



Pesticides dans l'air ambiant :
Essais méthodologiques

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Convention 115/2003

F. MARLIERE

*Unité Qualité de l'Air
Direction des Risques Chroniques*

DÉCEMBRE 2003

Pesticides dans l'air ambiant :

Essais méthodologiques

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Convention 115/2003

financée par la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques (DPPR)

DÉCEMBRE 2003

**F.MARLIERE - M. ROUEZ – N. BOCQUET – MP STRUB
J. BEAUMONT – S. FABLE**

Ce document comporte 35 pages (hors couverture et annexes).

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	F. MARLIERE	R. PERRET	M. RAMEL
Qualité	Ingénieur de la DRC	Responsable Qualité de l'Air	Responsable LCSQA
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. RÉSUMÉ	3
2. PRESENTATION DES ESSAIS	4
2.1 appareillage des essais dynamiques	4
2.2 essai de vieillissement	4
3. RÉSULTATS.....	6
3.1 vieillissement des échantillons	6
3.2 conservation des échantillons.....	9
3.3 conditionnement de la verrerie.....	11
3.4 influence de la hauteur de mousse.....	13
3.5 influence du débit de prélèvement.....	17
3.6 influence du temps de prélèvement.....	20
3.7 influence de la quantité dopée.....	26
3.8 Comparaison Digitel DA80 / Partisol	29
4. CONCLUSION	33

1. RESUME

Le groupe de travail « pesticides » a parmi ses objectifs la rédaction d'un document guide méthodologique destiné aux AASQAs souhaitant effectuer des mesures de pesticides dans l'air ambiant. L'existence de ce document permettra d'harmoniser les pratiques de prélèvements, au moins au niveau des AASQAs.

Actuellement dans sa phase d'élaboration, la version actuelle du guide méthodologique est construite sur la base du savoir-faire du LCSQA/INERIS et de quelques AASQAs particulièrement intéressées par le sujet, et pour certains aspects sur les documents EPA TO-4A et TO-10A.

La finalisation du document demandait la réalisation de tests méthodologiques afin de valider un certain nombre de pratiques.

Le présent rapport vise à répondre à ces interrogations portant sur les conditions de prélèvement (débit, durée), l'équivalence des prélèvements bas et haut débits, les limites d'utilisation en terme de gamme de concentrations, les conditions de stockage et la durée de conservation des échantillons, le conditionnement de la verrerie.

Pour ce faire, des essais statiques et dynamiques simulant les différentes conditions expérimentales ont été réalisés sur la base de dopages de quantités connues. Les résultats sont exploités en terme de taux de récupération.

Les principales informations retirées de ces essais sont :

- L'intérêt d'utiliser des mousses de 75 mm de hauteur pour le Digitel DA80,
- La validation des conditions de prélèvement à 30 m³/h et 24h, 15 m³/h et 24-72h,
- l'équivalence du prélèvement 1 jour à 30 m³/h (DA80) - 7 jours à 1 m³/h (Partisol) pour la plupart des substances étudiées,
- une gamme de concentration mesurable de la limite de détection à 100 ng/m³ environ pour le Digitel,
- la possibilité de simplifier le conditionnement de la verrerie en réalisant une simple calcination,
- La nécessité de ne pas dépasser un délai de 24h à température ambiante avant la mise au réfrigérateur/congélateur au laboratoire d'analyse, sauf à perdre une forte proportion des composés légers,
- la possibilité de la conservation des échantillons ou des extraits au congélateur sans dégradation notable pendant une durée supérieure à 1 mois.

On doit souligner par ailleurs que la procédure de prélèvement sur filtre + mousse n'est pas satisfaisante pour les composés comme le dichlorvos, le lindane et la trifluraline.

2. PRESENTATION DES ESSAIS

2.1 APPAREILLAGE DES ESSAIS DYNAMIQUES

Les essais de migration et perçage de support de piégeage ont été réalisés sur Digital DA80 et Partisol PUF. Les préleveurs ont été placés en sortie d'un générateur d'air de zéro comportant une pompe à haut débit d'air (environ 100 m³/h), aspirant l'air extérieur, reliée à un « épurateur » de grande capacité constitué d'une couronne circulaire de charbon actif et d'une série de filtres en son centre. Le flux d'air est contraint de traverser la couronne de charbon dans un mouvement circulaire ascendant puis est filtré de ses particules de carbone avant d'être canalisé vers la zone d'aspiration des préleveurs. L'appareillage fonctionne en continu. L'air qui alimente les préleveurs est à une température moyenne de 25°C.

Les filtres ont été dopés à l'aide de seringues micrométriques et de solutions concentrées de pesticides (concentration : 80 µg/ml). Les solutions sont déposées sur les filtres en plusieurs points répartis sur l'ensemble de la surface. Les filtres sont ensuite placés dans les préleveurs ainsi que les mousses appropriées aux débit et temps de prélèvement définis.

Dans la mesure du possible, chaque essai a été reproduit 2 fois voire triplé afin de bénéficier d'un aperçu de leur répétabilité globale (dopage + migration/perçage + analyse).

2.2 ESSAI DE VIEILLISSEMENT

Les essais de vieillissement d'échantillons ont été réalisés sur des mousses PUF de 50 mm de hauteur. Ils ont consisté à doper les mousses avec une quantité équivalente à un prélèvement de 24 h à 30 m³/h d'une concentration atmosphérique de 2 ng/m³ (soit 1.8 µg/mousse). Le même jour, l'ensemble des mousses a été dopé, emballé sous papier aluminium et mise en sachet individuel. Les mousses dopées ont été stockées au congélateur thermostaté à -20 °C. Les délais de conservation ont été fixés à T₀, T_{+7j}, T_{+15j}, T_{+30j}, T_{+60j}, T_{+90j} et T_{+150j}. Pour chaque échéance 3 mousses dopées ont été préparées. A la date prévue, les mousses concernées ont été décongelées, extraites (ASE/dichlorométhane) et analysées dans la même journée.

En parallèle, des simulations d'extraits ont été réalisés avec des quantités identiques aux mousses, puis ont été conservés au congélateur pour les mêmes délais de conservation. Aux échéances citées plus haut, 3 échantillons d'extraits ont fait l'objet d'analyses dans les mêmes conditions que les mousses.

De cette manière, les données analytiques doivent permettre de mettre en évidence les éventuelles dégradations des substances dans l'une des conditions de conservation. On rappelle en effet que les préconisations de l'EPA mentionnent la conservation d'un échantillon à une température inférieure à 4 °C pendant 7 jours maximum avant l'extraction, et 30 jours dans l'extrait avant analyse.

Les substances utilisées pour les dopages sont listées ainsi que leurs caractéristiques de volatilité dans le tableau ci-dessous.

Substances actives	Type	Pvap	H
alachlore	H	1,90E-03	2,10E-03
atrazine	H	4,00E-05	2,60E-03
carbaryl	I	4,10E-05	1,80E-06
chlorothalonil	F	7,70E-05	3,40E-02
chlorpyriphos éthyl	I	2,50E-03	1,75
deltaméthrine	I	1,24E-08	3,10E-02
diazinon	I	8,00E-03	1,15E-02
dichlorvos	I	0,3	0,19
diflufenicanil	H	7,07E-05	0,033
diuron	H	9,20E-06	5,10E-05
époxiconazole	F	<0.01e-3	-
endosulfan	I	2,30E-05	2,90E-02
fenoxaprop ethyl	H	2,00E-06	5,57E-04
fenpropimorphe	F	2,30E-03	0,16
folpel	F	2,00E-05	7,8 E-03
isoproturon	H	3,30E-06	9,7e-6
krésoxim-methyl	F	2,30E-06	3,60E-04
lindane (gamma HCH)	I	1,20E-03	0,98
malathion	I	1,10E-03	2,80E-03
métolachlore	H	1,70E-03	9,10E-04
oxadiazon	H	1,04E-03	3,57E-07
parathion methyl	I	2,00E-04	9,60E-04
perméthrine	I	1,70E-06	3,33E-03
tau-fluvalinate	I	<13.3e-6	-
tébuconazole	F	9,70E-07	1,20E-05
terbuthylazine	H	1,50E-04	4,00E-03
trifluraline	H	1,50E-02	16,8

Tableau 1 : Volatilité des substances recherchées (Pvap à Tambiante en Pa)

3. RESULTATS

3.1 VIEILLISSEMENT DES ECHANTILLONS

Les résultats des essais de vieillissement sont présentés, selon le type d'analyse mis en œuvre, sous forme d'histogrammes représentant le taux de récupération de chaque substance, et dont chaque barre correspond à la moyenne des résultats d'analyse des 3 échantillons préparés. Pour chaque substance, les barres se succèdent selon la durée de la conservation.

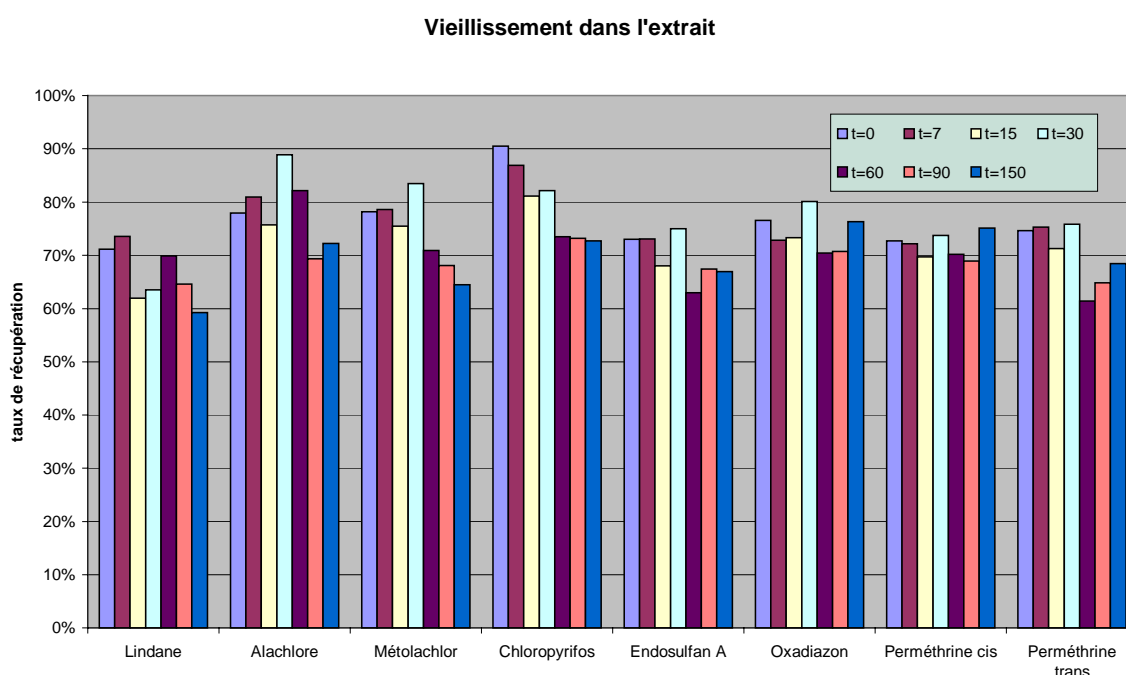


Figure 1 : Substances analysées en CG/ECD

L'examen des histogrammes montre que les substances utilisées pour les dopages ne subissent pas de dégradation lorsqu'elles sont conservées dans l'extrait de dichlorométhane. Les écarts observés sont uniquement liés aux incertitudes analytiques.

On note par exemple que le folpel dans l'extrait affiche une décroissance sensible, mais celle-ci n'est pas significative lorsque l'on tient compte des écarts-types analytiques (20 à 30 % selon les barres).

On note que le tau-fluvalinate n'est pas repris sur les graphiques car il présente des valeurs aberrantes en raison d'une interférence non résolue avec les perméthrines cis et trans.

De même les résultats du chlorothalonil sont à prendre sous réserve car il a présenté un rendement d'extraction et une limite de détection moins bons que d'habitude.

Vieillessement dans l'extrait

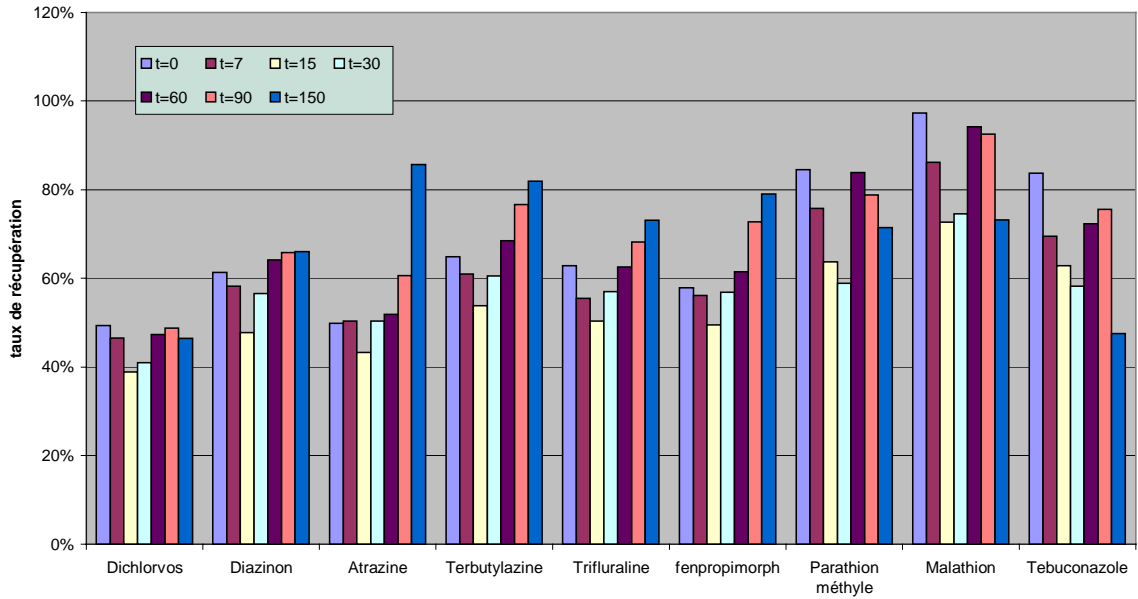


Figure 2 : Substances analysées en CG/TSD

Vieillessement dans l'extrait

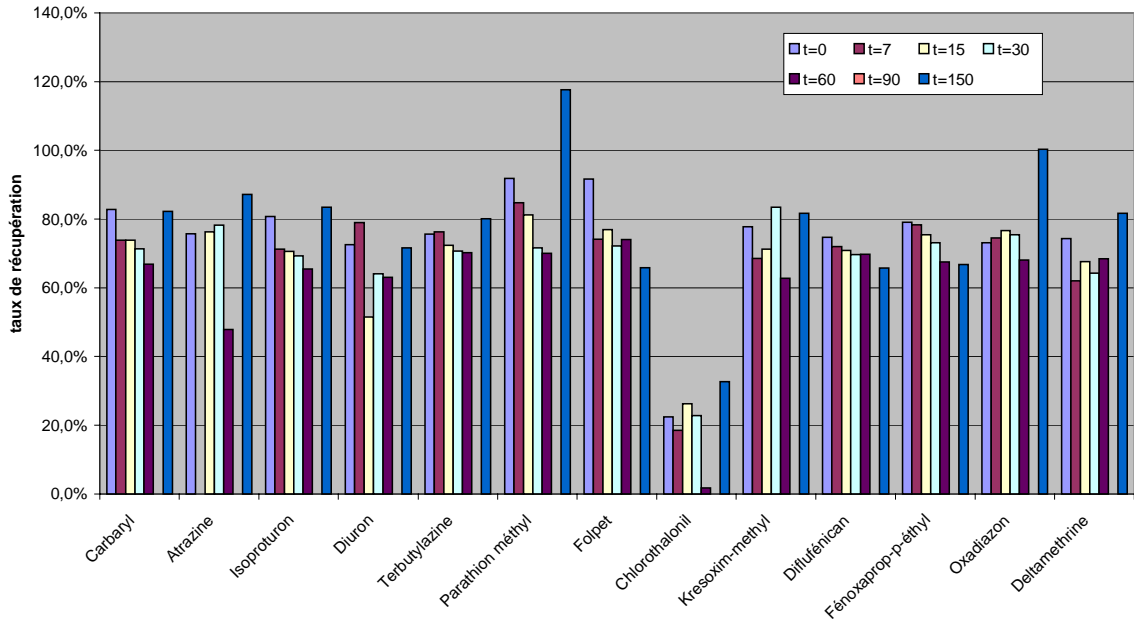


Figure 3 : Substances analysées en HPLC

Vieillessement sur mousse

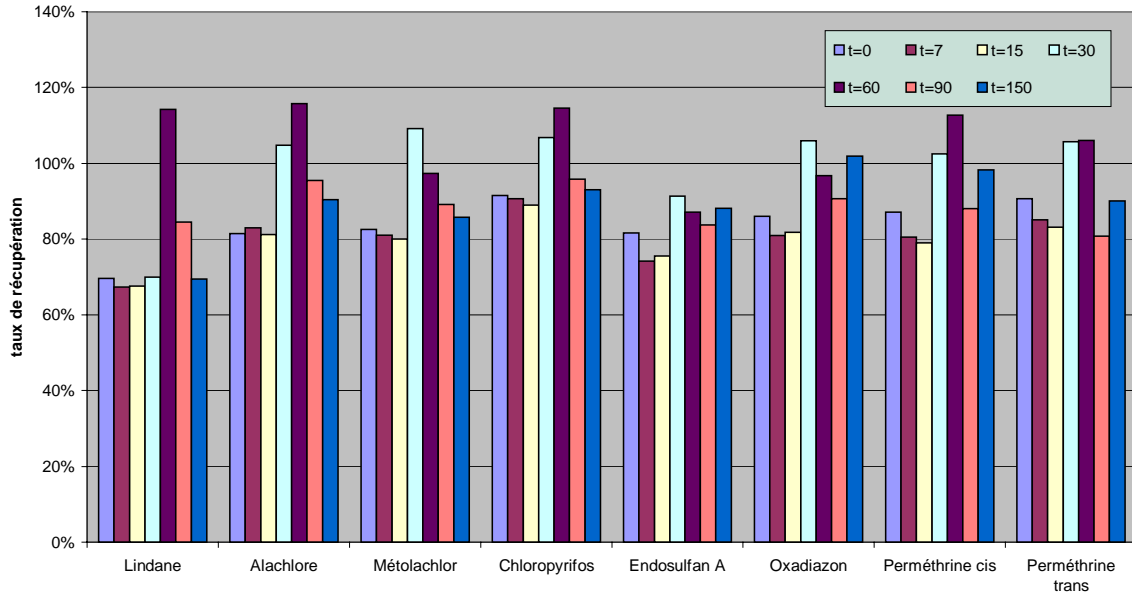


Figure 4 : Substances analysées en CG/ECD

Quelle que soit la substance considérée, les taux de récupération des essais de vieillissement sur mousse sont homogènes avec ceux obtenus dans l'extrait. Ils ne présentent pas de décroissance significative traduisant une quelconque dégradation. On note cependant une dispersion plus importante des valeurs en raison des impuretés libérées par la mousse lors de l'étape d'extraction et qui perturbent quelque peu les analyses.

