

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



www.cea.fr

**GUIDE DE MESURAGE DES ACTIVITÉS
ALPHA/BÊTA GLOBALES DANS LES FILTRES
DE PRÉLÈVEMENT ATMOSPHERIQUE**

GT31 FILTRES

S. BRUN / C. MONSANGANT-LOUVET / N. BAGLAN / E. ANSOBORLO

S. BRUN

CEA/DRF/SAC/UPSE/SPR/LRCE

C. MONSANGANT-LOUVET

IRSN/PSN/RES/SCA/LECEV

SFRP - Journées techniques "Air & Radioactivité"

01 & 02 février 2017

GT 31 CETAMA sous groupe filtre : problématique de la mesure alpha/bêta globale

Etudes antérieures / Méthodes disponibles

Organisation de l'étude (CEA/IRSN/LNHB)

Influence et prise en compte de la taille des aérosols sur le rendement

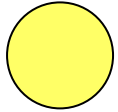
Influence et prise en compte de la vitesse de filtration sur le rendement

Influence et prise en compte de l'empoussièrement

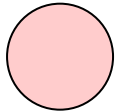
Conclusions et perspectives

Environnement			Installations nucléaires		
débits	surfaces de collection	vitesses	débits	surfaces de collection	vitesses
m ³ /h	cm ²	m/s	m ³ /h	cm ²	m/s
2 à 700	15 à 1157	0,033 à 3,1	0,8 à 60	5 à 154	0,02 à 1,9

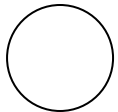
Problématique : filtres de prélèvement et critères de choix



filtre Bernard Dumas C569 cellulose et fibre de verre



filtre Bernard Dumas C577 cellulose et fibre de verre

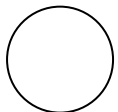


filtre Bernard Dumas C357 fibre de verre



filtre Bernard Dumas B132 cellulose

Capacité de piégeage



filtre téflon Millipore FSLW

Perte de charge



filtre charbon actif

Résistance à l'humidité

Activité intrinsèque

Aptitude à la minéralisation

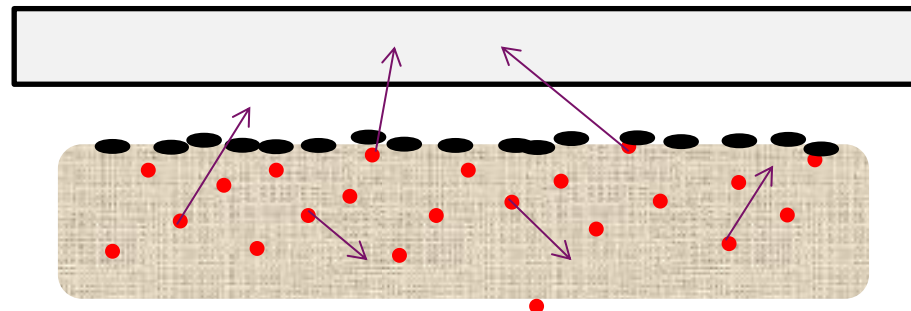
Rendement de piégeage : - nature et épaisseur du filtre
- taille des aérosols prélevés
- vitesse de filtration
- temps de prélèvement

Rendement de détection : - nature du filtre
- taille des aérosols
- vitesse de filtration
- empoussièrement

} Enfouissement de l'aérosol dans l'épaisseur du filtre

Détecteur chambre d'ionisation gazeuse Ar/CH₄ 90/10

Aérosols radioactifs
et non radioactifs
en profondeur
en surface du filtre



Guide de surveillance CEA GT 21(1982)

Etude préliminaire du GTN5 1995 Réalisation de sources étalons discales pour la mesure de la radioactivité déposée sur les filtres de prélèvement atmosphérique par comptage alpha et par comptage bêta

