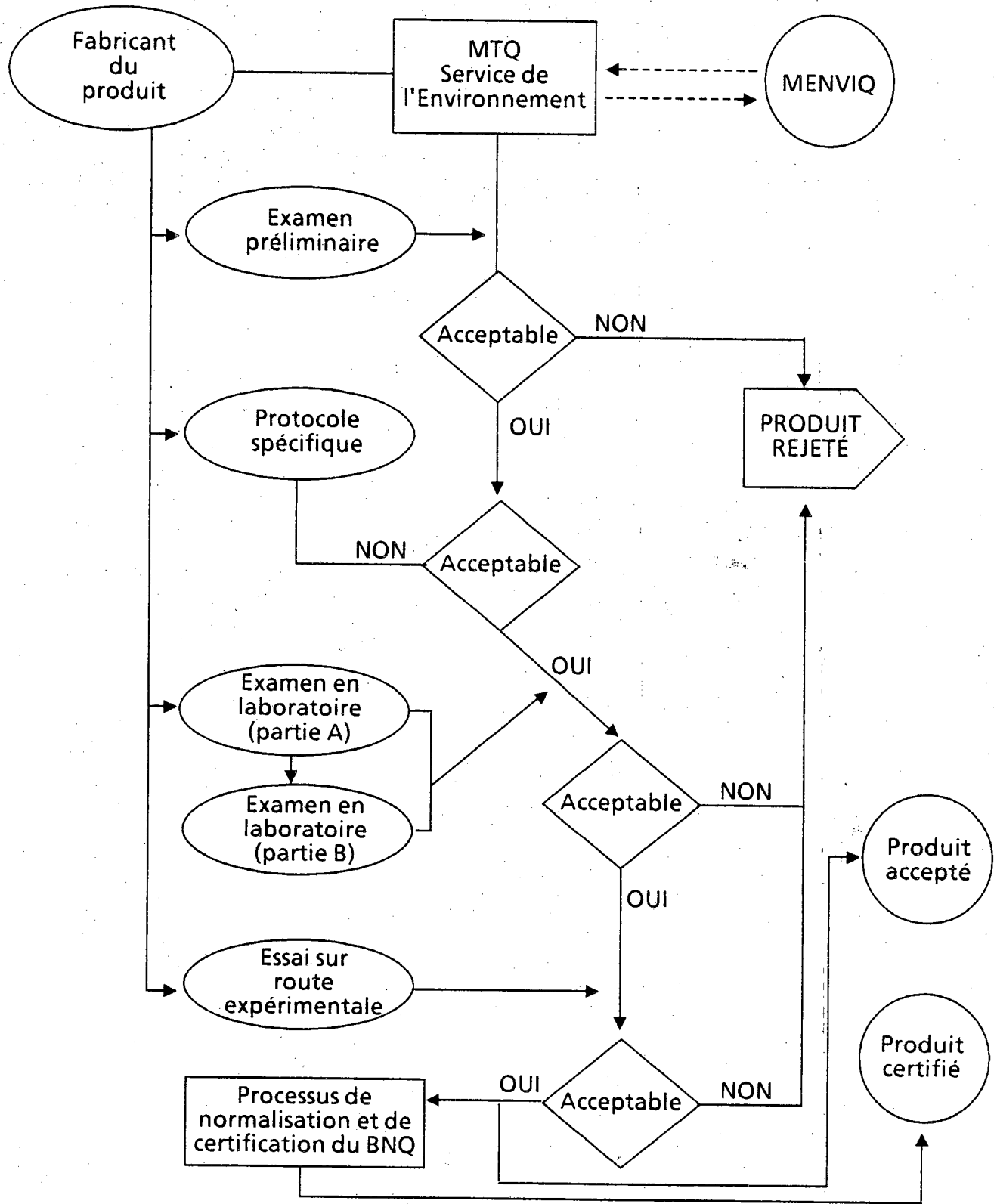
Le système de certification du BNQ est en fait un programme de contrôle et d'assurance de qualité des produits. Les vérifications, aux frais du fabricant, sont effectuées sur les lieux de production.