Vieillessement sur la mousse

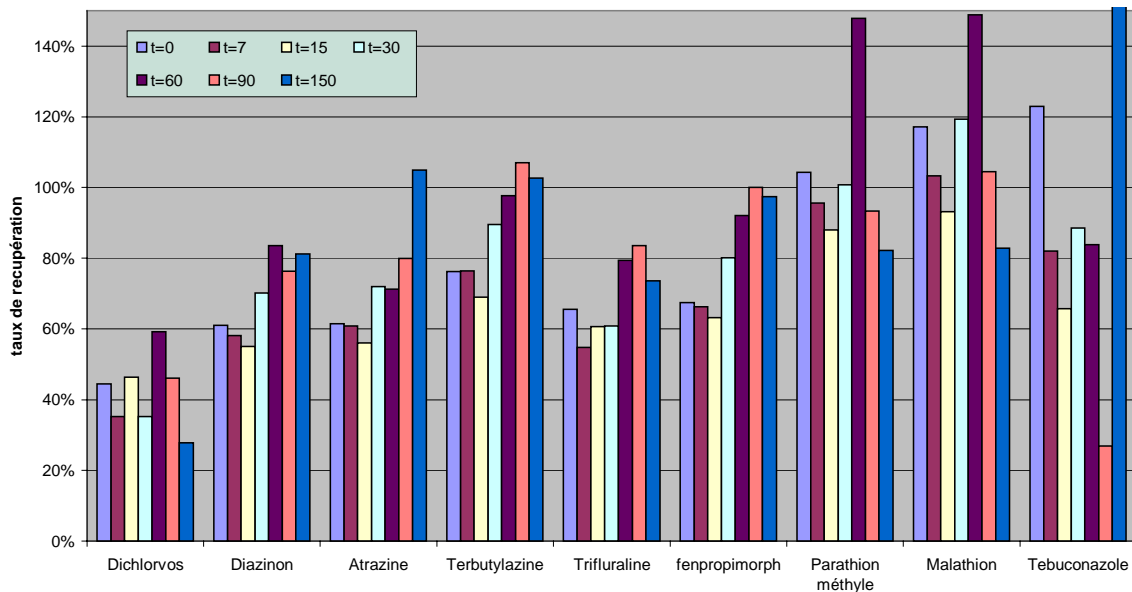


Figure 5 : Substances analysées en CG/TSD

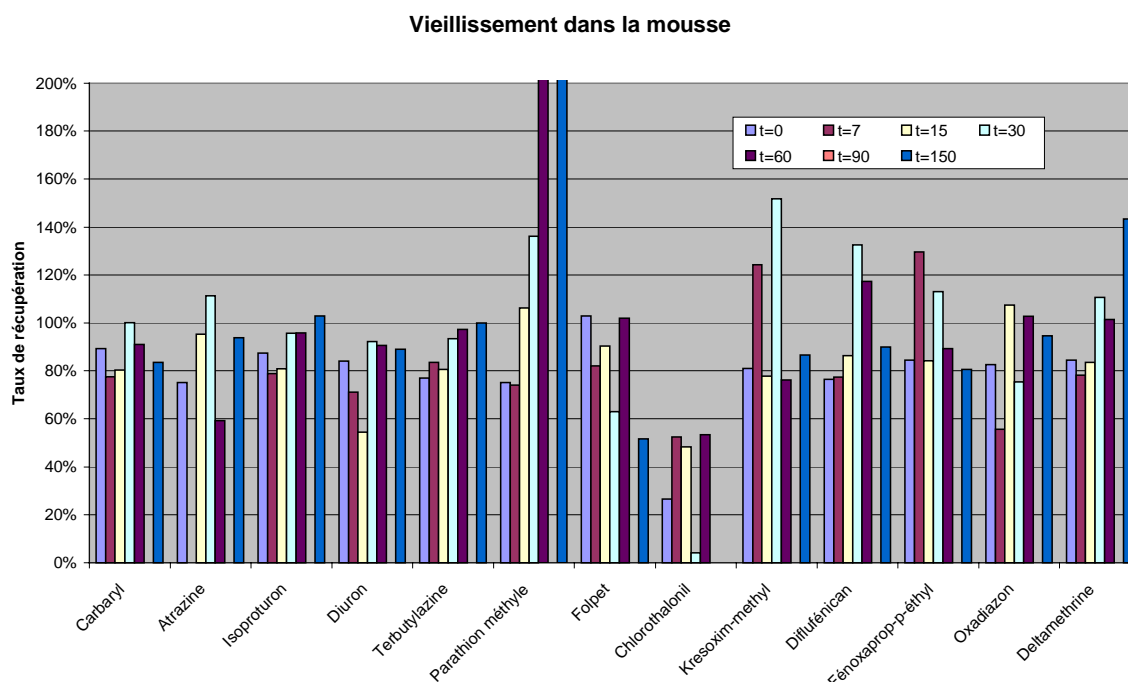


Figure 6 : Substances analysées en HPLC

On notera enfin que la présence de givre dans les échantillons de mousse n’a pas semblé entraîner de phénomène de dégradation (hydrolyse ?) significatif.

3.2 CONSERVATION DES ECHANTILLONS

A l’issue des phases de prélèvement, les échantillons retirés des préleveurs peuvent être stockés dans diverses conditions de froid et de durée avant d’être extraits. Nous avons vu plus haut que le stockage au congélateur n’entraîne aucune dégradation des échantillons, mais il est essentiel de connaître l’influence des conditions de stockage des échantillons dans la phase précédent leur remise au laboratoire d’analyse afin d’éviter toute détérioration.

Pour ce faire, nous avons dopé des mousses pour Digital DA80 avec 20 µl de solutions à 80 µg/ml, puis ces mousses ont été emballées individuellement dans un papier aluminium et mises sous sachet plastique. Les échantillons ainsi conditionnés ont été conservés pour les uns pendant 24h, 48h et 1 semaine à température ambiante, pour les autres 24h, 48h et 1 semaine au réfrigérateur à une température inférieure à 4 °C (tel que préconisée par l’EPA), avant d’être extraits et analysés.

Les résultats sont présentés sous plusieurs histogrammes selon la durée de cette phase transitoire.

Pour une durée de stockage de 24h, on relève peu de variations significatives sauf dans le cas du dichlorvos où le taux de récupération semble amélioré d’un facteur 2 par un stockage au froid. On retiendra que ce composé fait partie des plus volatils de notre liste (voir tableau 1). Dans l’ensemble, les résultats du stockage froid sont moins dispersés qu’à température ambiante. A noter que le tébuconazole a donné lieu à un résultat aberrant.

La remarque concernant le dichlorvos est aussi valable pour un stockage de 48h. On note que dans l'ensemble les écarts entre les résultats de même type sont plus resserrés

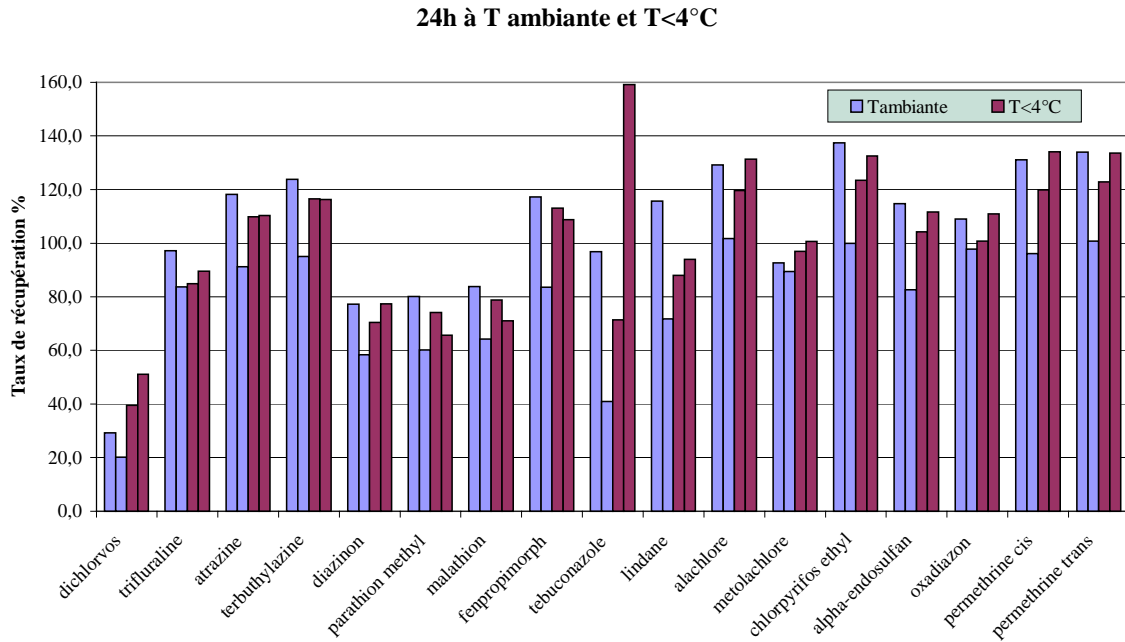


Figure 7 : dopage 20 µl stocké 24 h à Tamb et <4°C

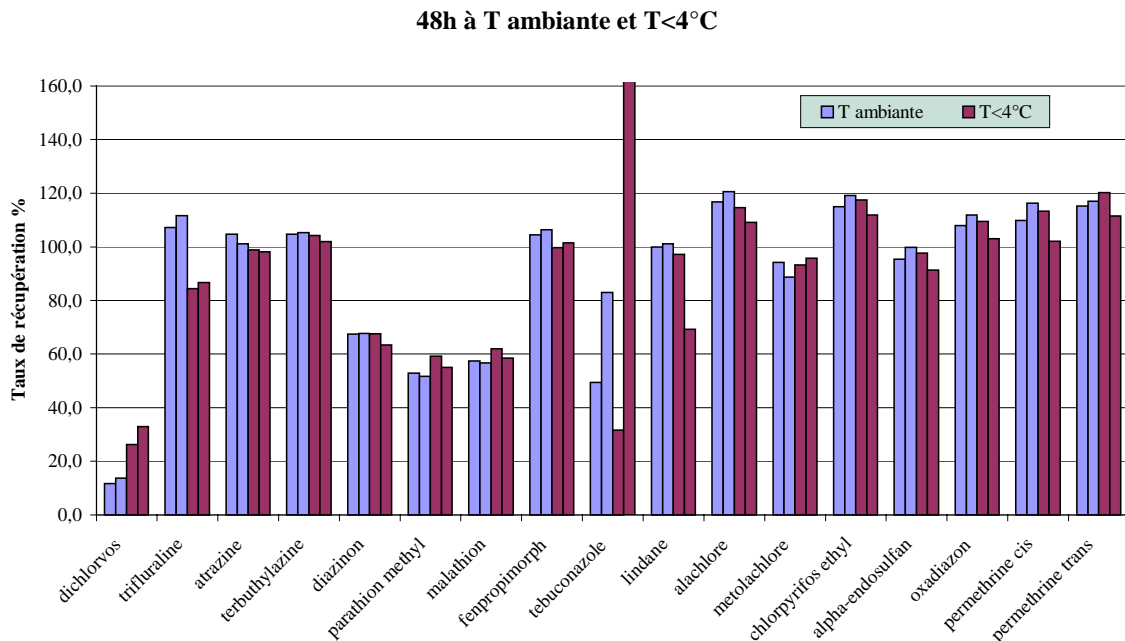


Figure 8 : dopage 20 µl stocké 48 h à Tamb et <4°C

1 semaine à T ambiante et à T<4°C

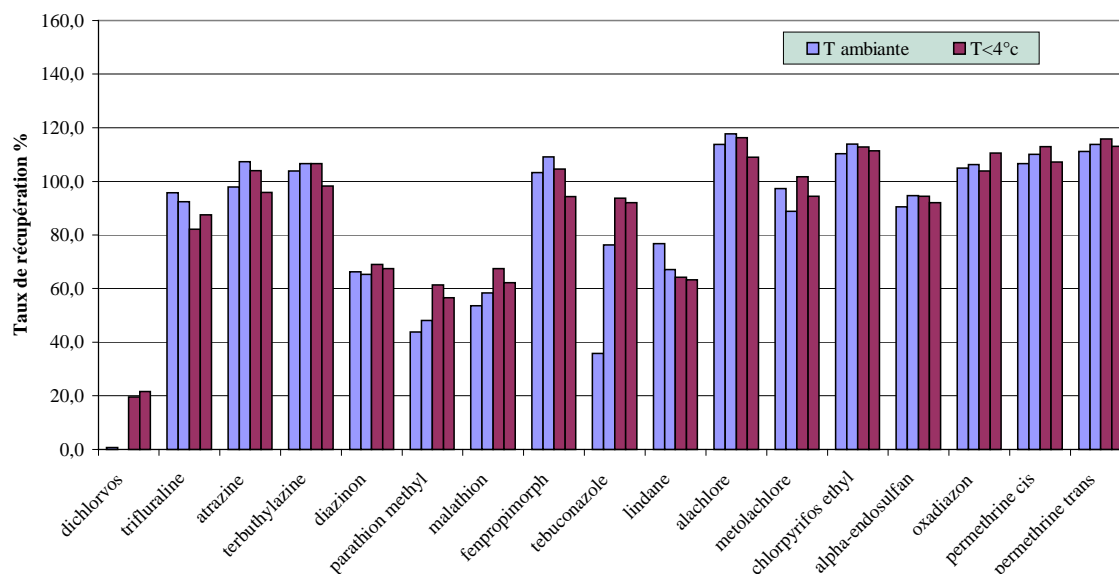


Figure 9 : dopage 20 µl stocké 1 semaine à Tamb et <4°C

Après une semaine de stockage, les variations sont plus apparentes. Le dichlorvos a disparu des échantillons maintenus à température ambiante, le malathion, le parathion et le tébuconazole voient leur taux de récupération diminuer.

Si l'on compare les histogrammes entre eux, on remarque que **certaines substances présentent un taux de récupération qui diminue dans le temps**. C'est le cas du dichlorvos qui passe en 7 jours de 40 à 20 %, mais aussi du lindane qui chute de 90 à 60 % pour le stockage froid. On pourrait en conclure que les composés les plus volatils sont les plus sensibles aux conditions de stockage si la trifluraline ne demeurerait pas stable tout au long des essais.

Globalement, on constate donc un intérêt certain à conserver les échantillons au froid et pour une durée aussi brève que possible (24h maximum), si l'on souhaite éviter les pertes d'informations, notamment en ce qui concerne les substances les plus volatiles. Au delà de 24 h, il est conseillé de conserver les échantillons au congélateur.

3.3 CONDITIONNEMENT DE LA VERRERIE

Le conditionnement de la verrerie destinée à conserver les filtres (boîtes de Pétri) et les mousses (nacelles) est une étape essentielle à la qualité des mesures. Il est impératif d'éliminer toute contamination de ces éléments généralement réutilisés après chaque campagne de mesure. Pour ce faire, la procédure de nettoyage mise en œuvre par l'INERIS est plutôt « maximaliste » et présente un caractère fastidieux pour les opérateurs concernés.

