

# ***REPESCO***

***Mise au point d'une méthode de prévention des attaques de scolytes sur grumes de pin maritime à l'aide de composés répulsifs d'origine naturelle***

**Rapport final  
2007**

**Hervé Jactel  
Pierre Menassieu  
Inge van Halder  
Fabrice Vetillard**

**Equipe Entomologie Forestière & Biodiversité  
UMR 1202 BIOGECO  
INRA  
33612 Cestas**



*Adulte de Ips sexdentatus*

## **1. Objectifs**

Les scolytes (Coléoptères) sont parmi les plus dangereux insectes ravageurs des forêts de pin. En particulier le scolyte sténographe, *Ips sexdentatus*, et le scolyte érodé, *Orthotomicus erosus*, peuvent commettre des dégâts importants sur pin maritime en Aquitaine. Après la tempête de 1999 qui a dévasté le Massif des Landes de Gascogne, un suivi intensif des infestations de ces scolytes a été réalisé. Il a montré que les piles de bois, stockées plusieurs semaines en bord de route, constituaient des habitats privilégiés pour ces insectes. Utilisant ces ressources pour se reproduire, les scolytes ont alors été capables de multiplier leurs populations pour dépasser le seuil épidémique. Attaquant en masse à l'aide de leur phéromone d'agrégation, ces insectes ont pu infester les arbres vivants voisins, causant la perte d'environ 3 millions de m<sup>3</sup> de bois supplémentaires.

Jusqu'à présent pour prévenir ce phénomène de contagion, la seule méthode disponible est d'appliquer un traitement insecticide à base de pyréthrinoïdes de synthèse sur les grumes stockées. Or ces traitements posent des problèmes induits de toxicité pour la faune, notamment aquatique et s'avèrent onéreux. Le coût du traitement des grumes en Aquitaine dans les trois ans qui ont suivi la tempête de 1999 a été estimé à 2 millions €

Récemment tant en Europe qu'en Amérique du Nord, des scientifiques ont identifié plusieurs composés volatils émis par des essences forestières non hôte comme le chêne et le bouleau et présentant une activité de répulsion contre les scolytes s'attaquant aux conifères. Ces composés répulsifs comme la verbénone, les alcools de "feuille verte" et la trans-conophthorine ont été utilisés avec succès pour réduire les niveaux d'attaques des grumes de pin par les scolytes. En tant que substances d'origines naturelles ils ont aussi l'avantage d'une faible toxicité dans l'environnement. Ils n'ont cependant jamais été testés de façon systématique en France pour lutter contre les attaques

L'objectif de cette étude était donc de développer une méthode respectueuse de l'environnement et efficace pour le contrôle des populations de scolytes, fondée sur l'activation de diffuseurs de composés répulsifs d'origine naturelle. En particulier elle visait à définir la composition optimale de mélanges de ces répulsifs.

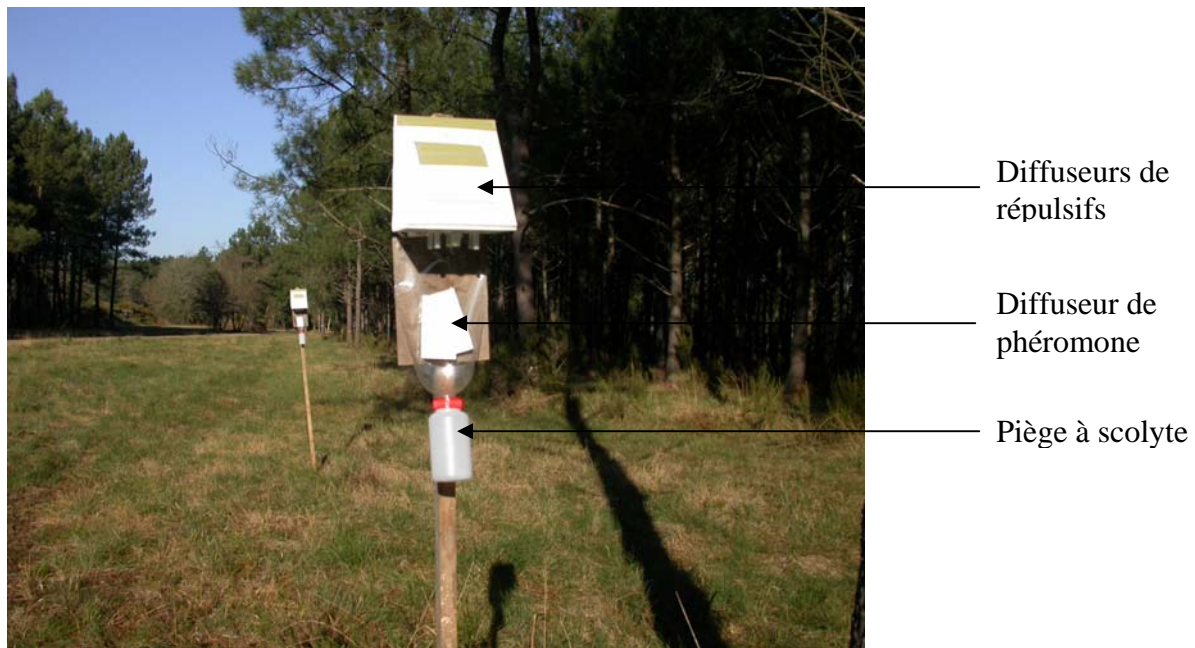
## **2. Résultats**

### **2.1. Expérience de 2005**

Cette première expérimentation visait à tester l'effet répulsif de 4 types de composés volatils, seuls ou en mélange, pour la protection des grumes de pin maritime vis-à-vis des scolytes: la verbénone (VE), la trans-conophthorine (TC), les alcools présents dans les feuilles des essences feuillues (alcools de feuille verte, AL) et le méthyle salicylate (MS), un composé issu de l'écorce du bouleau et connu pour être répulsif vis-à-vis de certains insectes forestiers. Tous ces composés, d'origine naturelle, sont désormais produits par synthèse.