Lorsqu'un produit n'est plus conforme à la norme, il peut se faire retirer son certificat. Ceci oblige donc le fabricant à maintenir une qualité constante de son produit.

Si le fabricant désire changer la composition ou les caractéristiques de son abat-poussière, il devra reprendre en tout ou en partie le processus d'homologation.

Outre les contrôles effectués par le BNQ, le MTQ devrait échantillonner sporadiquement et sans avertissement les abat-poussière épandus sur les routes pour soutenir le programme de contrôle.

FIGURE 10,1: Schéma décisionnel du protocole d'homologation des abat-poussière





---

**BIBLIOGRAPHIE**

---

- ACGIH,  
Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants, Fifth Edition, American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- ACRES INTERNATIONAL LIMITED, 1988.  
Dust Suppressant Study, Environment Ontario, Waste Management Branch.
- ALTSHULER *et al*, 1966.  
Deposition in the Human Respiratory Tract in Inhaled Particules and Vapors II, Davies, C.N. Ed., Pergamon Press, Oxford, 1966.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION and WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION, 1985.  
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th edition, Baltimore, 1268 p.
- AQUIN, R.C., P. KORGEMAGI, and D.F. LYNCH, 1986.  
Evaluation of Tembind 35 Dust Palliative, Engineering Materials Office, Ministry of Transportation and Communications of Ontario, Report no MI-83, January 1986.
- AYOTTE, P. et TRÉPANIÉ, J.P.  
Estimation sommaire du risque associé à la présence d'octachloro-dibenzo-p-dioxines dans une préparation d'abat-poussière.
- BELL, J.D., 1976.  
Recycling of Used Lubricating Oil as a Dust Suppressant, Petroleum Association for Conservation of the Canadian Environment, Report #76-7. Ottawa, Ontario. 91 p. *in* TECHMAN ENGINEERING LTD., 1982. Road Dust Suppression in Northern and Western Canada: Review of Alternatives and Existing Practices, prepared for Environment Canada and the Governments of Alberta, B.C., Manitoba and the Northwest Territories.
- BOYD, K.R., 1986.  
Summary of the 1985 Lignosulphonate Evaluations, Province of Manitoba, Department of Highways and Transportation, Materials and Research Division, January 1986.

- BOYD, K.R., 1983.  
Evaluation of Lignosulphonates as Dust Palliatives, Province of Manitoba Department of Highways and Transportation, Materials and Research Division, Research Project 80-2, Report #3, November 1983.
- BOYD, K.R.  
Evaluation of Calcium Lignosulphonate as a Dust Palliative, Province of Manitoba, Department of Highways and Transportation, Materials and Research Division, Research project 80-2, report #2.
- BOYD, K.R. and VAN CAUWENBERGE, 1980.  
Evaluation of Calcium Lignosulphonates as a Dust Palliative, Province of Manitoba, Department of Highways and Transportation, Materials and Research Division, Research project 80-2, report #1, December 1980.
- BROUZES, R.J.F., 1976.  
Fish Toxicity with Specific Reference to the Pulp and Paper Industry in Proc. of Seminar on Water Pollution Abatement Technology in Pulp and Paper Industry, Environment Canada, EPS 3-WP-76-40:81-124.
- CEE, 1975.  
Extrait du "Official Journal of EEC", no. C214/6-11, concernant les normes sur la qualité de l'eau potable, Communauté économique européenne, directives émises le 18 septembre 1975.
- COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL, 1986.  
Règlement 90, Règlement relatif à l'assainissement de l'air et remplaçant les règlements 44 et 44-1 de la Communauté.
- DELISLE, C.E., 1988.  
Caractérisation physico-chimique et toxicité d'échantillons de lignosulfonates, Ecole polytechnique de Montréal, septembre 1988, 15 p. + annexes.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1985.  
RCRA Ground Water Guidance Document, Washington.