La verrerie (boîtes de pétri et nacelles) est passée dans une cuve à ultrasons (avec de l'eau déminéralisée et des détergents) pendant 15 minutes. Elle est rincée successivement à l'eau, à l'eau déminéralisée, puis à l'acétone. Après séchage à l'air libre, la verrerie subit un dernier rinçage au dichlorométhane (qualité pestipur). Enfin la verrerie Pyrex est calcinée à 500°C pendant 2 heures avant son utilisation. La verrerie est alors conservée dans du papier aluminium calciné.

N.B. : à noter que la verrerie dite « blanche » peut être calcinée comme celle de qualité « pyrex » dans la mesure où elle est placée au départ dans un four froid, la pente de chauffe doit être lente (2 h minimum entre 20 et 500 °C), la température du palier ne doit pas excéder 500 °C (sinon le verre se déforme), enfin le retrait de la verrerie doit être effectué une fois le four totalement refroidi.

Afin de vérifier la nécessité de ces diverses opérations, nous avons procédé à une contamination de boîtes de Pétri (voir tableau ci-dessous). Une partie des boîtes a subit le nettoyage complet, l'autre une simple calcination, puis un rinçage a été effectué sur chacune d'entre elles avec 50 ml de dichlorométhane afin d'extraire la contamination résiduelle. Ces essais ont été dupliqués. Les extraits ont ensuite été analysés. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant.

	Lavage classique		Calcination		Blanc solvant	Contamination
dichlorvos	ND	ND	ND	ND	ND	1940
trifluraline	ND	ND	ND	ND	ND	1490
atrazine	ND	ND	ND	ND	ND	1690
terbuthylazine	ND	ND	ND	12	ND	1760
diazinon	12	12	ND	ND	ND	850
parathion methyl	ND	ND	6	ND	5	1940
malathion	ND	ND	ND	ND	ND	1730
fenpropimorph	ND	ND	ND	ND	ND	1620
tebuconazole	NS	NS	NS	NS	NS	1490
lindane	7	7	2	2	3	700
alachlore	13	12	25	17	5	5010
metolachlore	ND	ND	ND	3	5	5690
chlorpyrifos ethyl	9	ND	14	7	10	1810
alpha-endosulfan	6	5	5	3	5	680
oxadiazon	6	ND	11	17	7	1650
permethrine cis	46	ND	ND	ND	ND	2730
permethrine trans	139	ND	ND	ND	ND	7240
Carbaryl	ND	ND	ND	ND	ND	1632
Isoproturon	ND	ND	ND	ND	ND	1752
Diuron	ND	ND	ND	ND	ND	1680
Folpet	ND	ND	ND	ND	ND	1840
Chlorothalonil	ND	ND	ND	ND	ND	3344
Kresoxim-methyl	ND	ND	ND	ND	ND	2008
Diflufénican	ND	ND	ND	ND	ND	1928
Fénoxaprop-p-éthyl	ND	ND	ND	ND	ND	1624
Deltamethrine	ND	ND	ND	ND	ND	1672
Tau-fluvalinate	ND	ND	ND	ND	ND	1840

ND : non détecté

NS : non significatif (pb d'interférence analytique)

Tableau 2 : Contaminations initiale et résiduelle (en ng)

A la lecture du tableau, on constate que les différents conditionnements sont efficaces car les contaminations résiduelles correspondent au grand maximum à 2 % de la contamination initiale. **On ne note pas de différence sensible entre le lavage classique et la calcination** sauf peut-être dans le cas des perméthrines.

Compte-tenu de ces résultats, **il est estimé inutile de poursuivre la procédure de lavage à l'eau et au solvant, pour se limiter à la seule calcination.**

3.4 INFLUENCE DE LA HAUTEUR DE MOUSSE

Les prélèvements sur Digitel DA80 autorisent la mise en œuvre de mousses de diamètre constant mais de hauteur variable. Il est en effet possible d'utiliser soit une mousse de 50 mm, soit de 75 mm de hauteur. Jusqu'à présent, l'INERIS a utilisé les mousses de 50 mm alors que la plupart des AASQAs travaillent avec celles de 75 mm. Ce choix de l'INERIS était justifié par l'observation du déclenchement du Digitel DA80 (surcharge de la turbine) après quelques minutes de fonctionnement sur certains sites. L'hypothèse émise était que la tension d'alimentation du secteur pouvait varier selon les sites et entraîner le dysfonctionnement du préleveur. L'utilisation de mousses de 50 mm diminuant la perte de charge initiale permettait de s'affranchir de ce problème.

Les essais réalisés ont pour objectif de démontrer le gain significatif des mousses de taille supérieure sur leur capacité de rétention, ce qui doit théoriquement entraîner une limitation des phénomènes de perçage lors de prélèvements sur site.

Les essais ont consisté à doper des filtres à des concentrations équivalentes à 2 et 10 ng/m³, concentrations fréquemment mesurées sur sites, pour des conditions de débit et de durée respectivement fixées à 30 m³/h et 24h, ce qui correspond aux conditions d'utilisation les plus répandues pour ce type de préleveur. Ils sont ensuite associés à leur mousse sur le préleveur pour les conditions prédéfinies. Les filtres et les mousses sont ensuite analysés séparément. Les essais ont été triplés.

Les résultats sont présentés dans les tableaux et sur les graphiques ci-dessous en terme de taux de récupération moyen.

	18 µl / mousse 50 mm / 24h / 30m3/h				18 µl / mousse 75 mm / 24h / 30m3/h				Bilan global %	Bilan mousse %
	mousse		filtre		mousse		filtre			
dichlorvos	1,3								-100	-100
trifluraline										
atrazine	52,0	3,8	40,6	4,3	56,6	5,5	33,7	1,6	-3	9
terbuthylazine	56,0	9,2	39,2	3,1	57,9	7,7	33,8	1,9	-4	3
diazinon	9,3	8,1	66,6	9,2	23,2	8,3	43,3	8,5	-12	149
parathion methyl	92,7	5,6	1,8	0,3	93,2	4,6	0,9		0	1
malathion	10,1	11,0	85,9	7,3	10,1	9,4	58,3	11,0	-29	1
fenpropimorph	14,4		57,5	12,4			38,2	1,7	-47	-100
tebuconazole	33,9	3,5	129,6	17,6	331,1	223,1	132,2	18,7	183	876
lindane	22,5	2,1			29,8	15,7			33	33
alachlore	62,4	4,0	19,3	3,8	71,8	3,4	12,2	3,3	3	15
metolachlore	35,4	7,6	54,1	5,7	38,7	1,2	45,7	1,0	-6	9
chlorpyrifos ethyl	87,3	9,3	1,7	0,4	88,5	2,9	0,8		0	1
alpha-endosulfan	71,8	4,0	0,8	0,2	73,0	0,3	1,1	0,3	2	2
oxadiazon	59,1	13,3	199,3	1,0	34,5	41,8	185,7	29,0	-15	-42
permethrine cis			95,4	4,0			82,3	2,0	-14	
permethrine trans			94,5	10,9			78,5	4,2	-17	
Carbaryl	165,6	2,0	35,9	16,2	172,4	17,0	23,6	28,3	-3	4
Isoproturon	7,4		90,3	21,6			78,5	10,5	-20	-100
Diuron	5,6		84,9	1,2			65,0	20,0	-28	-100
Folpet	142,6	18,3	12,7	0,7	82,6	70,0	11,7		-39	-42
Chlorothalonil										
Kresoxim-methyl			90,5	0,9			107,6	58,6	19	
Diflufenican			193,2	14,8			169,7	32,8	-12	
Fénoxaprop-p-éthyl			253,7	21,7			192,9	17,5	-24	
Deltaméthrine			250,9	30,0			218,0	4,3	-13	
Tau-fluvalinate			698,7	2,9			604,2	21,4	-14	

Tableau 3 : Comparaison des taux de récupération (%) pour un dopage à 2 ng/m³

Les données du tableau 3 sont reprises sur les graphes 10 et 11 pour plus de lisibilité. Les résultats repris en jaune correspondent à des résultats aberrants (taux de récupération >150 %) et ne seront donc pas à prise en compte. Les résultats en petits caractères présentent les écarts-types des valeurs affichées sur les mousses ou les filtres. Le chlorothalonil est absent du tableau pour cause de présence d'impuretés.

De la lecture de ce tableau, il apparaît que certains composés tels la trifluraline ou le dichlorvos ne sont absolument pas retenus par la mousse, quelle que soit sa dimension. Le phénomène est un peu moins accentué dans le cas du lindane pour lequel on note une légère amélioration des performances pour la mousse de 75 mm, sans pour autant dépasser les 30 % de récupération. On observe que les composés lourds (tel le tau-fluvalinate, la deltaméthrine, le diflufénicanil, les perméthrines,...) ne migrent absolument pas et restent fixés sur le filtre. Les autres composés se répartissent entre les deux supports dans des proportions variables.

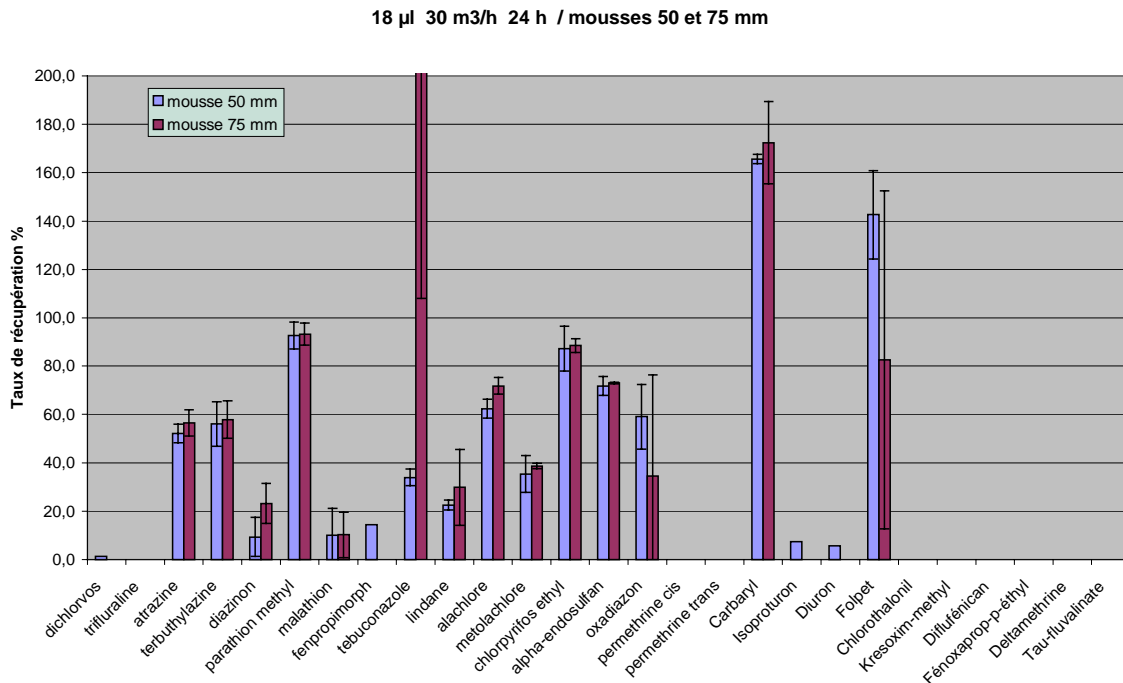


Figure 10 : Comparaison de l'efficacité de la mousse (dopage 2 ng/m³)

Dans l'ensemble, il ressort de la figure 10 que la mousse de 75 mm améliore la capacité de piégeage de quelques composés comme le diazinon, le tébuconazole ou encore le lindane à titre d'exemple. Pour autant les gains constatés ne sont pas très importants.

La figure 11 nous permet de constater que la plupart des substances est bien piégée à l'exception des plus volatiles.

A titre indicatif, les 2 dernières colonnes du tableau 3 listent les gains constatés en terme de taux de récupération, exprimés en pourcentage par rapport aux résultats de la mousse de 50 mm.

Comparaison de la capacité de rétention globale des supports à 30 m3/h pendant 24h (dopage 18 µl)

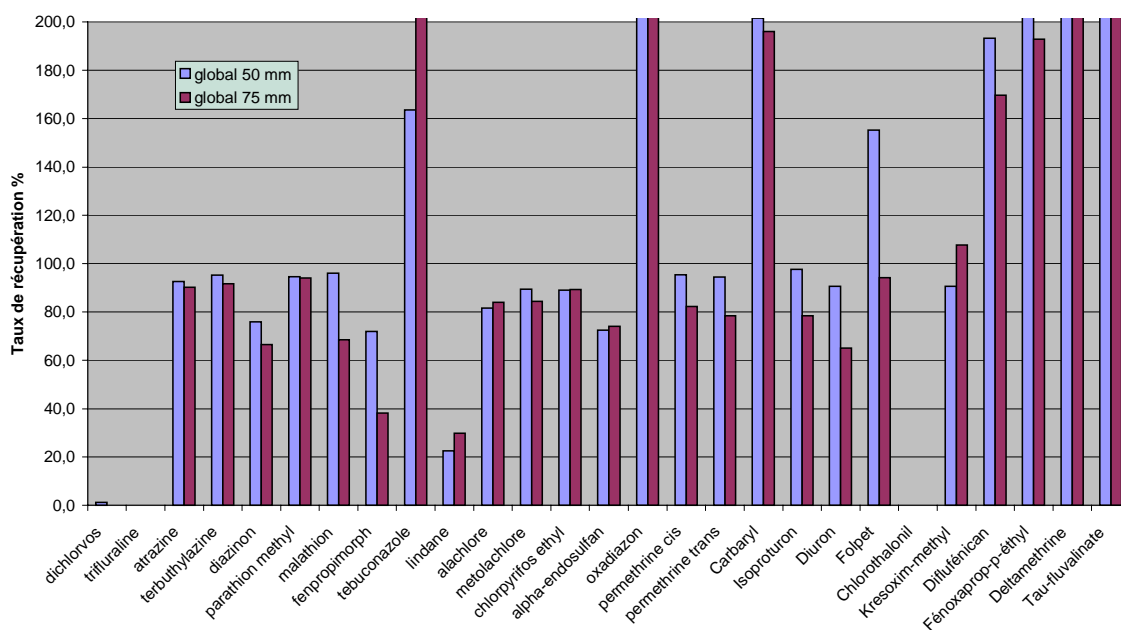


Figure 11 : Comparaison de l'efficacité globale des supports (dopage 2 ng/m³)

	90 µl / mousse 50 mm / 24h / 30m3/h				90 µl / mousse 75 mm / 24h / 30m3/h				Bilan global %	Bilan mousse %
	mousse		filtre		mousse		filtre			
dichlorvos	0,6	0,2	0,2		0,3	0,0	0,5	0,4	7	-46
trifluraline					50,6	3,5	2,9		+++	+++
atrazine	45,6	13,1	38,5	12,5	59,1	18,6	35,0	12,6	12	30
terbuthylazine	45,0	10,4	36,3	12,0	60,0	18,4	33,7	11,2	15	33
diazinon	10,6	1,1	42,4	2,2	29,9	28,1	34,5	17,6	21	182
parathion methyl	87,2	2,2	0,6	0,1	92,2	9,7	4,0	3,8	10	6
malathion	28,9	5,3	62,7	3,1	49,3	28,8	48,9	21,9	7	70
fenpropimorph	10,2	7,2	51,5	2,5	17,6	13,8	38,1	10,7	-10	72
tebuconazole	10,5	4,0	72,4	5,9	98,9	84,7	70,4	33,8	104	845
lindane	8,4	2,7			39,8	30,5			373	373
alachlore	52,9	1,1	12,8	7,5	66,7	11,5	16,9	12,4	27	26
metolachlore	30,2	3,4	51,0	11,5	39,8	8,5	50,8	15,8	12	32
chlorpyrifos ethyl	74,9	3,7			94,9	7,2	3,0	3,1	31	27
alpha-endosulfan	62,1	4,2	1,1	0,7	86,8	5,6	0,7	0,3	39	40
oxadiazon	97,4	54,8	139,6	49,5	68,9	43,1	141,4	66,1	-11	-29
permethrine cis			76,0	3,1			82,7	9,3	9	
permethrine trans			76,3	2,7			84,5	7,0	11	
Carbaryl	177,7	12,1	10,6	9,8	152,3	32,3	49,8	53,6	7	-14
Isoprotruron	8,4	5,5	81,2	10,3	11,5	7,1	74,5	10,5	-4	36
Diuron	4,1	3,6	68,0	4,2	15,2	13,7	69,8	16,1	18	273
Folpet	167,3	4,9			149,8	31,6	26,4	15,2	5	-10
Chlorothalonil	37,0	27,0			81,1	17,2			119	119
Kresoxim-methyl	12,4	5,0	72,2	2,7	20,5	9,9	86,4	19,0	26	65
Diflufenican			159,1	9,0			149,0	48,2	-6	
Fenoxaprop-p-ethyl	1,4		237,3	13,4			220,9	86,9	-7	-100
Deltamethrine			246,6	11,0			211,1	88,7	-14	
Tau-fluvalinate			630,6	12,2	19,3		712,8	37,0	16	+++

Tableau 4 : Comparaison des taux de récupération (%) pour un dopage à 10 ng/m³

Le tableau 4 reprend la même disposition que le précédent pour un dopage 5 fois plus élevé.