Pour tester l'efficacité des traitements (tableau 1), nous avons comparé les niveaux de capture de scolytes (*Ips sexdentatus* et *Orthotomicus erosus*) dans des pièges équipés d'un diffuseur de phéromone d'agrégation et associé ou non aux diffuseurs de répulsifs. Chacun des traitements a été répété 3 fois (9 fois pour le témoin) dans 3 blocs différents. Les pièges à

phéromone et les répulsifs associés ont été permutés à l'intérieur de chaque bloc après chaque relevé pour augmenter la puissance statistique de l'expérimentation. Les relevés ont été effectués 4 fois, les 2 et 8 septembre, 3 octobre et 7 novembre 2005.



Les données de captures ont été ramenées à un pourcentage de capture totale pour chaque relevé afin de prendre en compte les éventuelles fluctuations d'abondance des scolytes au cours du temps. Une transformation angulaire de ces valeurs de pourcentage a été réalisée avant analyse de variance pour améliorer la normalité des données.

Tableau 1. Liste des traitements

Traitement	Attractif (Phéromone)	Répulsif			
		<i>t</i> -conophthorine TC 15mg/j	Verbénone VE 15mg/j	Alcools C6-C8 AL 15mg/j	Méthyle Salicylate MS 15mg/j
TE (Témoin)	x				
1	x	x			
2	x		x		
3	x			x	
4	x				x
5	x	x	x		
6	x	x		x	
7	x		x	x	
8	x	x	x	x	
9	x	x	x	x	x

L'analyse de variance indique un effet significatif du bloc, du traitement mais pas de l'interaction de ces deux facteurs pour les captures d'*Ips sexdentatus*.

Source	DDL	F	Pr > F
Bloc	2	4.725	<b>0.011</b>
Traitement	9	31.417	<b>&lt; 0.0001</b>
Bloc x Traitement	18	1.457	0.119

La figure 1 montre une décroissance des niveaux de captures dans les pièges à phéromone dans les mélanges de composés volatils rassemblant les alcools de feuille verte, la verbénone et la trans-conophthorine.

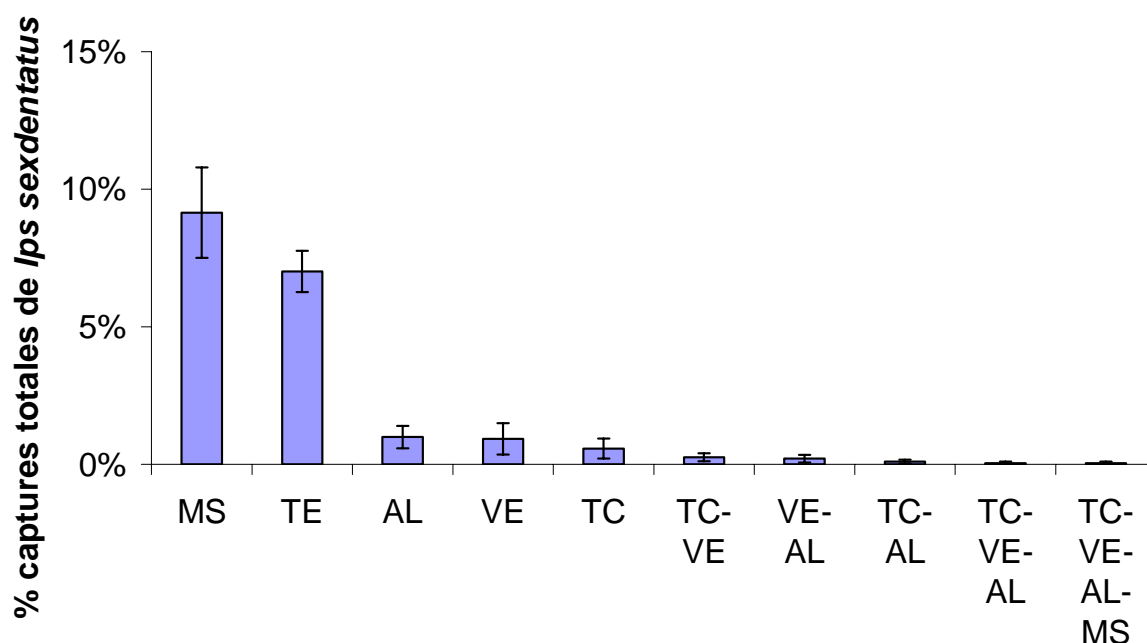


Figure 1. Pourcentage moyen ( $\pm$  erreur standard) de capture de *Ips sexdentatus* par date de relevé dans les pièges à phéromone par type de mélange de composés volatils (2005).

Un test de comparaison des moyennes de Tukey (tableau 2) révèle l'existence de deux groupes de traitements présentant des moyennes significativement différentes: le témoin avec le méthyle salicylate d'une part et les autres combinaisons de composés volatils d'autre part.

Tableau 2

Modalité	Groupes
MS	A
TE	A
AL	B
VE	B
TC	B
TC-VE	B
VE-AL	B
TC-AL	B
TC-VE-AL	B
TC-VE-AL-MS	B

Il apparaît donc que le méthyle salicylate n'exerce aucune activité répulsive vis-à-vis du scolyte sténographe. En revanche les alcools de feuille verte, la verbénone et la trans-conophthorine présentent une activité répulsive puisqu'ils réduisent de façon significative les captures de scolytes dans les pièges à phéromone. Dans cette expérience le mélange de plusieurs de ces composés semble encore plus répulsif, témoignant d'un effet additif des composés individuels, mais cette augmentation d'efficacité n'est pas statistiquement significative.

L'analyse de variance indique aussi un effet significatif du bloc, du traitement mais pas de l'interaction de ces deux facteurs pour les captures d'*Orthotomicus erosus*.

Source	DDL	F	Pr > F
Bloc	2	4.222	<b>0.021</b>
Traitement	9	17.820	<b>&lt; 0.0001</b>
Bloc x Traitement	18	1.569	0.114

La figure 2 montre l'effet répulsif majeur des alcools de feuille verte vis-à-vis du scolyte érodé.