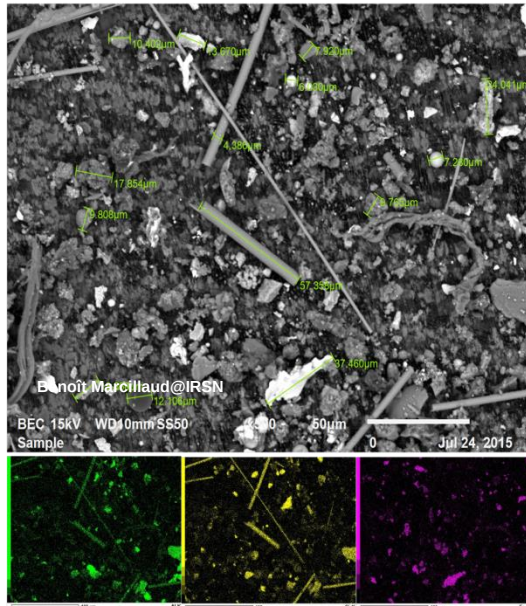
Rapport interne IRSN référencé DSU/SERAC/LPMA/04-02 de janvier 2004
la mesure de la radioactivité alpha des aérosols prélevés sur filtres C357
L. Grivaud, F. Pagliardini

Etudes expérimentales et numériques laboratoire IRSN/SCA/EPICEA
(dont une thèse) 2009 - 2011
C. Monsanglant-Louvet, T. Geryes, V. Férat, et al.

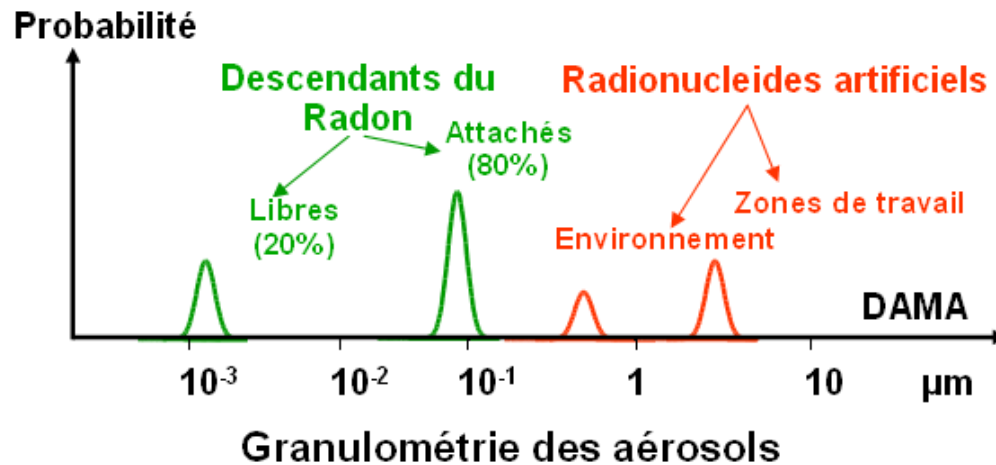
NF M 60-760 Oct 2001 Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air. Prélèvement d'aérosols en vue de la mesure de la radioactivité dans l'environnement

ISO 10704 nov 2009 Mesurage de l'activité alpha globale et bêta globale dans l'eau non saline — Méthode par dépôt d'une source fine

IRSN/SCA/EPICEA :



- dopage ^{239}Pu ou ^{90}Sr des filtres sur banc ICARE
- taille d'aérosol : 0,4 μm et 4 μm
- vitesse de filtration : 0,2 à 1,5 m/s