On constate que les composés volatils sont un peu mieux piégés sur la mousse, et particulièrement dans le cas de la trifluraline. On notera une petite quantité de tau-fluvalinate qui a subi une migration.

Comparée à la figure 10, la figure 12 nous montre que la mousse de 75 mm permet de piéger une quantité de substance plus importante, ce qui est normal si l'on considère que les phénomènes de migration sont plus importants pour le dopage de 10 ng/m³ qu'à 2 ng/m³. Par ailleurs, l'amélioration de la capacité de piégeage est visible de manière quasi-générale.

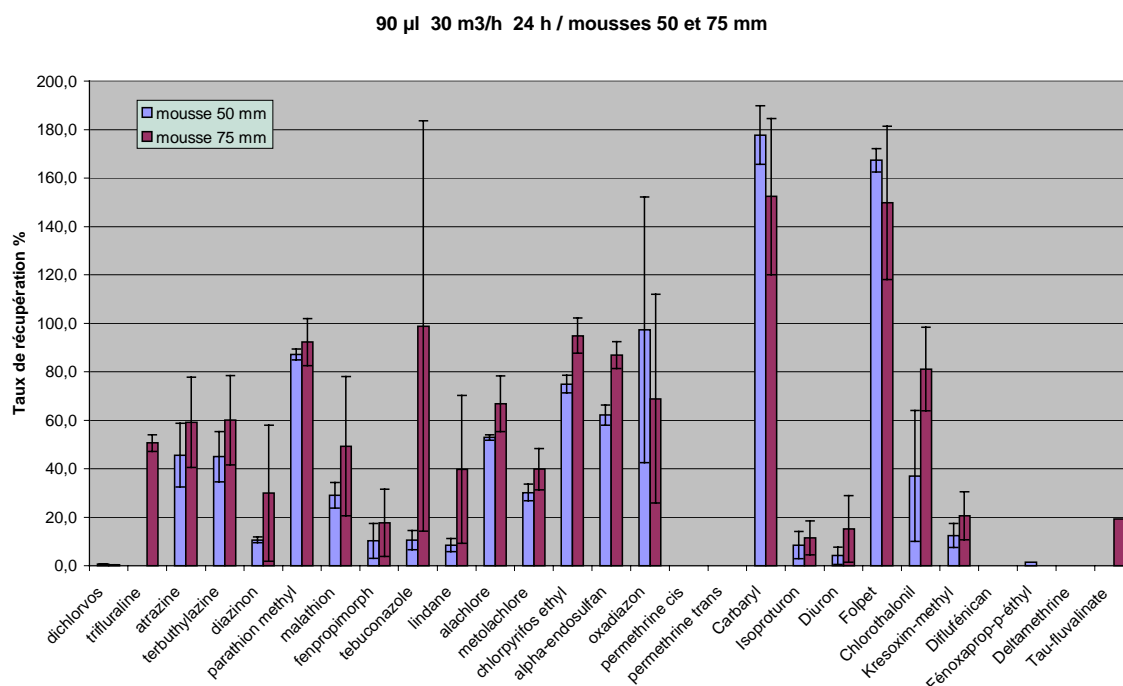


Figure 12 : Comparaison de l'efficacité de la mousse (dopage 10 ng/m³)

La figure 13 traduit cette amélioration « générale » lors de l'utilisation de mousses de 75 mm. Elle est particulièrement sensible pour les composés volatils et le chlorothalonil.

D'une manière générale, on constate que la mousse de 75 mm permet un gain assez net dans l'efficacité de piégeage sur une majorité de substances, ce qui conduit désormais à son utilisation systématique. Toutefois, cette série d'essais confirme aussi les observations faites en 2002 concernant la faible adaptation de ce type de support au piégeage des composés très volatils, et entraîne donc vraisemblablement une sous-estimation systématique de leur concentration atmosphérique.

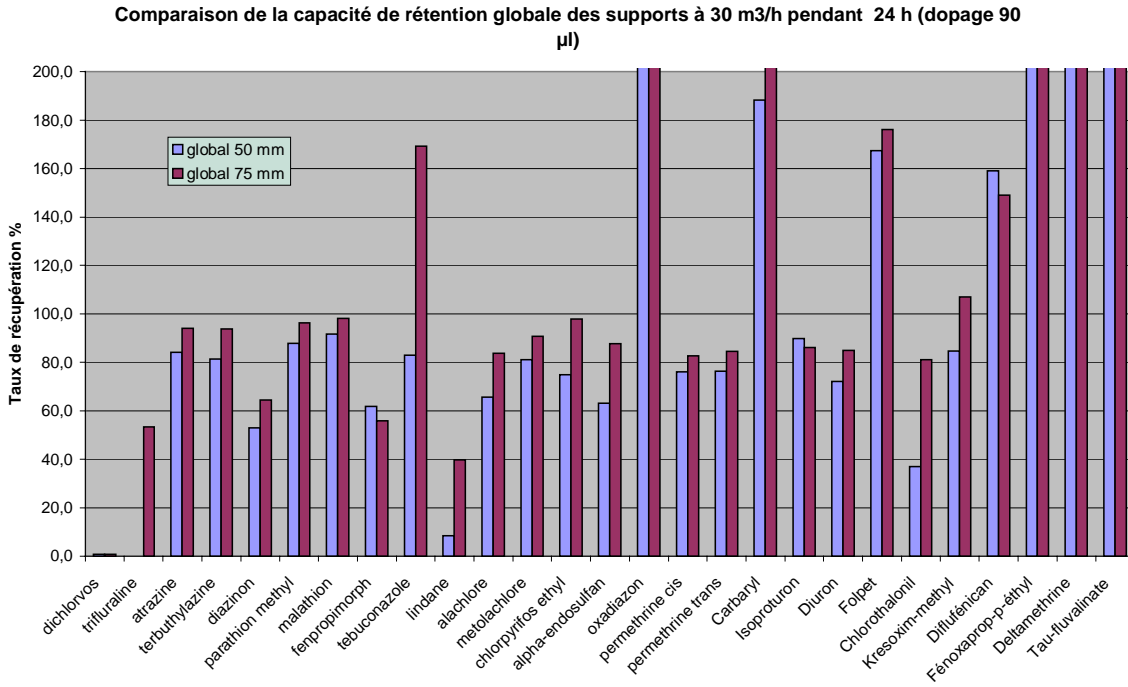


Figure 13 : Comparaison de l’efficacité globale des supports (dopage 10 ng/m³)

3.5 INFLUENCE DU DEBIT DE PRELEVEMENT

Nombres de prélèvement sont effectués sur le Digitel DA80 au débit de 30 m³/h pendant 24 h. Cependant, le coût des analyses demande l’examen de la possibilité d’utiliser ce préleveur pour des temps plus longs. Dans cette optique, nous avons réalisé des dopages à 2 et 10 ng/m³ qui ont ensuite été soumis à des mises en conditions de prélèvement de 24 h à 30 m³/h, et de 48 h à 15m³/h. Dans ces conditions, le seul paramètre influent est la vitesse de circulation de l’air. Ces essais ont été dupliqués pour les dopages à 2 ng/m³ et triplés pour les dopages à 10 ng/m³.

Les résultats sont illustrés ci-dessous par les figures 14 à 17. On retiendra que les taux de récupération supérieurs à 150 % ne sont pas à prendre en considération. Ils relèvent d’interférences analytiques non résolues.

Des figures 14 et 15, on retire que les composés volatils ne sont pas correctement retenus sur les mousses, quelle que soit la vitesse de balayage d’air. Le lindane semble cependant être moins sujet au perçage pour une vitesse d’air plus faible. Le fenpropimorphe, le tau-fluvalinate, le diflufenicanil, l’isoprotruron et le diuron ont tendance à migrer en faible proportion vers la mousse lorsque la durée du prélèvement est plus importante.

Pour un dopage plus important, les observations faites ci-dessus ne sont pas toutes vérifiées. A titre d’exemple, le tau-fluvalinate migre avec une vitesse d’air plus élevée, le diflufenicanil ne migre plus.

Dans l’ensemble, les variations observées sont peu significatives car elles sont englobées dans les barres d’erreurs analytiques.

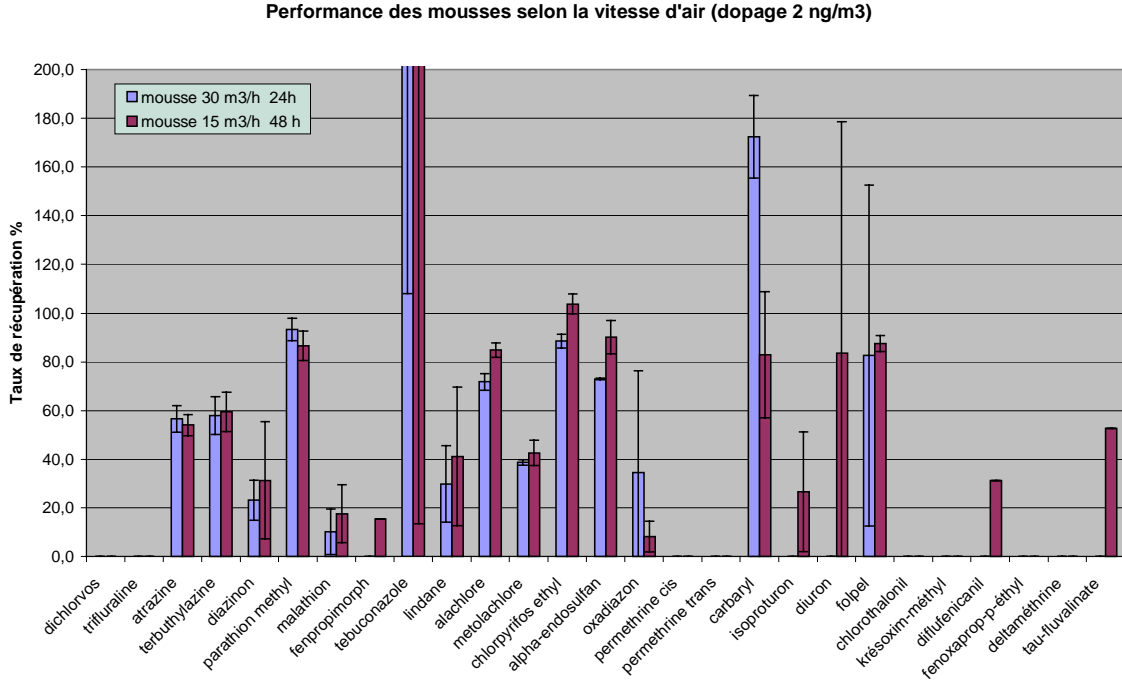


Figure 14 : Comparaison de l'efficacité des mousses (dopage 2 ng/m³)

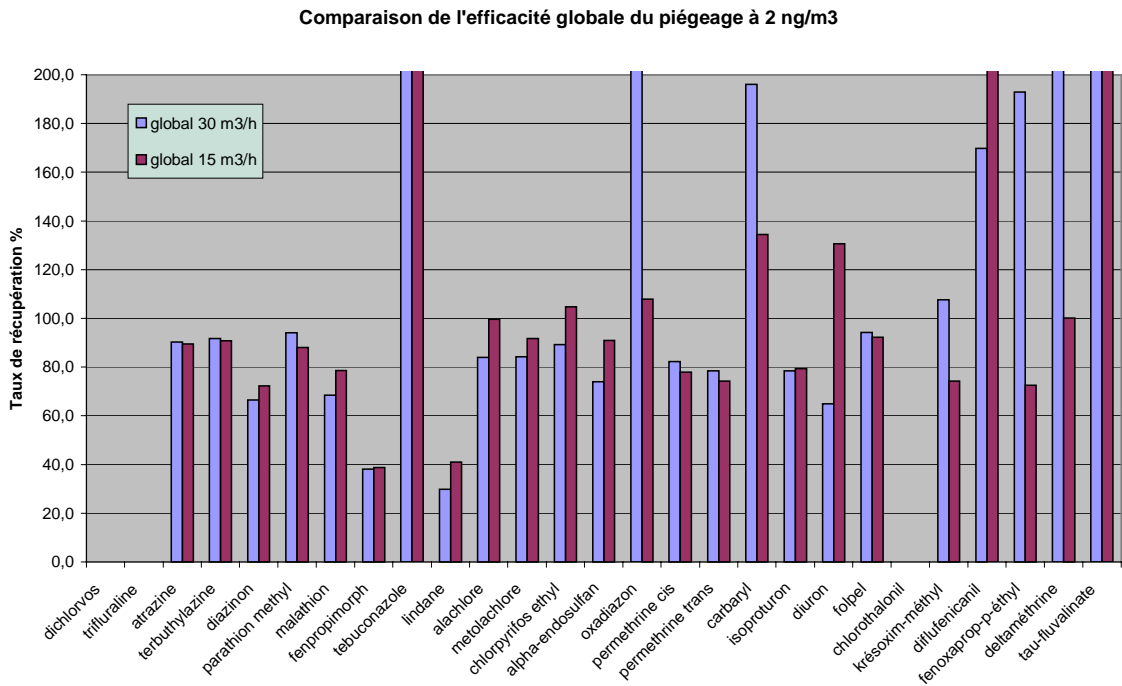


Figure 15 : Comparaison de l'efficacité globale des supports (dopage 2 ng/m³)

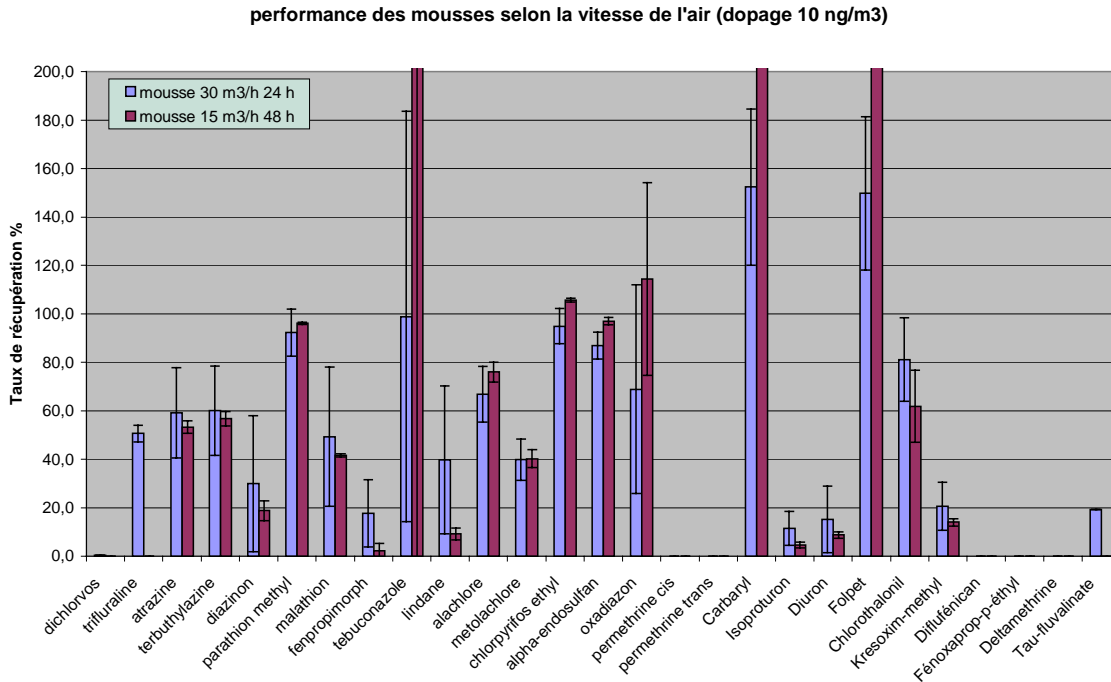


Figure 16 : Comparaison de l'efficacité des mousses (dopage 10 ng/m³)

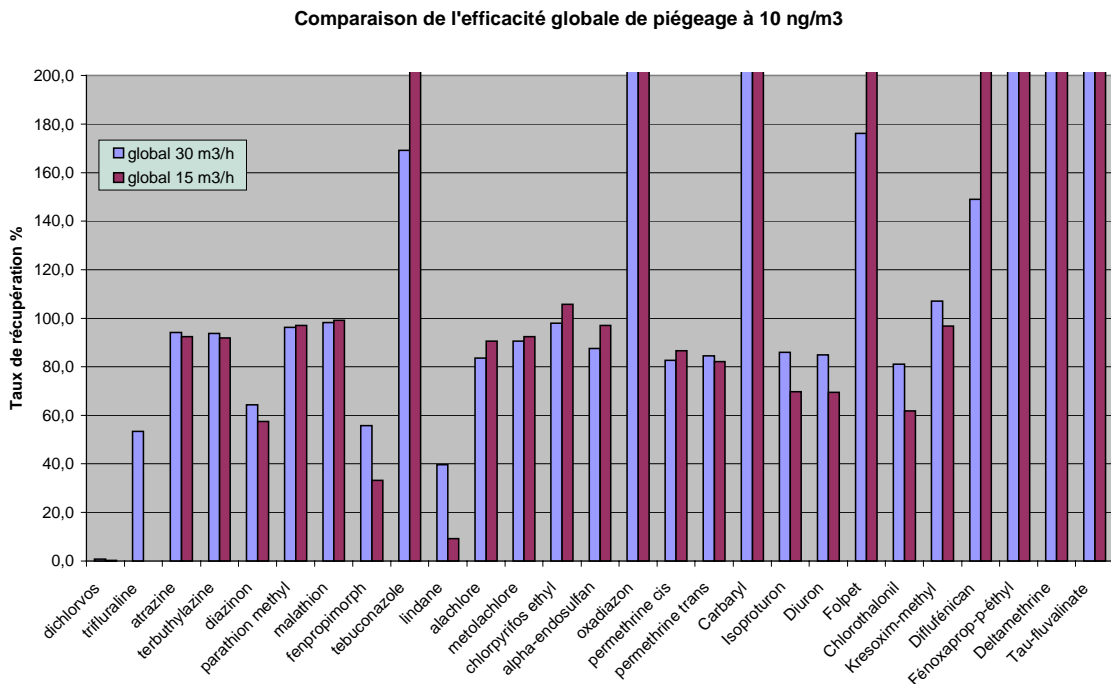


Figure 17 : Comparaison de l'efficacité globale des supports (dopage 10 ng/m³)

Globalement, il est difficile de conclure avec certitude sur les résultats affichés. Il semble que les éventuelles variations occasionnées par une modification des paramètres du prélèvement ne soient que peu importantes au regard des incertitudes analytiques et de la répétabilité des essais. A priori, les conditions de prélèvement étudiées conduisent à des résultats comparables.