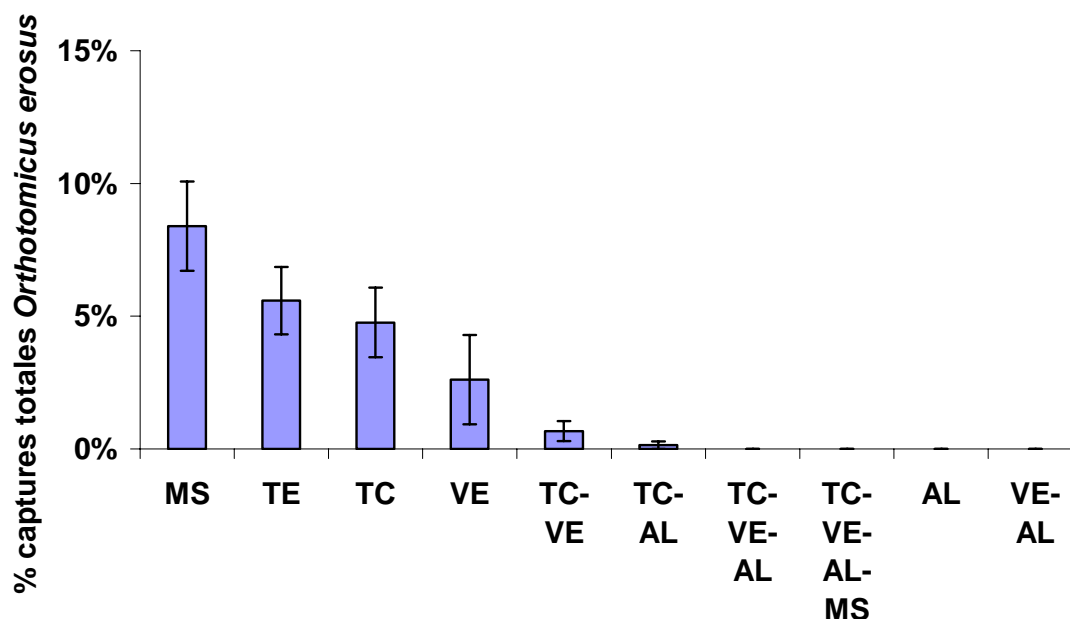


Figure 2. Pourcentage de capture de *Orthotomicus erosus* dans les pièges à phéromone par type de mélange de composés volatils (2005)

Un test de comparaison des moyennes de Tukey (tableau 3) révèle l'existence de trois groupes de traitements présentant des moyennes significativement différentes: le témoin avec le méthyl salicylate et la trans-conophtorine qui montrent une absence d'activité répulsive d'une part, les alcools et les combinaisons à plusieurs composés volatils incluant ces alcools présentant une forte activité de répulsion des scolytes érodés d'autre part, la verbénone se situant en position intermédiaire.

Tableau 3

Modalité	Groupes	
MS	A	
TC	A	B
TEmoin	A	B
VE		B C
TC-VE		C
TC-AL		C
VE-AL		C
TC-VE-AL-MS		C
TC-VE-AL		C
AL		C

Il apparaît donc que le méthyle salicylate n'exerce pas non plus d'activité répulsive vis-à-vis du scolyte érodé. En ce qui concerne les types de composés volatils pris un à un, les plus répulsifs sont les alcools de feuille verte, suivis de la verbénone et de la trans-conophthorine. L'ajout de la verbénone et de la trans-conophthorine aux alcools n'améliore pas l'activité du mélange. La verbénone et la trans-conophthorine semblent cumuler leur effet lorsqu'ils sont associés dans un mélange.

## **2.2. Expérience de 2006**

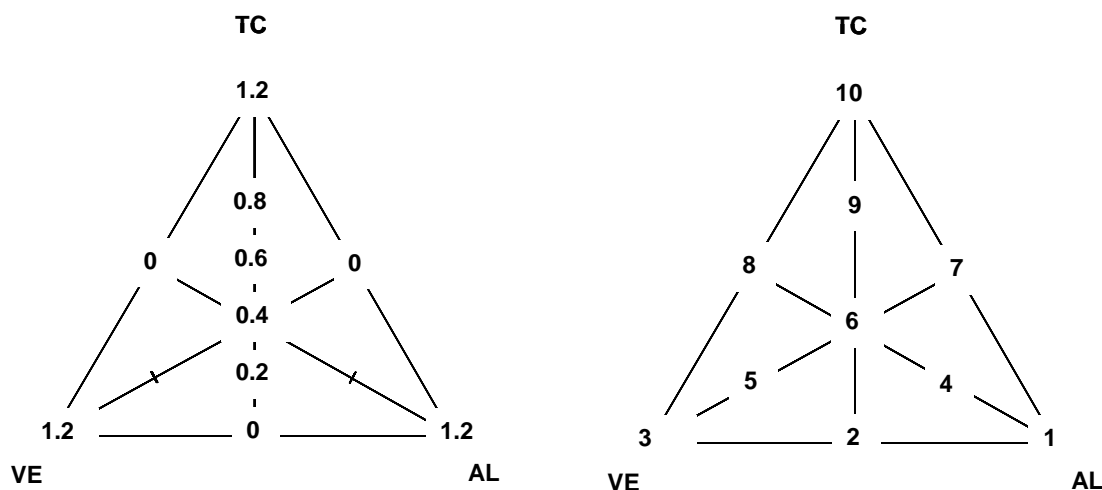
Cette deuxième expérimentation visait à optimiser la composition d'un mélange des 3 composés volatils ayant démontré une activité de répulsion vis-à-vis des scolytes: la verbénone (VE), la trans-conophthorine (TC), les alcools de feuille verte (AL). Pour cela différentes proportions de ces volatils devaient être testées de sorte que le taux de diffusion du mélange reste identique. Au total dix mélanges devaient être comparés au témoin (tableau 4).