- FRANKLIN S. A.,  
Highway Salt: Social and Environmental Concerns, Highway  
Research Board, no. 425: 3-13.
- GANIN, G.I., KAPLIN and V.T., KRIUL'KOV, V.A., 1975.  
Materialy Vsesayuznogo Symposiuma Po Sovremennym  
Probleman Samoochisscheniya i Regulirovaniya Kachestva  
Vody, 5th, vol. 3: 13-17 in Mason, D.R., C. Harnadek and C.  
Zessler, 1981. in Road Dust Abatement in British Columbia:  
Alternative to Used Lubricating Oil, Summary of Available  
Information, Waste Management Branch, Ministry of  
Environment, Victoria, British Colombia, 24 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1988.  
Règlement sur la qualité de l'atmosphère, Q-2, r.20, à jour au  
4 mai 1988, Editeur officiel du Québec, 23 p.
- HATCH and GROSS, 1964.  
Pulmonary Deposition and Retention of Inhaled Aerosols,  
Academic Press, New York.
- HEALTH and WELFARE CANADA, 1969.  
Standards and Objectives of Drinking Water Quality in  
Canada, Ottawa.
- INLAND WATER DIRECTORATE, 1972.  
Guidelines for Water Quality Objectives and Standards,  
Dept. of Environment, Inland Waters Directorate, Technical  
Bulletin 67, Ottawa.
- KHODARI, A., 1984.  
Report on the Usage of Lignosulphonate, 1984-01-20,  
Government of Quebec, Ministry of Transportation, in  
Rousseau, Marie-Andrée, Étude sur les lignosulfonates,  
Direction de la coordination, ministère de l'Environnement,  
octobre 1986.
- KLAASSEN, C.D., M.O. AMDUR and J. DOULL ed., 1986.  
Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of  
Poisons, Third Edition, Macmillan Publishing Co., New York,  
974 p.

- LAGER, J.A., E.E. PYATT and R.P. SHUBINSKI, 1971.  
Storm Water Management Model, Vol. 1 - Final Report, for the Environmental Protection Agency, Water Pollution Control Research Series, 11024 DOC 07/71, July 1971, 352 p.
- MASON, D.R., C. HARNADEK and C. ZESSLER, 1981.  
Road Dust Abatement in British Columbia: Alternative to Used Lubricating Oil, Summary of Available Information, Waste Management Branch, Ministry of Environment, Victoria, British Columbia, 24 p.
- McDOUGALL, J.I., 1986.  
Field Trials of Lignosulphonate Dust Palliative, Research and Development Branch, Ontario, Ministry of Transportation and Communication, MSP-86-01, June 1986, 51 p.
- MIDWEST RESEARCH INSTITUTE, 1981.  
Assessment and Control of Chrysotile Asbestos Emissions From Unpaved Roads, prepared for Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C., report no. PB82-102 526 in TECHMAN ENGINEERING LTD, 1982. Road Dust Suppression in Northern and Western Canada. Review of Alternatives and Existing Practices, prepared for Environment Canada and the Governments of Alberta, B.C., Manitoba and the Northwest Territories.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1988.  
Guide standard de caractérisation de terrains contaminés, Direction des substances dangereuses, Gestion des lieux contaminés, Série: Substances dangereuses QEN/SD-2, février 1988, 19 p. + annexes.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1988.  
Politique de réhabilitation des sols contaminés, Direction des substances dangereuses, février 1988, 54 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1984.  
Règlement relatif aux rejets dans les réseaux d'égout, article 7 (Effluents dans les réseaux d'égouts pluviaux), ministère de l'Environnement du Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1980.  
Rejets industriels dans les réseaux d'égout - Normes et exigences, Directive 04.