3.6 INFLUENCE DU TEMPS DE PRELEVEMENT

3.6.1 Digital DA80

La plupart des prélèvements effectués avec le Digital DA80 sont réalisés sur une durée de 24h, et nous avons observé que quelques composés font l’objet de perçage. Les essais réalisés ont pour but de d’examiner dans quels délais se produit le perçage et s’il s’en dégage un intérêt d’adapter le temps de prélèvement dans le but de limiter ce phénomène. Des dopages de filtres à 2 et 10 ng/m³ ont été effectués. Ils ont ensuite été disposés dans le Digital pour des durées de fonctionnement de 3 h et 24 h à 30 m³/h. Un essai complémentaire a été entrepris à 10 ng/m³ et pour une durée de 24h et 72h au débit de 15 m³/h.

Les taux de récupération obtenus pour les mousses et la globalité des supports sont illustrés sur les figures 18 à 20.

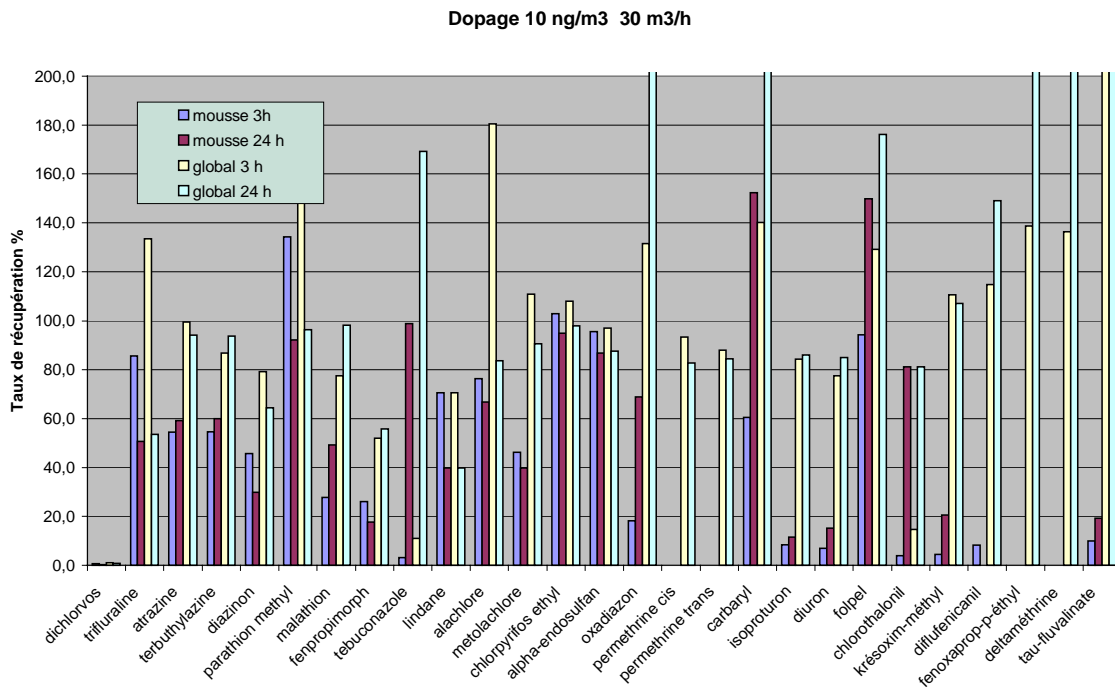


Figure 18 : Comparaison des taux de récupération sur les mousses et en global (dopage 10 ng/m³)

On note que le dichlorvos traverse la mousse sans y être retenu dès les premières heures du prélèvement. La trifluraline présente une rétention par la mousse qui décroît rapidement avec le temps et la concentration de dopage. Cette remarque se vérifie avec le lindane. L’atrazine montre une tendance à migrer sur la mousse avec la concentration dopée.

Inversement, quelques composés sont sujets à une migration qui s’effectue progressivement, tout au long du prélèvement et avec la concentration de dopage. C’est notamment le cas pour le malathion, l’oxadiazon, le carbaryl, le diuron, l’isoproturon, le tau-fluvalinate.

Pour l'ensemble des autres composés, les taux de récupération sont sensiblement comparables.

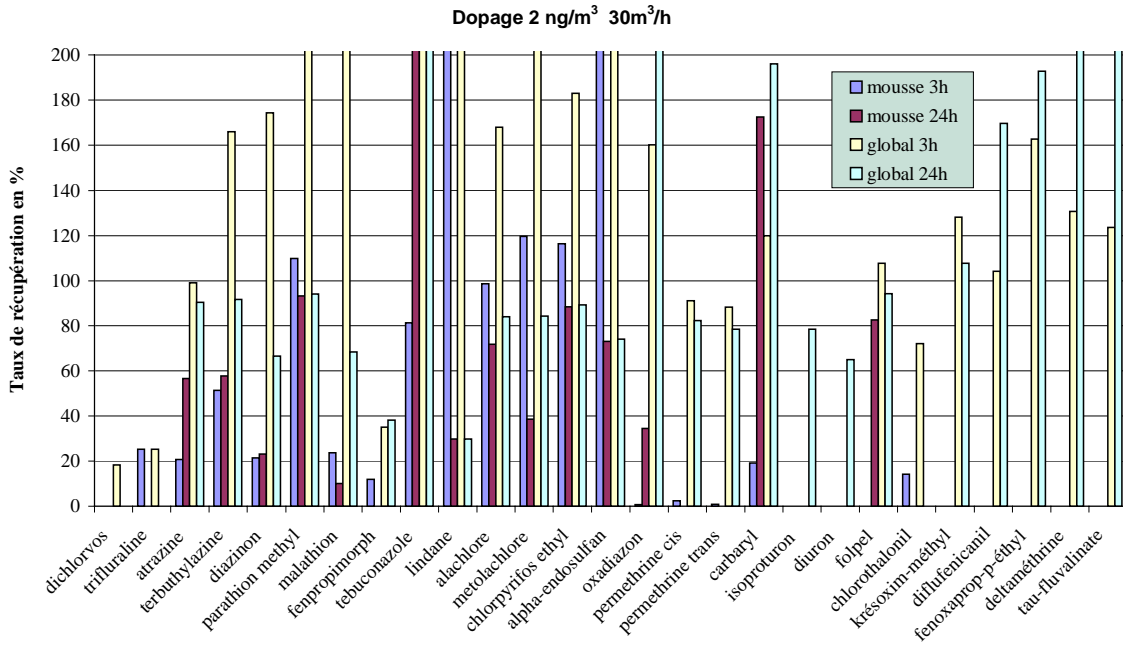


Figure 19 : Comparaison des taux de récupération sur les mousses et en global (dopage 2 ng/m³)

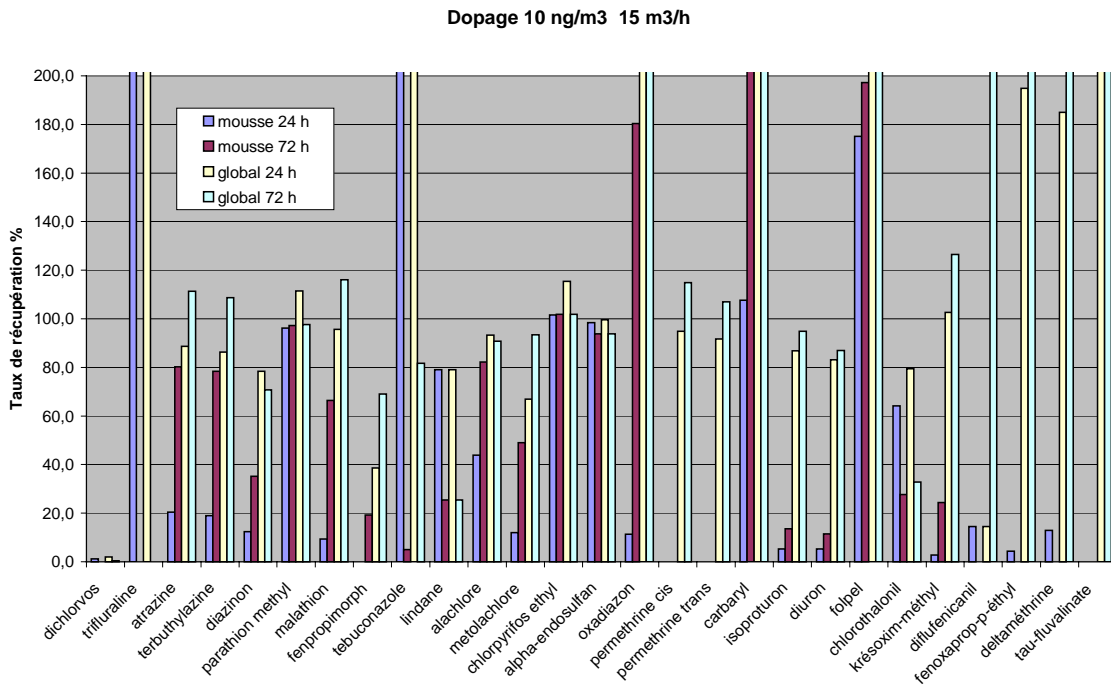


Figure 20 : Comparaison des taux de récupération sur les mousses et en global (dopage 10 ng/m³)

La figure 20 fait ressortir la migration de composés tels que l'atrazine, la terbuthylazine, le diazinon, le fenpropimorphe, l'alachlore et le métolachlore dans des proportions assez importantes lors du passage d'une durée de prélèvement de 24 à 72 h, et dans une moindre mesure pour le diuron, l'isoproturon,... On notera que la migration des perméthrines n'est pas observée même après 72 h de fonctionnement. Il semble que le phénomène soit plus lié à la concentration du composé qu'au volume d'air prélevé. Les taux de récupération globaux de la plupart des composés ne semblent pas varier de manière importante avec la durée de prélèvement.

Il ressort de ces essais que les molécules sujettes au perçage le sont dans un délai très court, dès le début du prélèvement. Il est donc inutile de tenter de les piéger avec cette méthode sauf à réduire considérablement la durée du prélèvement et en augmenter le nombre, ce qui s'avère peu compatible tant financièrement qu'avec un objectif de suivi de la qualité de l'air. Il convient donc de rechercher pour ces molécules volatiles d'autres techniques de collectes plus adaptées. Pour les substances dont la migration est plus lente, la durée de prélèvement semble adaptée.

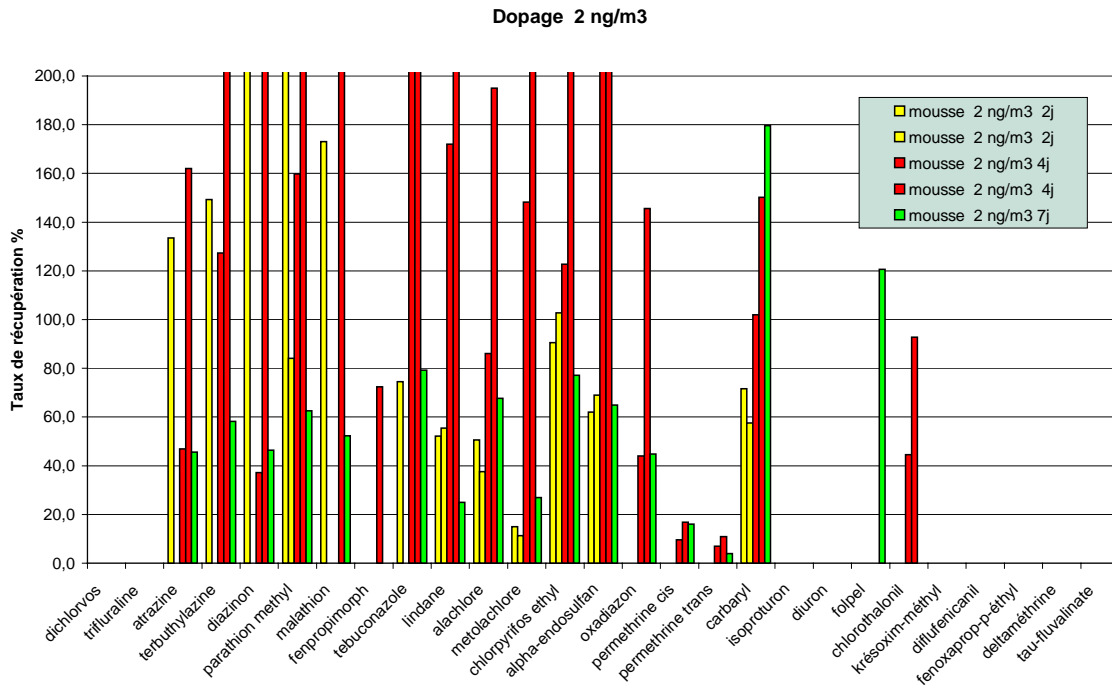
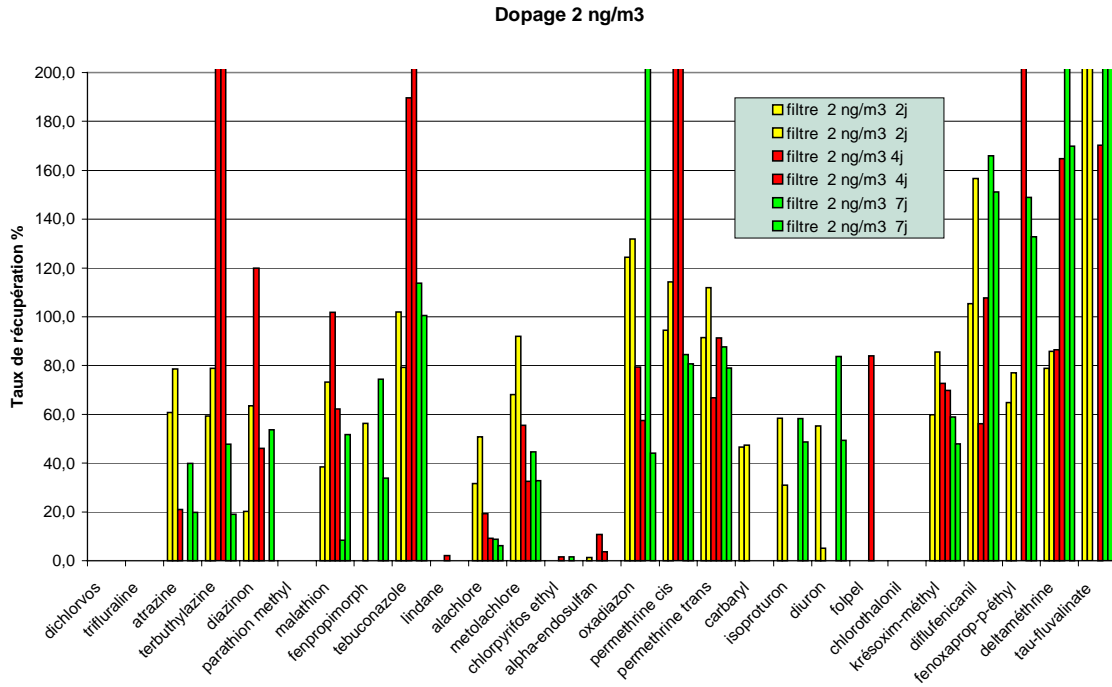
3.6.2 Partisol « PUF »

Les prélèvements effectués avec le Partisol « PUF » sont généralement réalisés sur une durée de 7 jours. Les essais réalisés ont pour objectif d'examiner la capacité de rétention des supports utilisés pour les substances sélectionnées et s'il se dégage un intérêt d'adapter le temps de prélèvement afin d'optimiser le piégeage. Des dopages de filtres à 2 puis 10 ng/m³ ont été effectués. Ils ont ensuite été disposés dans le préleveur pour des durées de fonctionnement de 48 h, 96 h et 168 h à 1 m³/h.