Tableau 4. Liste des traitements

Mélange	trans-Conophthorine	Verbénone	Alcools C6-C8	taux de diffusion (mg/l)
1	0	0	1.2	1.2
2	0	0.6	0.6	1.2
3	0	1.2	0	1.2
4	0.2	0.2	0.8	1.2
5	0.2	0.8	0.2	1.2
6	0.4	0.4	0.4	1.2
7	0.6	0	0.6	1.2
8	0.6	0.6	0	1.2
9	0.8	0.2	0.2	1.2
10	1.2	0	0	1.2
témoin	0	0	0	0

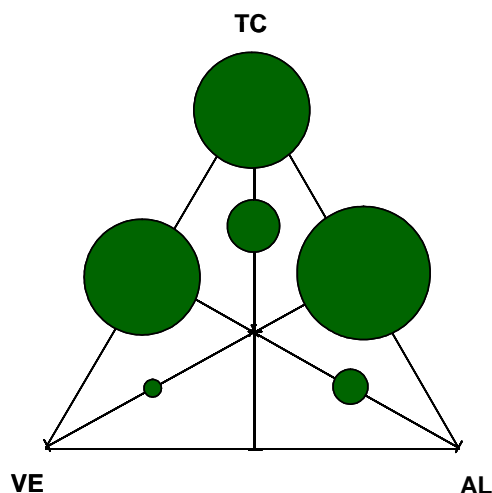
Comme en 2005, l'efficacité de ces traitements devait être testée en comparant les niveaux de capture de scolytes (*Ips sexdentatus* et *Orthotomicus erosus*) dans des pièges équipés d'un diffuseur de phéromone d'agrégation, associé ou non aux diffuseurs de répulsifs. Malheureusement nous avons eu de gros problèmes d'approvisionnement en *t*-conophthorine, les deux seuls producteurs mondiaux de cette molécule (Pherotech au Canada et Fytofarm en Slovaquie) étant en rupture de stock. La synthèse de cette molécule est longue et délicate, certains composés intermédiaires sont instables et très inflammables. Nous avons donc dû recourir aux réserves restantes de 2005 et n'avons pu établir de répétition des traitements. En conséquence les analyses statistiques ne peuvent être effectuées. Nous présentons donc des résultats bruts, pour montrer des tendances. En outre le retard engendré par l'attente des diffuseurs de *t*-conophthorine nous a obligés à réaliser le piégeage en novembre 2006, date à laquelle les scolytes érodés avaient déjà entamé leur hibernation. Nous n'avons donc des résultats que pour *Ips sexdentatus*.

Dans la figure 3, les sommets du triangle représentent les taux de diffusion les plus forts des 3 composés volatils (1.2 mg/jour); ils représentent donc les effets des mélanges 1, 3 et 10 respectivement (tableau 4). Le centre du triangle représente l'effet du mélange avec les 3 composés en proportion égale, soit le mélange 6.



**Figure 3.** Schéma triangulaire des doses (taux de diffusion en mg/j) de composés volatils dans les mélanges testés en 2006 et position des mélanges dans le schéma triangulaire des doses

Dans la figure 4, le diamètre des cercles est proportionnel au pourcentage de capture totale dans les pièges équipés des différents mélanges de composés volatils.



**Figure 4.** Schéma triangulaire des pourcentages de captures de *Ips sexdentatus* par type de mélange de composés volatils (2006). Les diamètres des cercles sont proportionnels aux % de capture.

Bien qu'impossible à tester statistiquement, les résultats de piégeage montre clairement que, à la dose testée de 1.2 mg/jour, la trans-conophthorine n'exerce pas d'activité répulsive vis-à-vis du scolyte sténographe. En revanche, les alcools de feuille verte ou la verbénone, utilisées purs, ont permis de réduire à zéro les captures d'*Ips sexdentatus* dans les pièges à phéromone.

## 2.2. Expérience de 2007

L'expérience de l'automne 2007 a repris le principe de celle de 2006. Les mêmes mélanges (tableau 5) ont été testés mais avec des taux de diffusion de composés volatils 10 fois plus élevés (total de 12mg/j).

Tableau 5. Liste des traitements

Mélange	trans-Conophthorine	Verbénone	Alcools C6-C8	taux de diffusion (mg/j)
1	0	0	12	12
2	0	6	6	12
3	0	12	0	12
4	2	2	8	12
5	2	8	2	12
6	4	4	4	12
7	6	0	6	12
8	6	6	0	12
9	8	2	2	12
10	12	0	0	12
témoin	0	0	0	0

Pour tester l'efficacité des traitements (tableau 3), nous avons comparé les niveaux de capture de scolytes (*Ips sexdentatus* et *Orthotomicus erosus*) dans des pièges équipés d'un diffuseur de phéromone d'agrégation et associé ou non aux diffuseurs de répulsifs. Au total cinq relevés ont été réalisés, avec permutation de l'emplacement des pièges à chaque relevé.

L'analyse de variance sur les pourcentages de captures totales de *Ips sexdentatus* montre un effet très significatif du traitement c'est-à-dire du type de mélange des composés répulsifs.

Source	DDL	F	Pr > F
Traitement	10	2.943	<b>0.006</b>

La figure 5 montre que la plupart des mélanges de composés volatils permettent une réduction des captures de *Ips sexdentatus* dans les pièges à phéromone. En revanche les mélanges des mêmes composés produisent des résultats variés, suggérant un effet des proportions relatives de chaque composé.