- MONSANTO RESEARCH INSTITUTE, 1979.  
Assessment of Road Carpet for Control of Fugitives Emissions from Unpaved Roads, for Industrial Environmental Research Lab., report PB-298-874.
- MUELLER, DR. J.C., 1980.  
Personal communication in Mason, D.R., C. Harnadek and C. Zessler, 1981. Road Dust Abatement in British Columbia: Alternative to Used Lubricating Oil, Summary of Available Information, Waste Management Branch, Ministry of Environment, Victoria, British Columbia, 24 p.
- NOLIN, 1980.  
Étude de l'efficacité de différents produits d'abat-poussière, ministère des Transports, Service de la conservation des chaussées, Québec, mars 1980.
- NORMAN, C. and B. ROBERTS, 1984.  
Lignosulphonates as a Dust Suppressant: An Environmental Assessment, Ministry of Transportation and Communication, Northern Region, North Bay, Ontario, August 1984.
- PRIHA, S., 1971.  
Lignosulphonate in Lake Pajanne water, Am. Soc. Civil Eng., Sanitary Eng. Div. J., 97 (SA2): 191-207.
- ROALD, S.O. 1977a.  
The effects of sublethal concentrations of lignosulphonates on growth, intestinal flora and some digestive enzymes of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, vol. 12, p. 327-335.
- ROALD, S.O.. 1977b.  
Acute toxicity of lignosulphonates on Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*), Bull. Environ. Contam. Toxicol., vol. 17, no 6, p. 702-706.
- ROUSSEAU, M.A., 1986.  
Étude sur les lignosulfonates. Direction de la coordination, ministère de l'Environnement, octobre 1986.

SANTOWSKI, D. and L. VLIET, 1977.

Lignosulphonate Dust Palliative Evaluation, Geotechnical and Materials Branch, Ministry of Highways and Public Works, Victoria, British Columbia, 27 p. *in* MASON, D.R., C. HARNADEK and C. ZESSLER, 1981. Road Dust Abatement in British Columbia: Alternative to Used Lubricating Oil, Summary of Available Information, Waste Management Branch, Ministry of Environment, Victoria, British Columbia, 24 p.

SASKATCHEWAN DEPARTMENT OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION,

Performance of Ca-Lignosulphonate (M & F Road Stabiliser) as a Priming Material - 1981-82, Field Trials Research Branch, Saskatchewan Department of Highways and Transportation, Technical Bulletin #206-1.

SINGER, R.D., STEVENS, J.B., GLEASON, J.R., BAKER, D.A., BAKER, T.M. and MCEMBER, A.V., 1982.

An Environmental Evaluation of Dust Suppressants: Calcium Chloride and Lignosulphonates. School of Public Health, University of Minnesota, Bureau of Mines, OFR: 9-83, June 1982.

SONTOWSKI, D.P.

Personal communication, Paving Branch for Region I, B.C., Ministry of Highways.

STAPANIAN, M. and D. SHEA, 1986.

Lignosulphonates: Effects on plant growth and survival and migration through the soil profile, *Inst. J. Environmental Studies*, vol. 27: 45.

SULTAN, H.A., 1976.

Soil Erosion and Dust Control of Arizona Highways, Part IV-Final Report Field Testing Program, Arizona Transportation and Traffic Institute, prepared for Arizona Department of Transportation, 110 p. *in* TECHMAN ENGINEERING LTD, 1982. Road Dust Suppression in Northern and Western Canada. Review of Alternatives and Existing Practices, prepared for Environment Canada and the Governments of Alberta, B.C., Manitoba and the Northwest Territories, 1982a.

TECHMAN ENGINEERING LTD., 1982a.

Road Dust Suppression in Northern and Western Canada. Manual of Recommended Procedures, prepared for Environment Canada and the Government of Alberta, B.C., Manitoba and the Northwest Territories, 1982.

TECHMAN ENGINEERING LTD., 1982b.

Road Dust Suppression in Northern and Western Canada. Review of Alternatives and Existing Practices, prepared for Environment Canada and the Governments of Alberta, B.C., Manitoba and the Northwest Territories, 1982.

UMA ENGINEERING LTD, 1987.

Guideline for Cost Effective Use and Application of Dust Palliatives, prepared for the Roads & Transportation Association of Canada.

VAN BELLE, 1977.

Paper mill by-product used for dust abatement, Public Works, vol. 108, no 7, p.51-52.

ZITKO, V., 1980.

Personal communication, Program Head, Fisheries & Environmental Research, Fisheries & Oceans, Government of Canada, personal communication *in* MASON, D.R., C. HARNADEK and C. ZESSLER, 1981. Road Dust Abatement in British Columbia: Alternative to Used Lubricating Oil, Summary of Available Information, Waste Management Branch, Ministry of Environment, Victoria, British Columbia, 24 p.