Les taux de récupération obtenus pour les mousses et la globalité des supports sont illustrés sur les figures 21-23 pour le dopage à 2 ng/m³, et les figures 24-26 pour le dopage à 10 ng/m³.

De l'examen des figures 21-23, il apparaît que le dichlorvos et la trifluraline ne sont plus retenus sur la mousse après seulement 2 jours de balayage. Le lindane migre rapidement sur la mousse et son taux de récupération tend à diminuer avec la durée de balayage. A comparer, d'autres composés tels le chlorpyrifos-ethyl, le carbaryl, l'endosulfan, le parathion-methyl,... migrent rapidement sur la mousse mais y restent piégés. A noter que l'alachlore migre lentement avec la durée du balayage pour être retenu dans la mousse. D'autres composés comme le krésoxim-methyl, le diflufenicanil, le fénoxaprop-p-ethyl, la deltaméthrine, le taufluvalinate restent fixés sur le filtre. Le tébuconazole est majoritairement retenu sur le filtre. On remarquera que les données du folpel sont peu concluantes mais tendent à démontrer un comportement (tendance au perçage) différent du prélèvement sur Digitel.

Comparé au dopage à 2 ng/m³, le dopage à 10 ng/m³ révèle une migration plus importante de la plupart des substances vers la mousse, à l'exception de celles déjà identifiées comme étant piégées sur le filtre lors des essais précédents (diflufenicanil, fenoxaprop-p-éthyl, deltaméthrine, tau-fluvalinate. C'est notamment le cas de l'atrazine, du tébuconazole, du métolachlore, l'alachlore,...



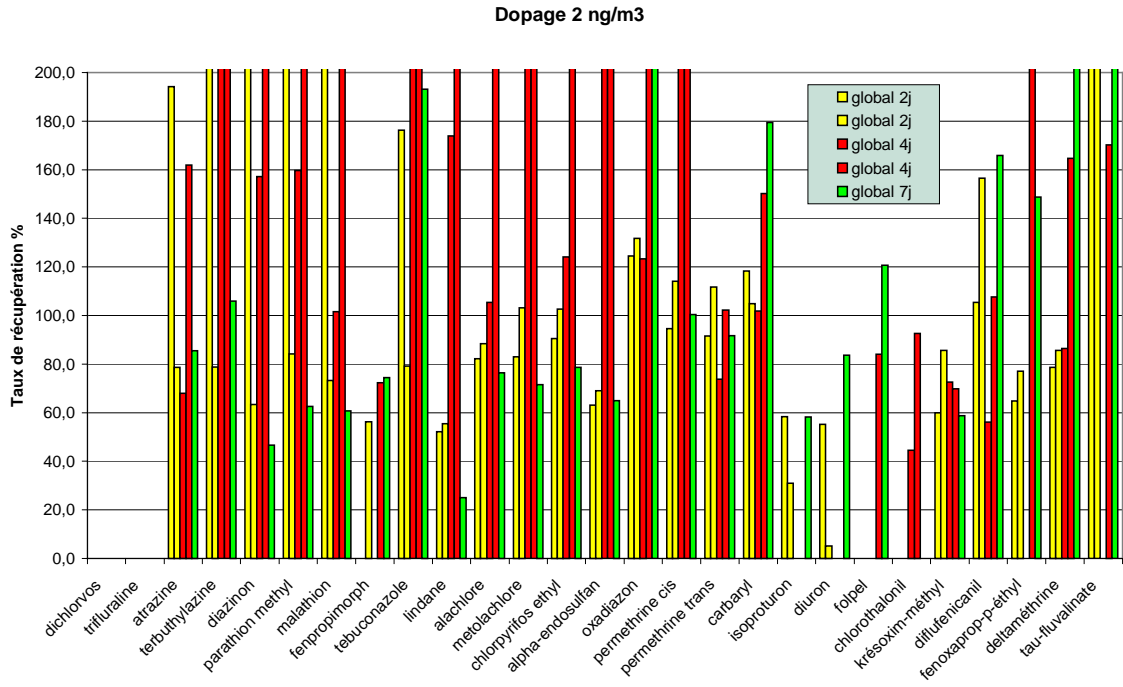


Figure 23 : Comparaison des taux de récupération globaux (filtre + mousse) (dopage 2 ng/m³)

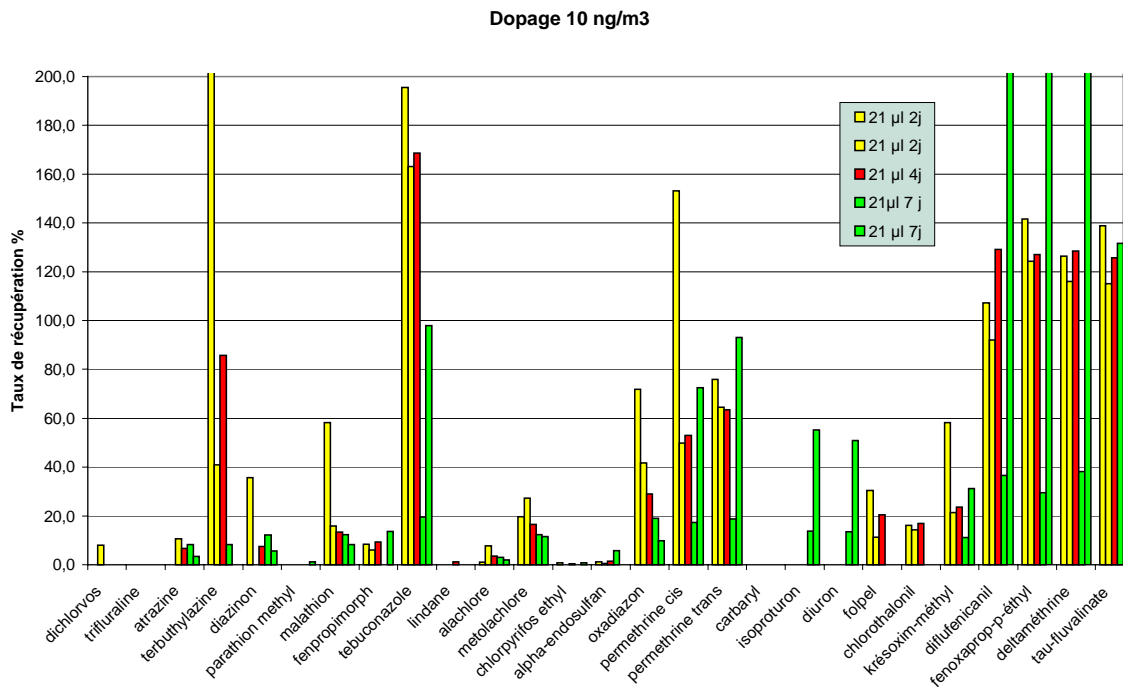


Figure 24 : Comparaison des taux de récupération sur les filtres (dopage 10 ng/m³)

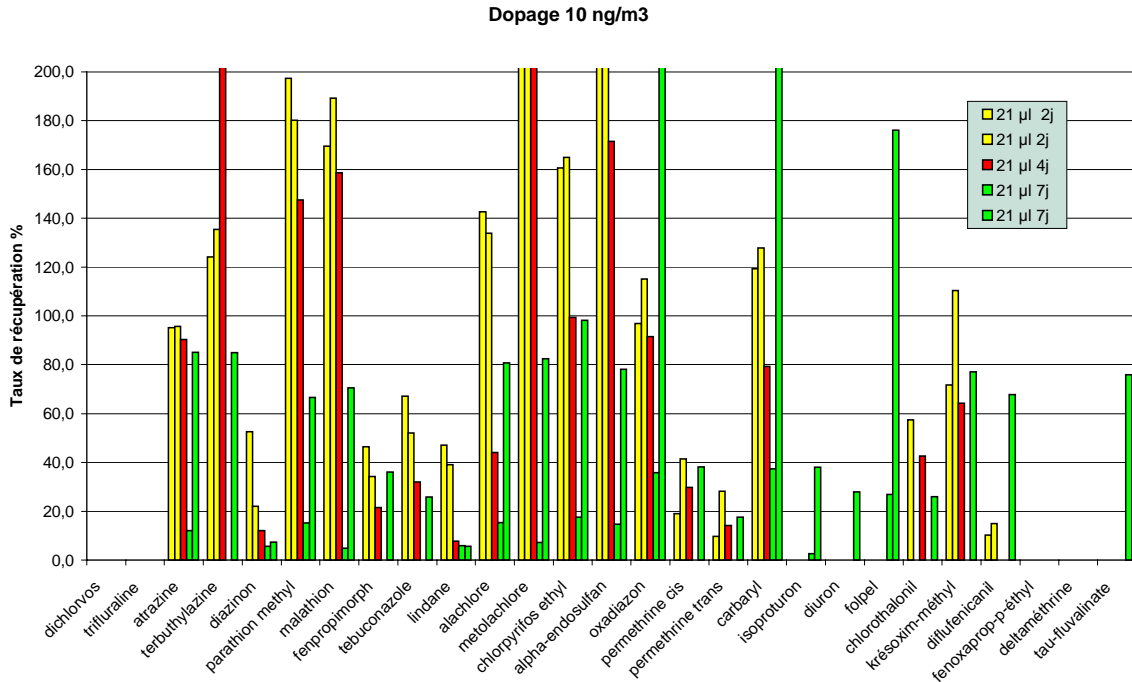


Figure 25 : Comparaison des taux de récupération sur les mousses (dopage 10 ng/m³)

Outre les lindane, trifluraline et dichlorvos, on notera le faible rendement de récupération du chlorothalonil, du diazinon, du fenpropimorphe et du folpel. Pour ce dernier composé, l'utilisation du Partisol tend à favoriser son perçage L'isoproturon et le diuron présentent des résultats non cohérents.

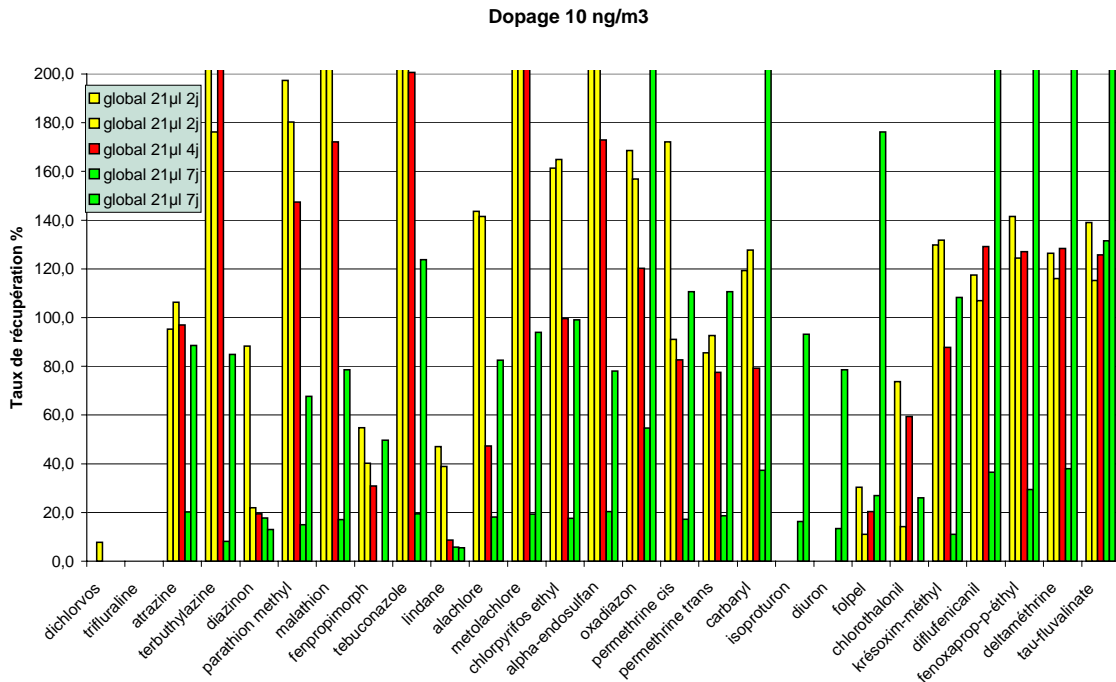


Figure 26 : Comparaison des taux de récupération globaux (filtre + mousse) (dopage 10 ng/m³)

Il ressort de ces essais sur préleveur « Partisol » un certain nombre de d'éléments communs à ceux observés lors des essais sur préleveur « Digital ». Ainsi, la mousse se révèle toute autant inadaptée pour le piégeage de certains composés particulièrement volatils. De même, les résultats obtenus sont parfois peu répétables voire non cohérents. Dans l'ensemble, on peut considérer que les phénomènes de migration vers la mousse et de perçage sont d'autant plus favorisé que le temps de collecte est élevé.

3.7 INFLUENCE DE LA QUANTITE DOPEE

Au-delà du perçage avéré des composés volatils, il apparaît important d'estimer la concentration maximale que les supports peuvent piéger. De cette manière il sera possible de définir une gamme de concentrations atmosphériques pour lesquels la méthode développée sera validée.

Dans cette optique, des dopages de quantités croissantes ont été réalisés à des concentrations équivalentes à 2, 10 et 45 ng/m³ pour un débit de 15 m³/h pendant 24 h, et à 2, 10, 67 et 100 ng/m³ pour un débit de 30 m³/h pendant 24 h. Ces essais ont été dupliqués.

Les résultats de ces essais sont présentés respectivement sur les figures 20-21 et 22-23.

De l'examen des figures 27-28, il ressort qu'un nombre important d'artéfacts et d'interférences analytiques invalident les résultats du dopage le plus élevé, et retire tout intérêt à la discussion sur ces graphiques puisque nous demeurons à des concentrations déjà discutées par ailleurs.