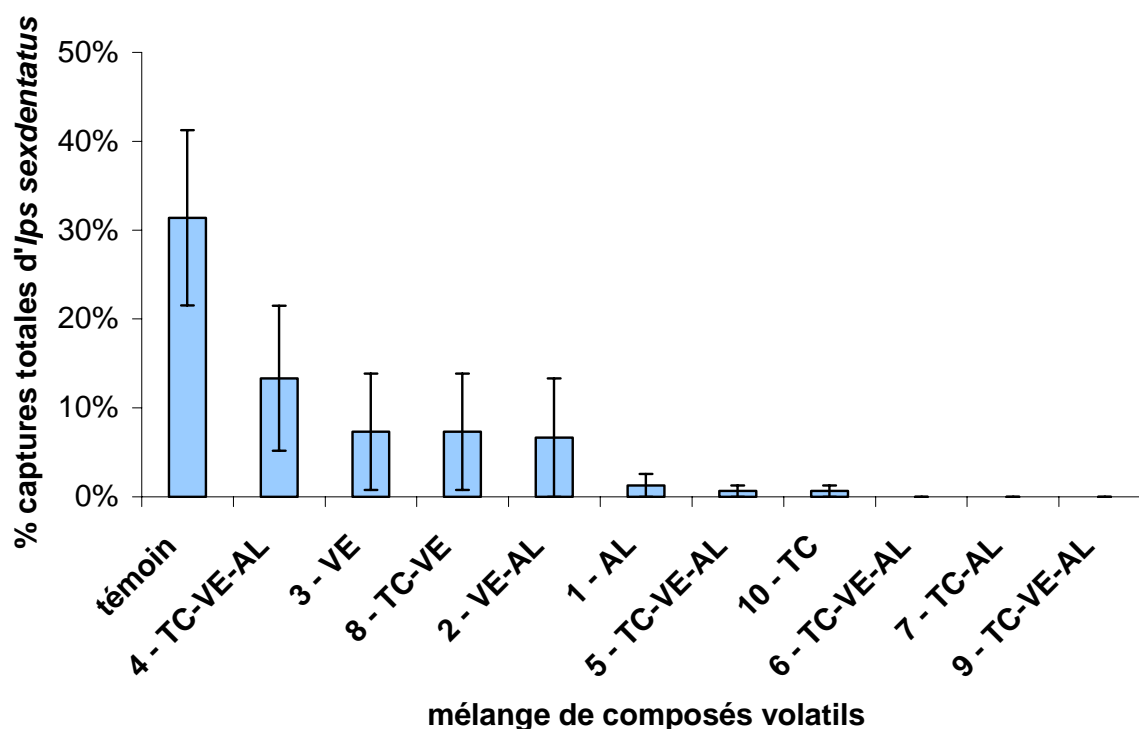


Figure 5. Pourcentage de capture de *Ips sexdentatus* dans les pièges à phéromone par type de mélange de composés volatils (2007)

Un test de comparaison de moyenne de Tukey (tableau 6) permet de regrouper les mélanges de composés volatils selon l'intensité de leur effet répulsif: les mélanges 4, 3, 8, 2 et 1 ne réduisent pas significativement les captures de scolyte sténographe dans les pièges à phéromone (non différents du témoin) alors que les mélanges 10, 5, 9, 6 et 7 ont une activité répulsive avérée.

Tableau 6

Mélange	TC	VE	AL	Groupes	
témoin	0	0	0	A	
4	2	2	8	A	B
3	0	12	0	A	B
8	6	6	0	A	B
2	0	6	6	A	B
1	0	0	12	A	B
10	12	0	0		B
5	2	8	2		B
9	8	2	2		B
6	4	4	4		B
7	6	0	6		B

L'examen de la figure 6 permet de montrer que la trans-conophtorine et les alcools de feuille verte, aux doses testées (2 à 12 mg/j) permettent seuls, ou en mélange avec d'autres volatils, de réduire significativement les niveaux de captures de *Ips sexdentatus* dans les pièges à phéromone. L'efficacité de la verbénone semble moindre.

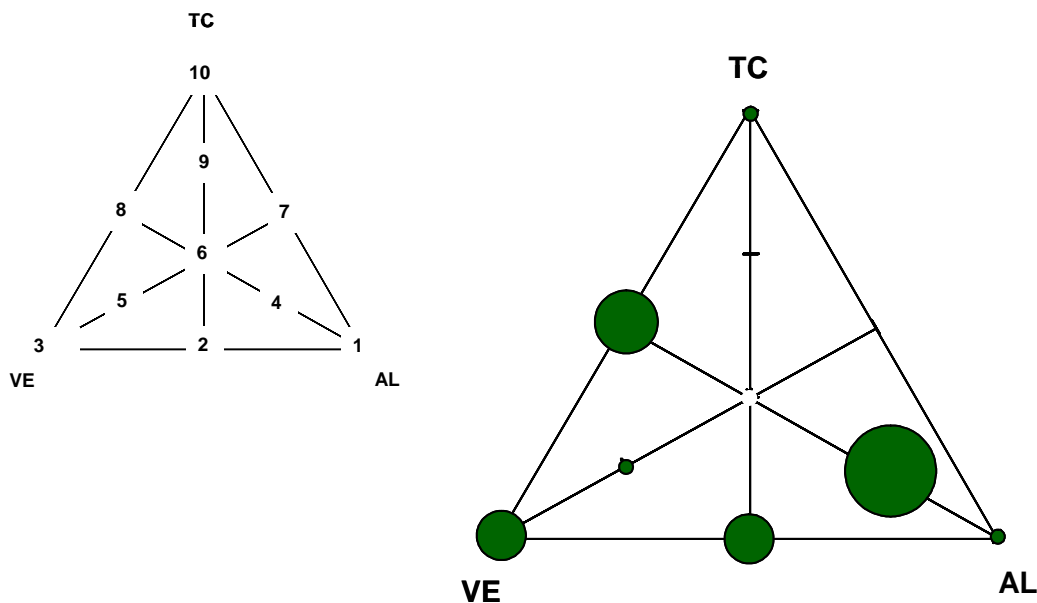


Figure 6. Schéma triangulaire des pourcentages de captures de *Ips sexdentatus* par type de mélange de composés volatils (2007). Les diamètres des cercles sont proportionnels aux % de capture.

La figure 7 permet encore de préciser ces résultats. Il y apparaît clairement que l'activité de répulsion de la trans-conophthorine, indépendamment de la présence des autres composés, présente un effet dose. A l'inverse la contribution des deux autres répulsifs à l'activité répulsive des mélanges semble dépendante de la composition de ces derniers.

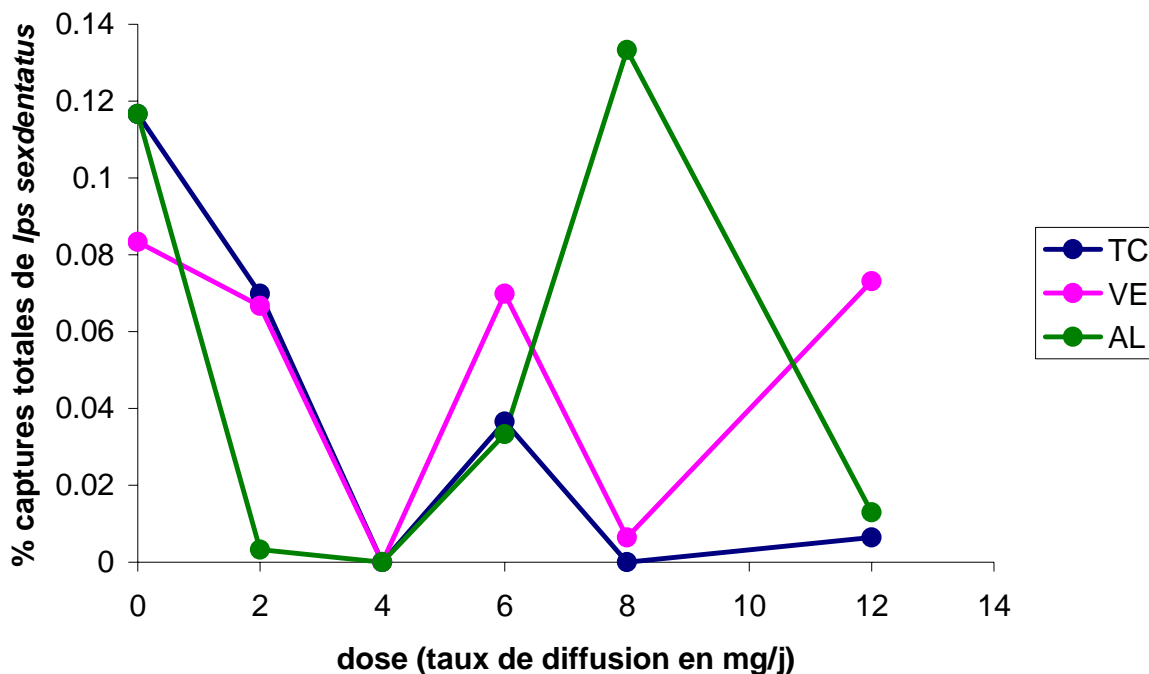
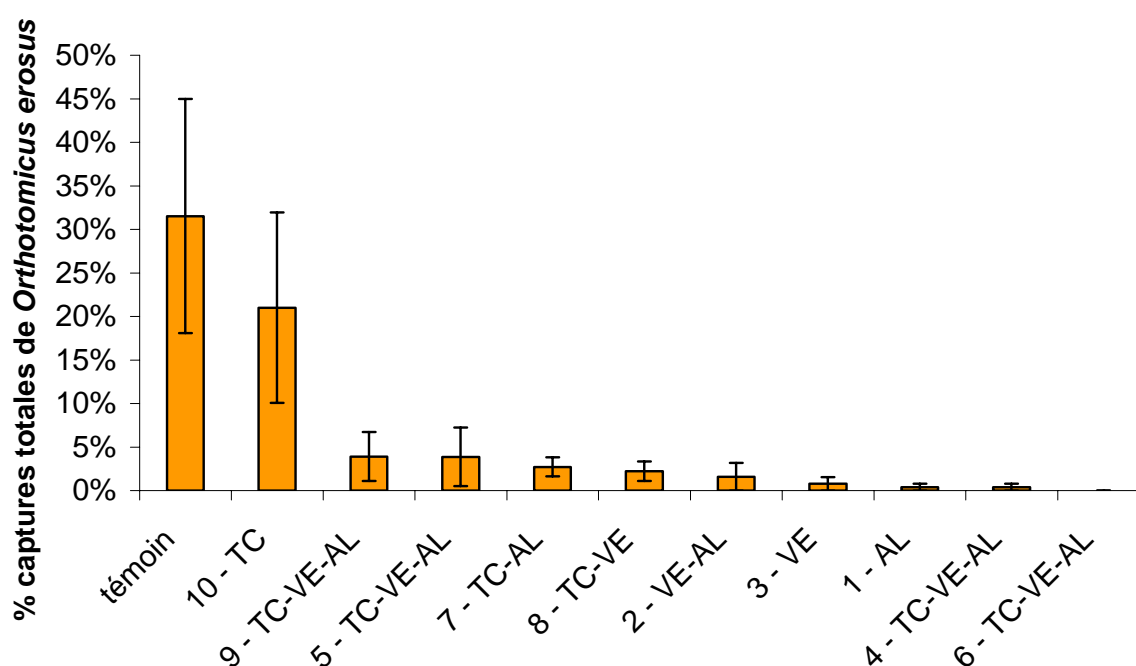


Figure 7. Moyenne des pourcentage de capture de *Ips sexdentatus* dans les pièges à phéromone en fonction de la dose des composés répulsifs pris individuellement.

L'analyse de variance sur les pourcentages de captures totales de *Orthotomicus erosus* montre un effet très significatif du traitement c'est-à-dire du type de mélange des composés répulsifs.

Source	DDL	F	Pr > F
Traitement	10	2.778	<b>0.019</b>

La figure 8 montre que les mélanges de composés volatils comprenant des alcools de feuille verte et/ou de verbénone permettent une réduction des captures de *Orthotomicus erosus* dans les pièges à phéromone. Les résultats de 2007 confirment ceux de 2005, à savoir l'effet négligeable de la trans-conophthorine sur le scolyte érodé.



**Figure 8.** Pourcentage de capture de *Orthotomicus erosus* dans les pièges à phéromone par type de mélange de composés volatils (2007)

Un test de comparaison de moyenne (tableau 7) permet de regrouper les mélanges de composés volatils selon l'intensité de leur effet répulsif: le mélanges 10 (TC seule) ne réduit pas significativement les captures de scolyte érodé dans les pièges à phéromone (non différents du témoin), les mélanges 1, 2, 3, 4 et 6 ont une activité répulsive avérée, alors que les mélanges 5, 7, 8 et 9 ont une efficacité intermédiaire. Les mélanges les plus efficace semblent ceux où la proportion en alcools ou verbénone est la plus forte.

Tableau 7

Mélange	TC	VE	AL	Groupes		
Témoin	0	0	0	A		
10	12	0	0	A	B	
9	8	2	2		B	C
7	6	0	6		B	C
5	2	8	2		B	C
8	6	6	0		B	C
2	0	6	6			C
3	0	12	0			C
1	0	0	12			C
4	2	2	8			C
6	4	4	4			C

L'observation de la figure 9 permet de confirmer que la trans-conophthorine même à dose élevée ne permet pas de réduire significativement les niveaux de captures de *Orthotomicus erosus* dans les pièges à phéromone. A l'inverse, alcools et verbénone, s'avèrent répulsifs, même quand ils sont utilisés seuls.