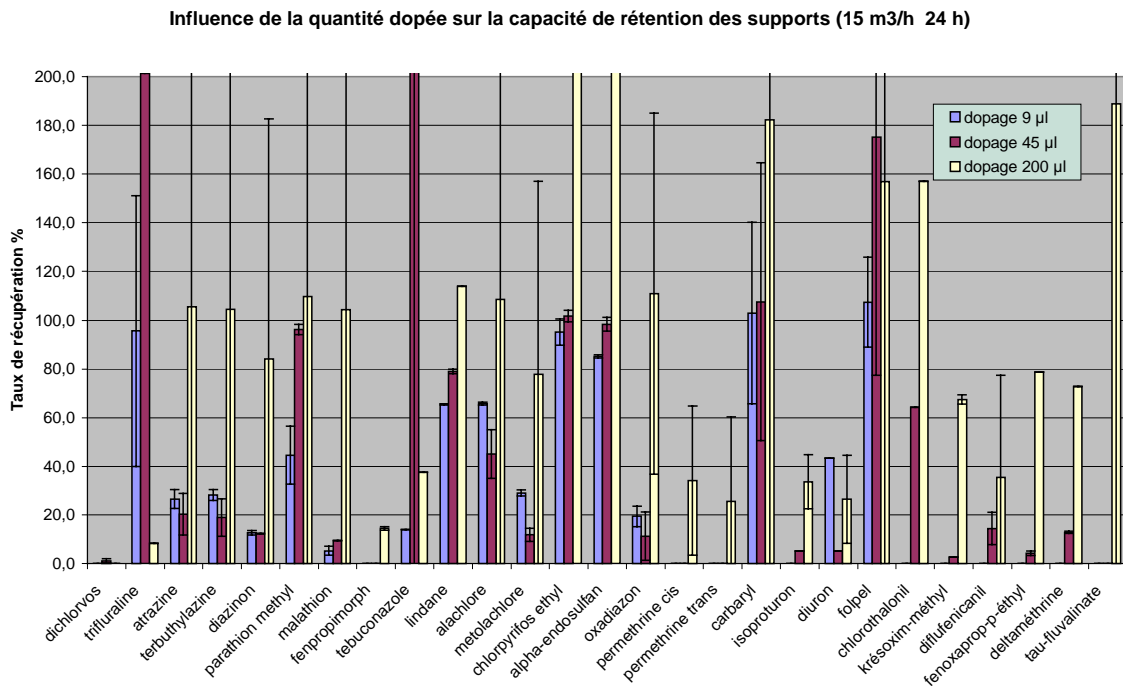


Figure 27 : Comparaison des taux de récupération sur la mousse pour un débit de 15 m³/h et 24 h

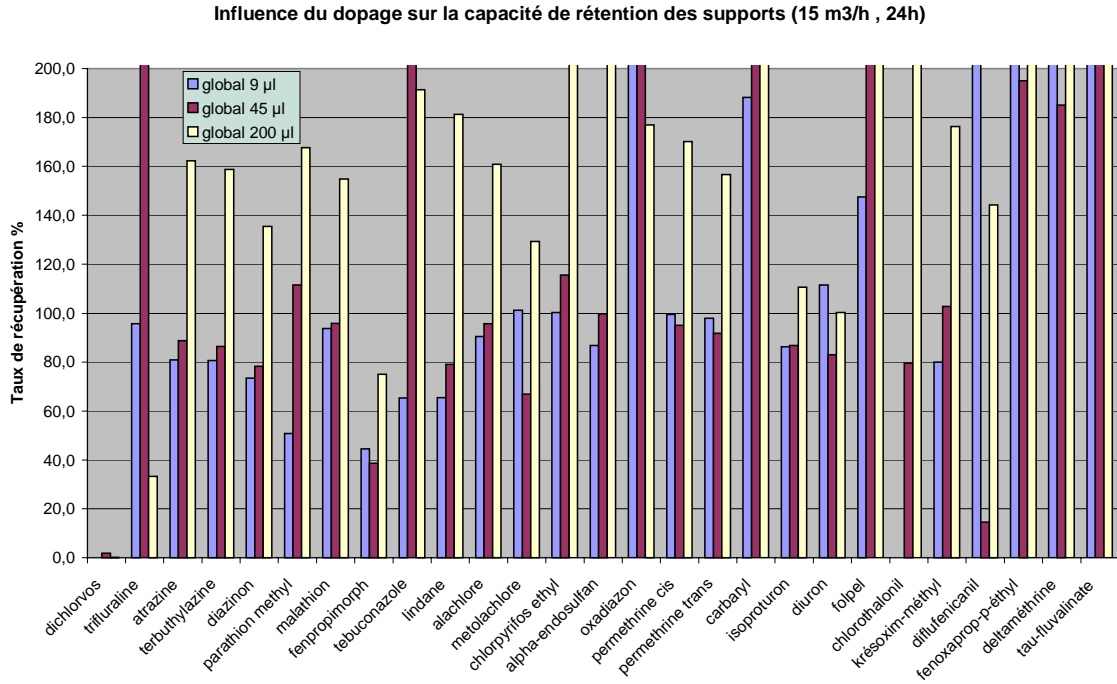


Figure 28 : Comparaison des taux de récupération globaux pour un débit de 15 m³/h et 24 h

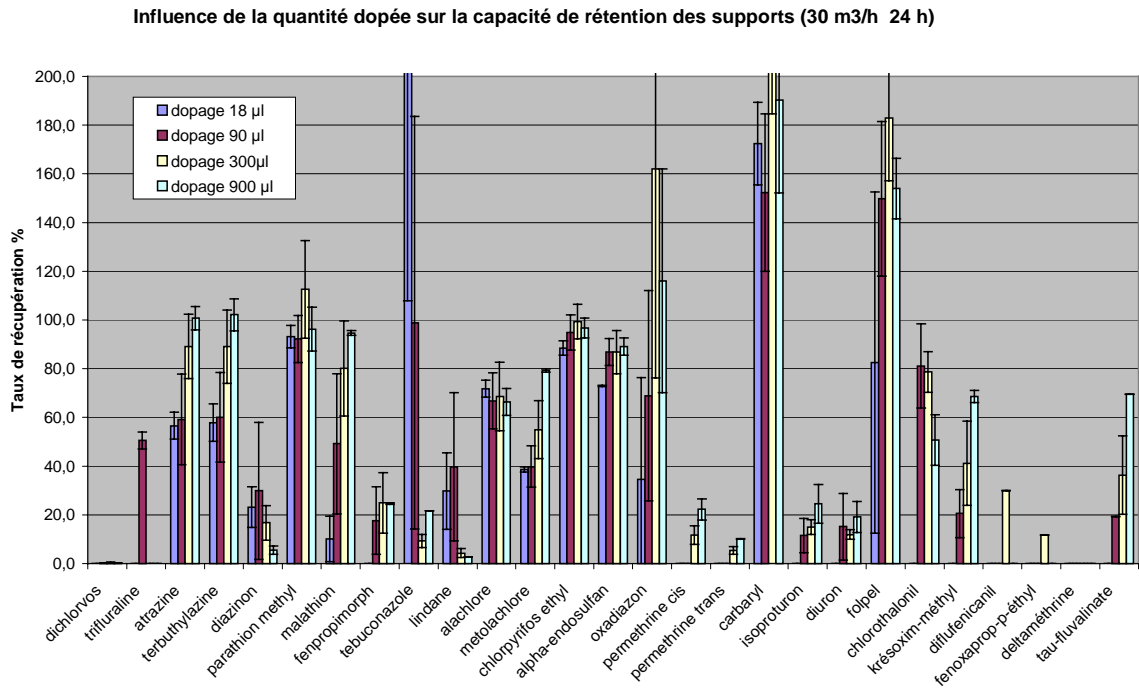


Figure 29 : Comparaison des taux de récupération sur la mousse pour un débit de 30 m³/h et 24 h

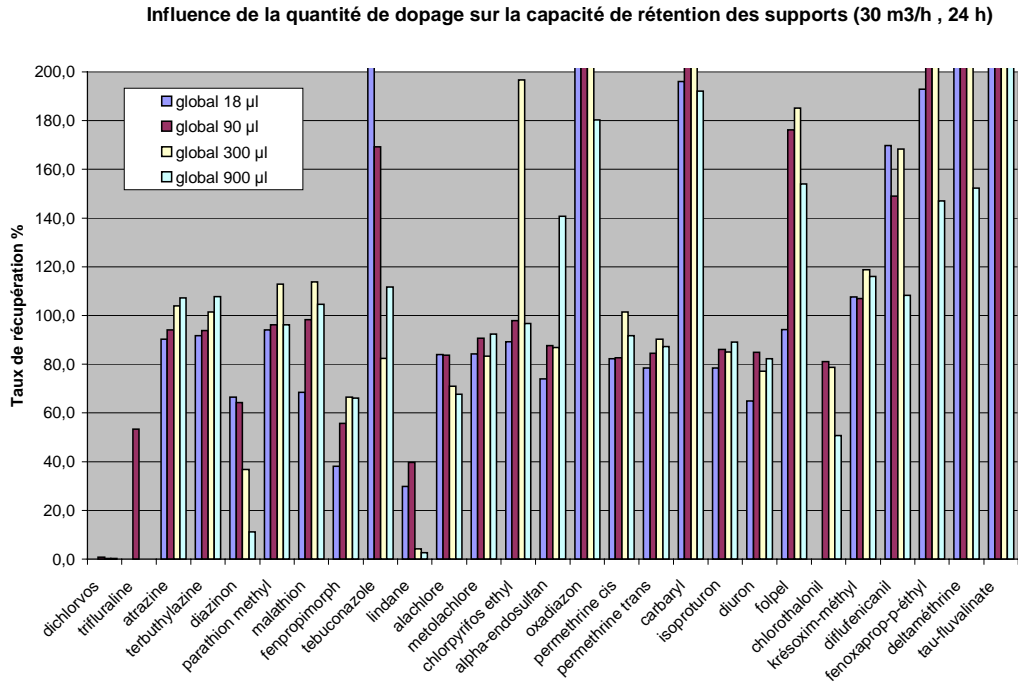


Figure 30 : Comparaison des taux de récupération globaux pour un débit de 30 m³/h et 24 h

Les figures 29-30 présentent un peu moins d’artéfact et permettent une discussion plus fiable.

On note un comportement peu cohérent de la trifluraline et du lindane, de même que le diazinon. Leur taux de récupération chute dans la mousse et en global alors que la quantité dopée est plus élevée.

De nombreux composés présentent un taux de récupération dans la mousse plus élevé avec la quantité dopée. On peut citer par exemple les perméthrines, le tau-fluvalinate, la trifluraline, la terbutylazine, le métochlorure, le krésoxim-méthyl. Les taux de récupération globaux ne diminuent pas pour autant, ce qui traduit le fait que la mousse joue pleinement son rôle en piégeant ces composés dont la migration n’est constatée qu’à forte concentration.

Les autres composés présentent des taux de récupération comparables.

L’influence de la quantité de dopage sur la capacité de rétention des supports mis en œuvre confirme une fois de plus l’inadaptation des mousses pour le piégeage des composés volatils, et fait apparaître la migration à forte concentration de nombreux composés pour lesquels ce phénomène n’était jusqu’alors que peu important. L’efficacité de piégeage de la méthode n’en semble pas altérée. On peut en conclure que la méthode est adaptée pour les composés peu et non-volatils dans une gamme de concentration allant de la limite de détection des substances à une centaine de ng/m³. Ceci permet d’envisager l’application de la méthode aux sites de fond comme aux sites de proximité rurale. Les conditions de prélèvement préconisées se limitent à un débit de 15 à 30 m³/h associé à une durée de collecte de 48-72 h et 24 h respectivement.

3.8 COMPARAISON DIGITEL DA80 / PARTISOL

Le coût élevé des analyses des pesticides a conduit de nombreuses AASQAs à s'intéresser au préleveur Partisol PUF dans la mesure où il effectue un prélèvement moyen de l'ordre de plusieurs jours alors que le Digitel DA80 nécessite plusieurs prélèvements. La vérification de la cohérence des préleveurs demande à être effectuée sur leur pas de temps respectif. Ainsi, nous avons comparé les taux de récupération d'un prélèvement de 7 jours sur Partisol avec ceux obtenus sur 24h à l'aide du Digitel DA80 pour des concentrations ramenées au volume de prélèvement identiques (2 ng/m³ et 10 ng/m³). Un essai complémentaire a été réalisé pour des quantités dopées très voisines (18-21 µl).

Les résultats sont présentés sur les figures 31 à 36.

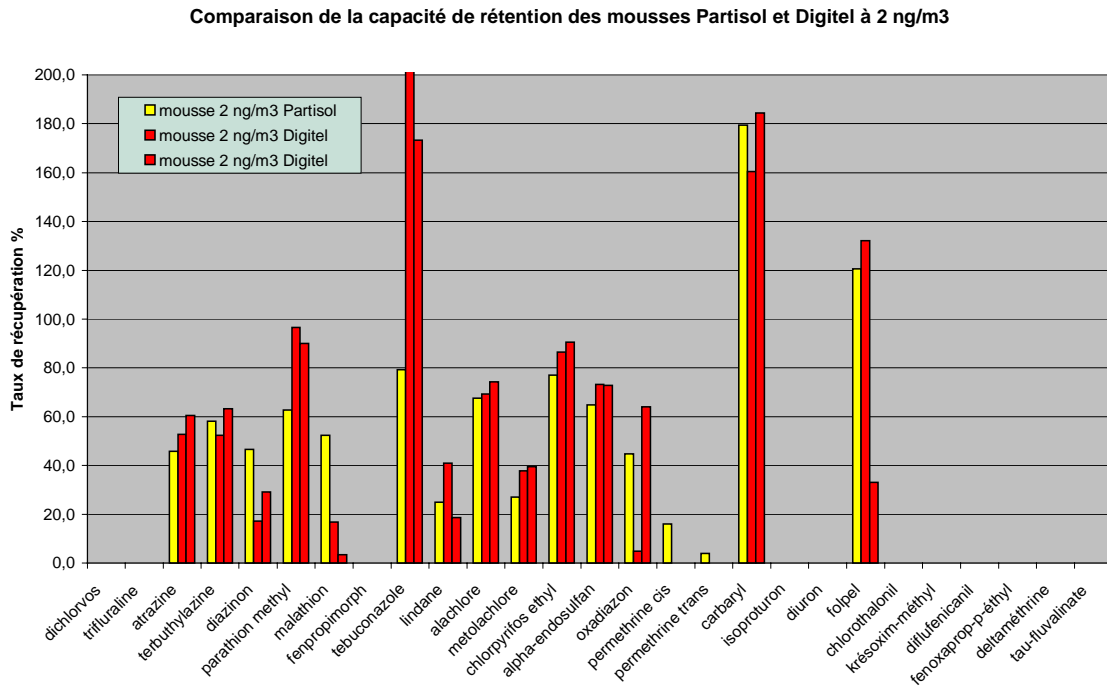


Figure 31 : Comparaison des mousses du Digitel (24 h, 30 m³/h) et du Partisol (7 jours, 1 m³/h) à 2 ng/m³

Les 2 préleveurs présentent des résultats relativement similaires pour un dopage de 2 ng/m³. On peut considérer que la migration vers la mousse est assez comparable d'un préleveur à l'autre compte-tenu de la variabilité des résultats. On note le perçage des perméthrines uniquement sur Partisol, ce qui est cohérent avec la durée du prélèvement.

A cette concentration, les taux de récupération globaux sont comparables pour la plupart des composés.

On note que la mousse du Partisol n'est pas plus adaptée au prélèvement des composés volatils que celle du Digitel.

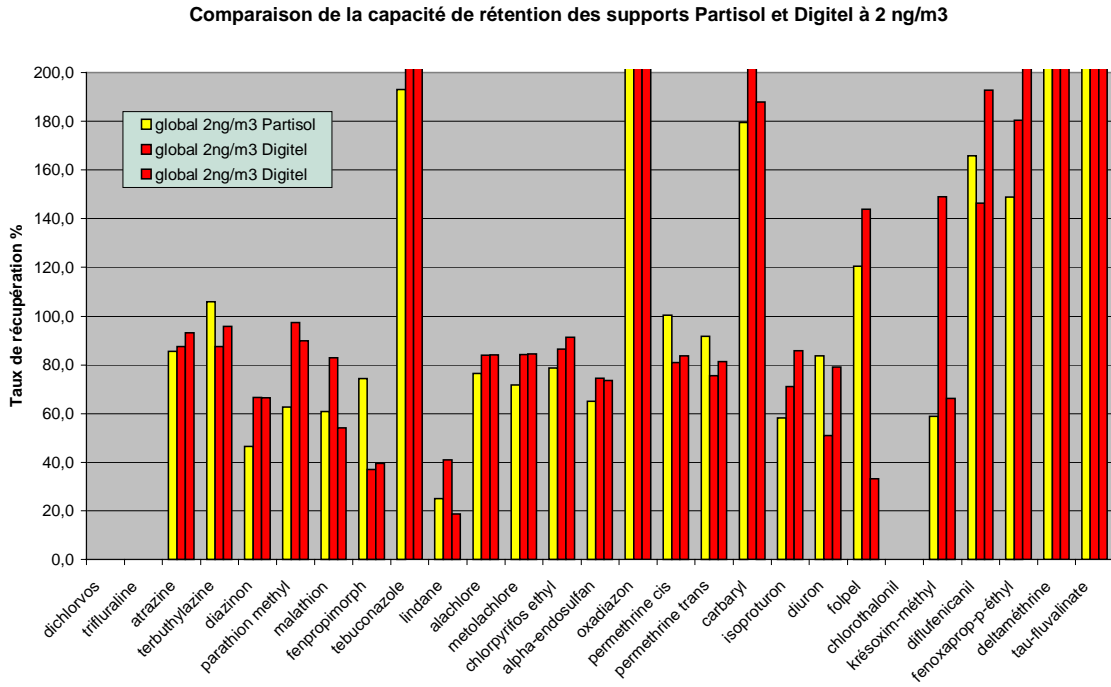


Figure 32 : Comparaison globale du Digitel (24 h, 30 m³/h) et du Partisol (7 jours, 1 m³/h) à 2 ng/m³

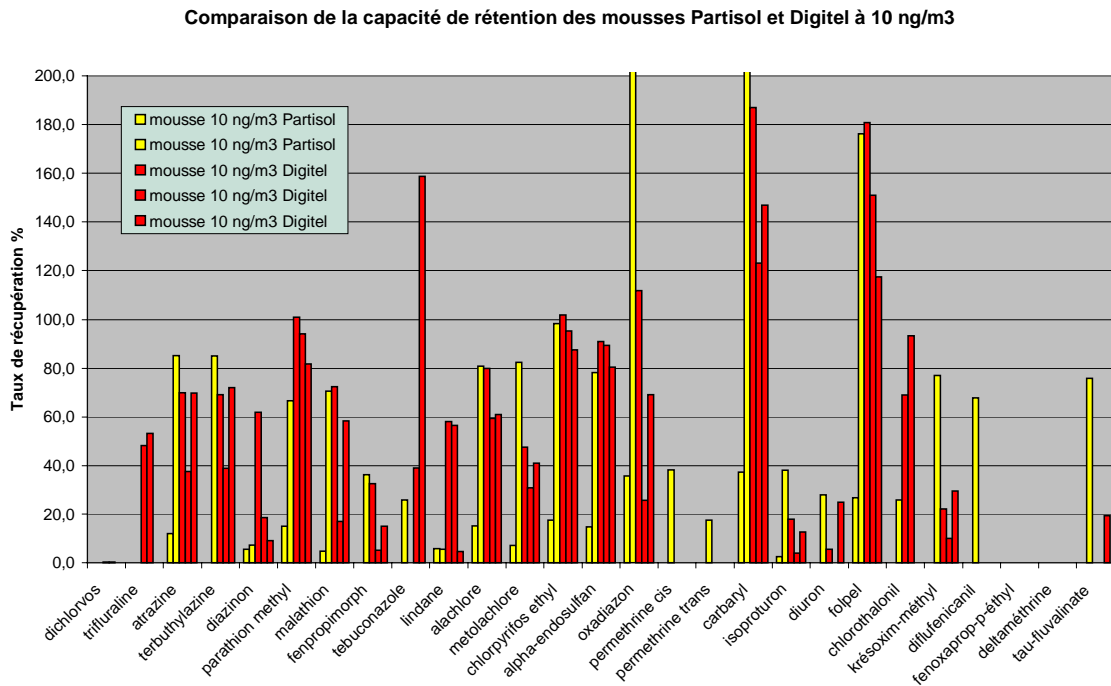


Figure 33 : Comparaison des mousses du Digitel (24 h, 30 m³/h) et du Partisol (7 jours, 1 m³/h) à 10 ng/m³