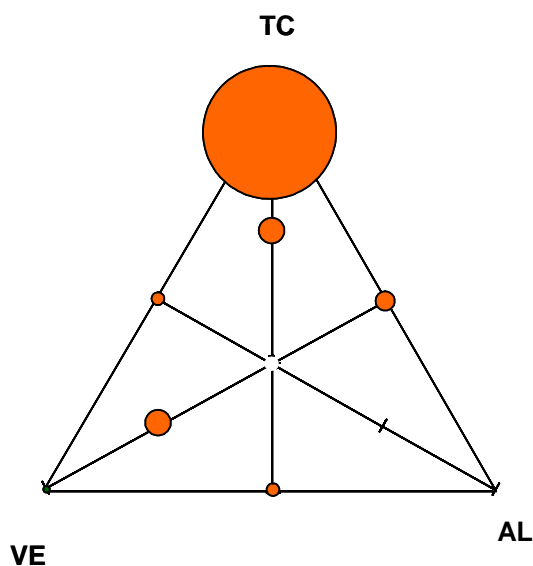


Figure 9. Schéma triangulaire des pourcentages de captures de *Orthotomicus erosus* par type de mélange de composés volatils (2007). Les diamètres des cercles sont proportionnels aux % de capture.

La figure 10 confirme ces résultats. Il y apparaît clairement que l'activité de répulsion de la verbenone et des alcools de feuille verte présentent un effet dose, indépendamment de la présence des autres composés. A l'inverse la contribution de la trans-conophthorine à l'activité répulsive des mélanges semble dépendante de la composition de ces derniers.

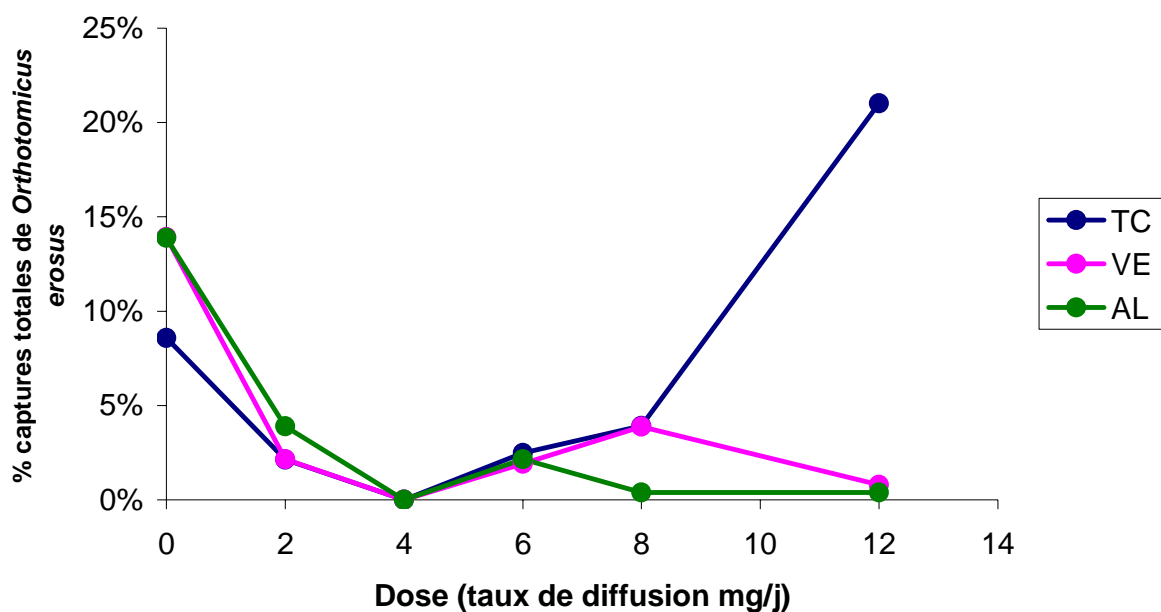


Figure 10. Pourcentage de capture de *Orthotomicus erosus* dans les pièges à phéromone en fonction de la dose des composés répulsifs pris individuellement.

### 3. Conclusions

#### 3.1. Optimisation d'un mélange de composés répulsifs vis-à-vis de *Ips sexdentatus*

Pour rechercher la composition optimale d'un mélange de composés répulsifs permettant de protéger les grumes de pin maritime contre les attaques du scolyte sténographe nous avons utilisé deux critères: l'efficacité et le coût. Comme indice d'efficacité nous avons considéré le pourcentage de captures totales dans les pièges à phéromone et retenu les mélanges qui permettaient une diminution des captures d'au moins 75% par rapport au témoin:

$$\text{Efficacité (\%)} = \frac{\text{Captures}_{\text{témoin}} - \text{Captures}_{\text{traitement}}}{\text{Captures}_{\text{témoin}}}$$

Nous avons aussi exclus les résultats de l'expérimentation de 2006 car leur valeur est limitée (pas de répétition et seuls des sténographes ont été piégés). Au total nous avons donc gardé 16 mélanges testés en 2005 et 2007 (Tableau 8).

Comme coût nous avons calculé le coût total du mélange en multipliant les coûts unitaires par les proportions dans le mélange (nous n'avons pas retenu le méthyle salicylate car il s'est avéré sans action contre les scolytes):

Trans-conophthorine	125.00 €/ ml
Verbenone	2.70 €/ ml
Alcools	1.20 €/ ml

Tableau 8: Composition, efficacité et coût des mélanges de répulsifs vis-à-vis de *Ips sexdentatus*

Expérience	mélange	TC mg/j	AL mg/j	VE mg/j	% capture	% capture dans le témoin	% réduction des captures	coût total / ml
2005	1	0	15	0	1%	7%	86%	19 €
2005	2	0	0	15	1%	7%	87%	41 €
2005	3	15	0	0	1%	7%	92%	1 875 €
2005	4	15	0	15	0%	7%	100%	1 916 €
2005	5	0	15	15	0%	7%	97%	59 €
2005	6	15	15	0	0%	7%	99%	1 894 €
2005	7	15	15	15	0%	7%	99%	1 934 €
2007	8	0	0	12	7%	31%	76%	32 €
2007	9	6	0	6	7%	31%	76%	766 €
2007	10	0	6	6	7%	31%	78%	24 €
2007	11	0	12	0	1%	31%	96%	15 €
2007	12	2	2	8	1%	31%	98%	274 €
2007	13	12	0	0	1%	31%	98%	1 500 €
2007	14	4	4	4	0%	31%	100%	516 €
2007	15	6	6	0	0%	31%	100%	758 €
2007	16	8	2	2	0%	31%	100%	1 008 €

Nous avons ensuite trié ce tableau par ordre croissant de coût (Tableau 9).

Tableau 9: Tableau 8 trié en fonction des coûts des mélanges de répulsifs vis-à-vis de *Ips sexdentatus*

expérience	mélange	TC	AL	VE	% capture	% capture dans le témoin	% réduction des captures	coût total / ml
2007	11	0	12	0	1%	31%	96%	15 €
2005	1	0	15	0	1%	7%	86%	19 €
2007	10	0	6	6	7%	31%	78%	24 €
2007	8	0	0	12	7%	31%	76%	32 €
2005	2	0	0	15	1%	7%	87%	41 €
2005	5	0	15	15	0%	7%	97%	59 €
2007	12	2	2	8	1%	31%	98%	274 €
2007	14	4	4	4	0%	31%	100%	516 €
2007	15	6	6	0	0%	31%	100%	758 €
2007	9	6	0	6	7%	31%	76%	766 €
2007	16	8	2	2	0%	31%	100%	1 008 €
2007	13	12	0	0	1%	31%	98%	1 500 €
2005	3	15	0	0	1%	7%	92%	1 875 €
2005	6	15	15	0	0%	7%	99%	1 894 €
2005	4	15	0	15	0%	7%	100%	1 916 €
2005	7	15	15	15	0%	7%	99%	1 934 €

Cette analyse croisée coût × efficacité montre assez clairement que l'utilisation des seuls alcools de feuille verte (hexanol et octanol) permettrait de réduire très significativement les attaques de *Ips sexdentatus* sur billons de pin maritime pour un coût modéré. L'adjonction de verbénone dans le mélange semble augmenter légèrement l'efficacité de la répulsion mais pour un coût plus élevé.

### 3.2. Optimisation d'un mélange de composés répulsifs vis-à-vis de *Orthotomicus erosus*

Nous avons adopté la même démarche pour rechercher la composition optimale d'un mélange de composés répulsifs permettant de protéger les grumes de pin maritime contre les attaques du scolyte érodé. Nous avons retenu en tout 14 mélanges (Tableaux 10 et 11).

Tableau 10: Composition, efficacité et coût des mélanges de répulsifs vis-à-vis de *Orthotomicus erosus*

expérience	mélange	TC mg/l	AL mg/l	VE mg/l	% capture	% capture dans le témoin	% réduction des captures	coût total / ml
2005	1	0	15	0	0%	6%	100%	19 €
2005	2	15	0	15	1%	6%	89%	1 916 €
2005	3	0	15	15	0%	6%	100%	59 €
2005	4	15	15	0	0%	6%	98%	1 894 €
2005	5	15	15	15	0%	6%	100%	1 934 €
2007	6	0	0	12	1%	32%	98%	32 €
2007	7	6	0	6	2%	32%	93%	766 €
2007	8	0	6	6	2%	32%	95%	24 €
2007	9	0	12	0	0%	32%	99%	15 €
2007	10	2	2	8	4%	32%	88%	274 €
2007	11	4	4	4	0%	32%	100%	516 €
2007	12	6	6	0	3%	32%	91%	758 €
2007	13	8	2	2	4%	32%	88%	1 008 €
2007	14	2	8	2	0%	32%	99%	265 €

Tableau 11: Tableau 9 trié en fonction des coûts des mélanges de répulsifs vis-à-vis de *Orthotomicus erosus*

expérience	mélange	TC	AL	VE	% capture	% capture dans le témoin	% réduction des captures	coût total / ml
2007	9	0	12	0	0%	32%	99%	15 €
2005	1	0	15	0	0%	6%	100%	19 €
2007	8	0	6	6	2%	32%	95%	24 €
2007	6	0	0	12	1%	32%	98%	32 €
2005	3	0	15	15	0%	6%	100%	59 €
2007	14	2	8	2	0%	32%	99%	265 €
2007	10	2	2	8	4%	32%	88%	274 €
2007	11	4	4	4	0%	32%	100%	516 €
2007	12	6	6	0	3%	32%	91%	758 €
2007	7	6	0	6	2%	32%	93%	766 €
2007	13	8	2	2	4%	32%	88%	1 008 €
2005	4	15	15	0	0%	6%	98%	1 894 €
2005	2	15	0	15	1%	6%	89%	1 916 €
2005	5	15	15	15	0%	6%	100%	1 934 €

Les résultats de cette analyse croisée pour le scolyte érodé sont très similaires à ceux trouvés pour le sténographe: les alcools de feuille verte ont un effet de réduction très significative de l'attraction des phéromones d'agrégations de l'érodé pour le coût le plus faible. La verbénone semble avoir une efficacité comparable pour un coût un peu supérieur.

---

Il nous semble donc possible de recommander:

- l'utilisation des alcools "de feuilles vertes" c'est-à-dire un mélange d'hexanol et d'octanol
  - pour réduire le risque d'attaque des grumes de pin maritime par les deux principales espèces de scolyte en forêt aquitaine: le sténographe et l'érodé
  - car cette formulation allie bonne efficacité répulsive et coût modéré.
- 

Les résultats obtenus semblent également indiqué un effet "dose" pour ces alcools "verts" laissant augurer la possibilité d'augmenter cette dose pour protéger des tas de grumes de fort volume. L'optimisation de ce dosage pour protéger des piles de bois stockés en bord de route constitue la prochaine étape du développement d'une méthode de prévention du risque "scolyte" en forêt aquitaine.