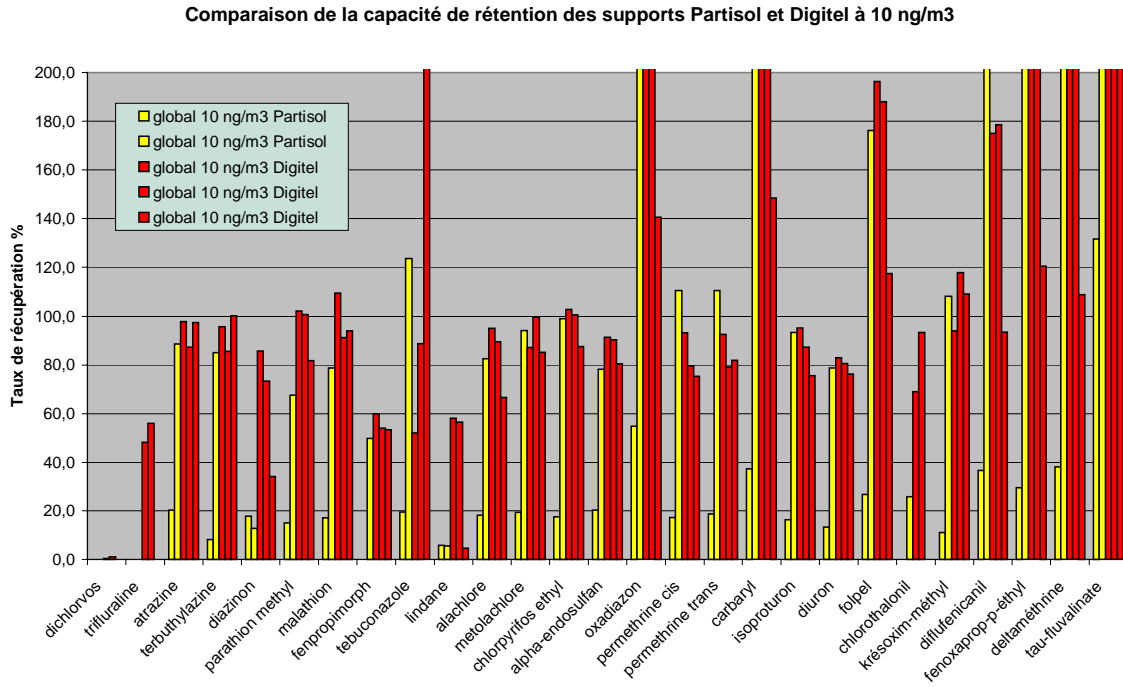


Figure 34 : Comparaison globale du Digitel (24 h, 30 m³/h) et du Partisol (7 jours, 1 m³/h) à 10 ng/m³

Les résultats du dopage à 10 ng/m³ présentent une variabilité importante qui rend difficile l'interprétation de la figure 33 (spécifique aux mousses). On notera simplement que les composés sujets à la migration sont plus nombreux pour le Partisol. Au regard du graphe présentant les résultats globaux (figure 34), si l'on fait abstraction de la première série de données du Partisol qui présente des résultats anormalement faibles, il apparaît que la plupart des composés présentent des taux de récupération comparables. On remarquera toutefois que le diazinon et le chlorothalonil sont mal piégés par le Partisol.

Pour une quantité de dopage plus importante (18-21 µl), les observations sont du même type.

Au regard des quelques essais réalisés, il semble que les préleveurs conduisent à des taux de récupération globaux comparables pour une majorité de composés lors de mesures effectuées aux pas de temps et débits retenus. Cette conclusion ne s'applique pas aux composés volatils (lindane, trifluraline, dichlorvos), ainsi qu'au diazinon, au fenpropimorphe, au chlorothalonil et au folpel.

Comparaison de la capacité de rétention des mousses Partisol et Digitel à dopage similaire

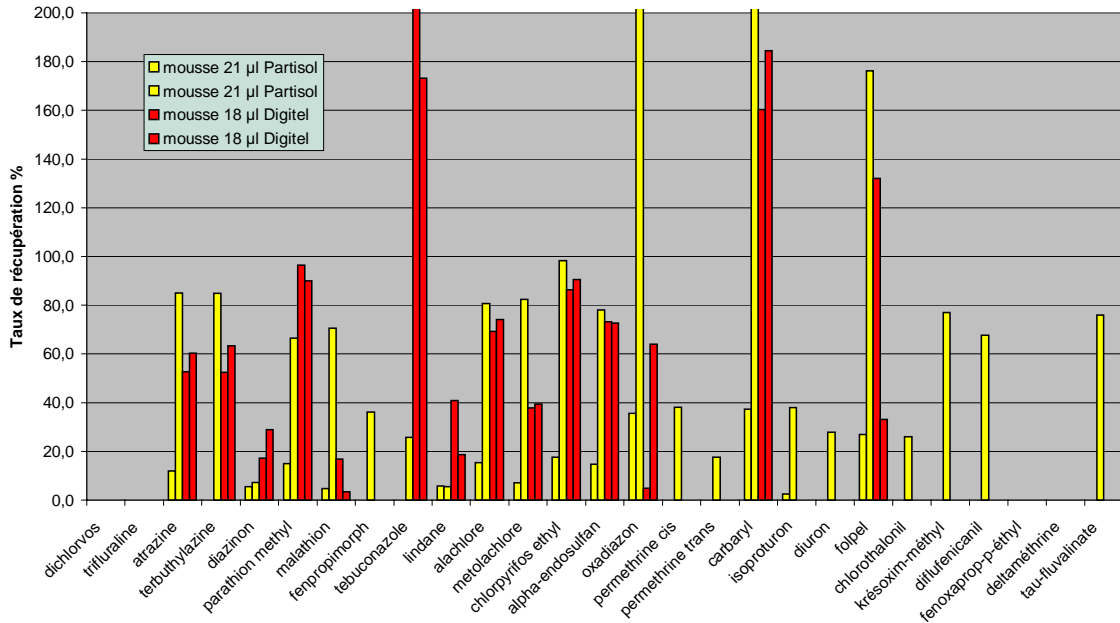


Figure 35 : Comparaison des taux de récupération des mousses du Digitel DA 80 et du Partisol à dopage similaire

Comparaison de la capacité de rétention des supports Partisol et Digitel à dopage similaire

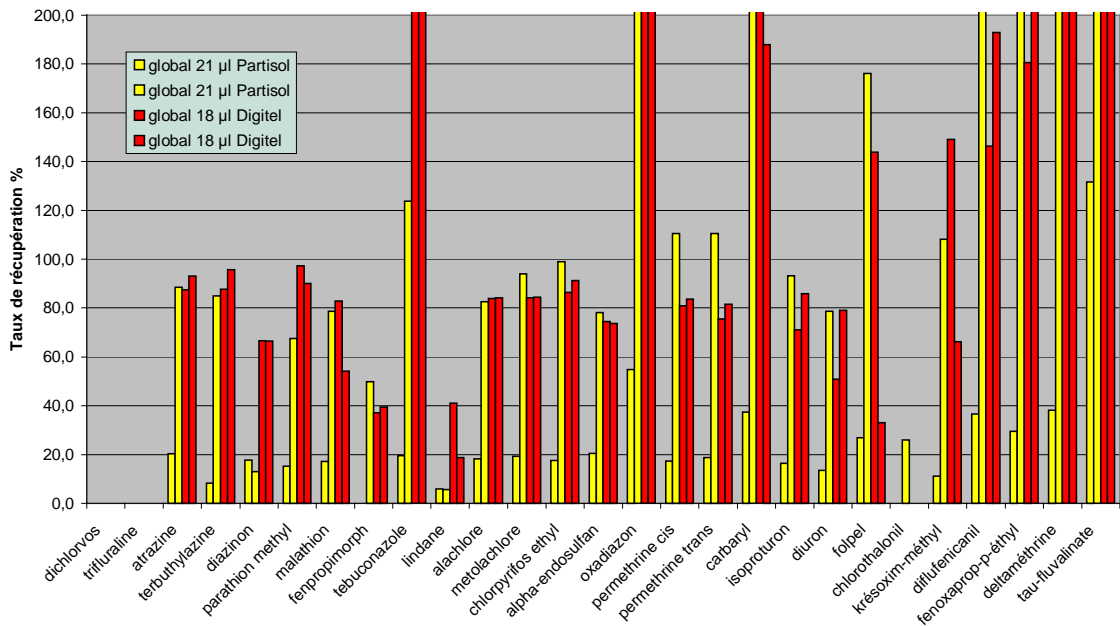


Figure 36 : Comparaison des taux de récupération globaux du Digitel DA 80 et du Partisol à dopage similaire

4. CONCLUSION

L'ensemble des essais réalisés visent à apporter des informations nécessaires à la finalisation du guide méthodologique en cours de rédaction pour le groupe d'apprentissage « pesticides ».

Les principales conclusions sont les suivantes :

Vieillessement des échantillons (au congélateur) : l'examen des résultats montre que les substances dopées ne subissent pas de dégradation lorsque conservées dans l'extrait de dichlorométhane. Les écarts observés sont uniquement liés aux incertitudes analytiques. Quelle que soit la substance considérée, les taux de récupération des essais de vieillissement sur mousse sont homogènes avec ceux obtenus dans l'extrait. Ils ne présentent pas de décroissance significative traduisant une quelconque dégradation, pendant plusieurs mois.

Conservation des échantillons : on constate un intérêt certain à conserver les échantillons au froid et pour une durée aussi brève que possible (24h maximum), si l'on souhaite éviter les pertes d'informations, notamment en ce qui concerne les substances les plus volatiles. Au delà de 24 h, il est conseillé de conserver les échantillons au congélateur.

Conditionnement de la verrerie : les contaminations résiduelles correspondent au grand maximum à 2 % de la contamination initiale. On ne note pas de différence sensible entre le lavage classique et la calcination. Compte-tenu de ces résultats, il est estimé inutile de poursuivre la procédure de lavage à l'eau et au solvant, pour se limiter à la seule calcination.

Hauteur des mousses du Digital DA80 : D'une manière générale, on constate que la mousse de 75 mm permet un gain assez net dans l'efficacité de piégeage sur une majorité de substances, ce qui conduit désormais à son utilisation systématique. Toutefois, cette série d'essais confirme aussi les observations faites en 2002 concernant la faible adaptation de ce type de support au piégeage des composés très volatils, et entraîne donc vraisemblablement une sous-estimation systématique de leur concentration atmosphérique.

Influence du débit : Globalement, il est difficile de conclure avec certitude sur les résultats obtenus. Il semble que les éventuelles variations occasionnées par une modification des paramètres du prélèvement ne soient que peu importantes au regard des incertitudes analytiques et de la répétabilité des essais. A priori, les conditions de prélèvement étudiées conduisent à des résultats comparables.

Influence de la durée de prélèvement (Digital DA80) : Il ressort de ces essais que les molécules sujettes au perçage le sont dans un délai très court, dès le début du prélèvement. Il est donc inutile de tenter de les piéger avec cette méthode sauf à réduire considérablement la durée du prélèvement et en augmenter le nombre, ce qui s'avère peu compatible tant financièrement (coût d'une analyse compris entre 450 et 750 €) qu'avec un objectif de suivi de la qualité de l'air. Il convient donc de rechercher pour ces molécules volatiles d'autres techniques de collectes plus adaptées. Pour les substances dont la migration est plus lente, la durée de prélèvement (24 h à 30 m³/h ; 48/72 h à 15 m³/h) semble adaptée.

Influence de la durée de prélèvement (Partisol « PUF ») : Il ressort de ces essais qu'un certain nombre d'éléments sont communs à ceux observés lors des essais sur préleveur « Digital ». Ainsi, la mousse se révèle toute autant inadaptée pour le piégeage de certains composés particulièrement volatils. De même, les résultats obtenus sont parfois peu répétables voire non cohérents. Dans l'ensemble, on peut considérer que les phénomènes de migration vers la mousse et de perçage sont d'autant plus favorisés que le temps de collecte est élevé.

Influence de la quantité dopée : L'influence de la quantité de dopage sur la capacité de rétention des supports mis en œuvre confirme une fois de plus l'inadaptation des mousses pour le piégeage des composés volatils, et fait apparaître la migration à forte concentration de nombreux composés pour lesquels ce phénomène n'était jusqu'alors que peu important. L'efficacité de piégeage de la méthode n'en semble pas altérée. On peut en conclure que la méthode est adaptée pour les composés peu et non-volatils dans une gamme de concentration allant de la limite de détection des substances à une centaine de ng/m³. Ceci permet d'envisager l'application de la méthode aux sites de fond comme aux sites de proximité rurale. Les conditions de prélèvement préconisées se limitent à un débit de 15 à 30 m³/h associé respectivement à une durée de collecte de 48-72 h et 24 h.

Equivalence Digital DA80/Partisol : Au regard des quelques essais réalisés, il semble que les préleveurs conduisent à des taux de récupération globaux comparables pour une majorité de composés lors de mesures effectuées aux pas de temps et débits retenus. Cette conclusion ne s'applique pas aux composés volatils (lindane, trifluraline, dichlorvos), ainsi qu'au diazinon, au fenpropimorphe, au chlorothalonil et au folpel pour lesquels le Digital présente de meilleurs taux de piégeage.

On aura noté la **non adaptation des mousses pour le piégeage de certains composés identifiés comme volatils, plus précisément le lindane, le dichlorvos et la trifluraline**. Pour autant, d'autres composés présentent des caractéristiques de volatilité relativement proches de celles-ci et ne sont pas sujets au perçage. Au regard du tableau 1 chap 2.2 on peut citer par exemple le chlorpyrifos-éthyl et le fenpropimorphe. Les seuls critères de tension de vapeur et constante de Henry ne semblent pas suffisants pour définir le comportement des substances lors des prélèvements. En première hypothèse, des phénomènes de type « affinité chimique » et/ou faisant intervenir le coefficient d'adsorption sont à envisager et examiner.

En remarque générale, on peut noter que l'ensemble des essais statiques présentent des résultats peu dispersés comparés à ceux effectués en dynamique. On aura pu remarquer de nombreuses fois tout au long de ce rapport la difficulté à obtenir des essais répétables, et il n'est pas rare de constater des variations de plusieurs dizaines de pourcent entre deux essais identiques. Il convient donc dans l'avenir d'approfondir cet aspect répétabilité dans les essais dynamiques en laboratoire comme sur le terrain.

On retiendra que la migration des substances du filtre vers la mousse apparaît de manière plus prononcée avec la quantité dopée et le temps de collecte. La répartition gaz/particule d'une substance ne peut donc être clairement déterminée à l'aide des supports retenus associés à nos conditions de prélèvement. Dans ces conditions, il convient de recommander la mesure globale (analyse filtre + mousse) des pesticides lors des campagnes sur sites afin d'éviter la présentation erronée du comportement d'une substance dans l'atmosphère.

Par ailleurs, les conclusions présentées sont pour la plupart issues d'essais de dopage qui ne font que simuler la réalité d'un prélèvement (balayage à l'air zéro, dopages liquides,...). Un certain nombre de phénomènes intervenant lors d'un prélèvement réel peuvent nous échapper, tout comme les dopages peuvent nous donner une vision altérée de la réalité. Ces essais dynamiques permettent néanmoins d'approcher le comportement des différentes substances vis à vis des supports de prélèvements utilisés. Il apparaît nécessaire d'étendre ce type d'essai aux substances autres que celles de la sélection retenue par et recherchées par les AASQAs. Il conviendra toutefois de valider la représentativité des essais de dopage par une comparaison, sur quelques molécules uniquement, de la collecte d'une atmosphère chargée en pesticides.

Repère	Désignation précise	Nb/N° pages
A	Plan INERIS Labo 96/254AA	Folio 1 et 5
B	Notice débitmètre JULES type 92	18 pages
C		