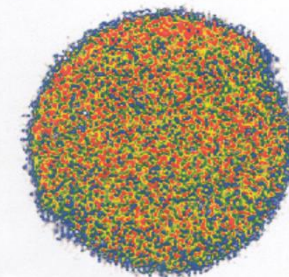
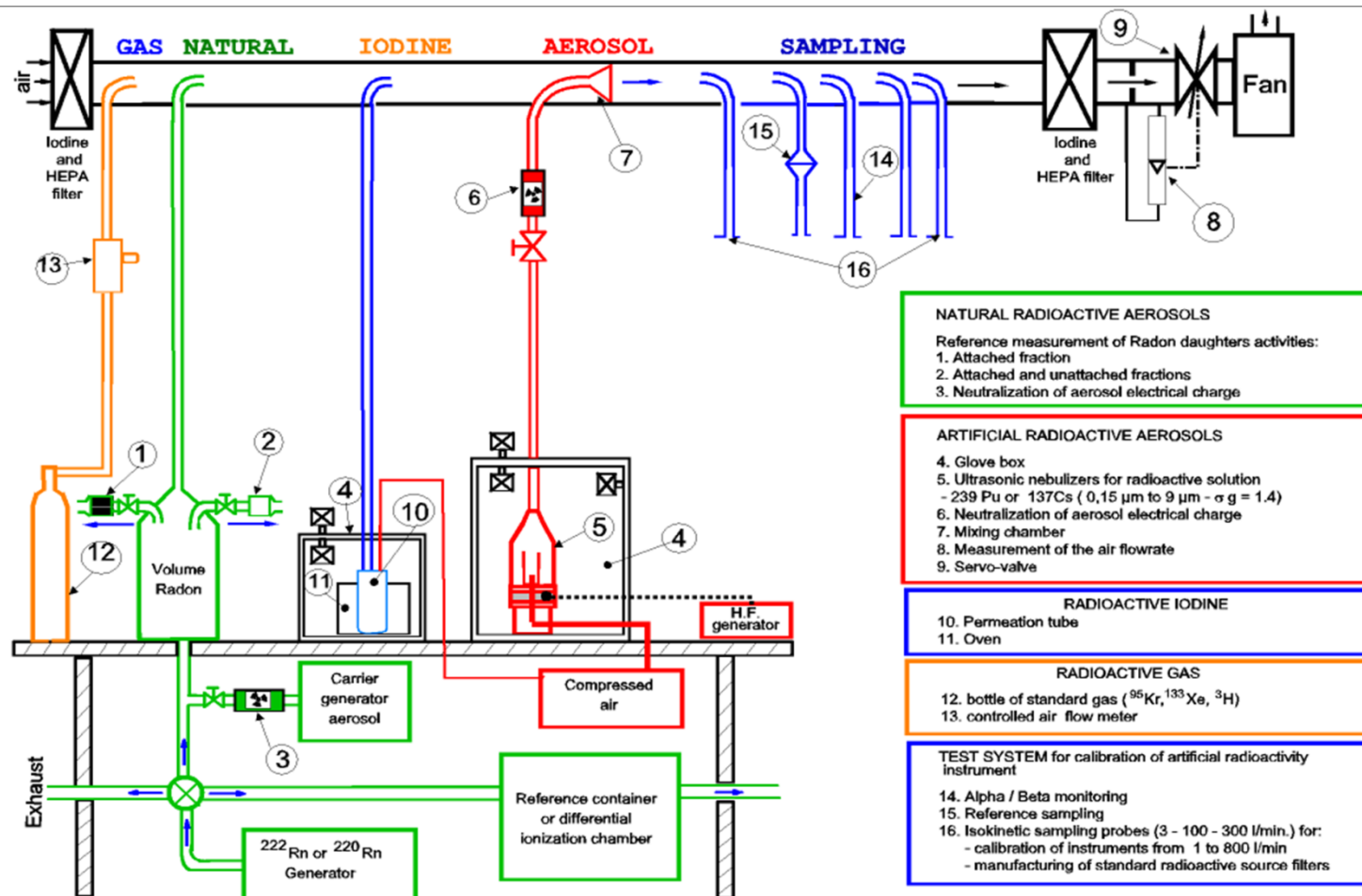
CEA/SPR/LRCE Saclay :

- mesure sur compteur proportionnel type Pegase
- empoussièrément des filtres dopés et mesure sur Pegase

CEA/LNHB/LMA :

- mesure de l'activité déposée par analyse destructive en scintillation liquide

Organisation de l'étude : dopage des filtres : banc d'essais ICARE (IRSN/SCA/LPMA/EPICEA)



Dispersion des
dépôts 4,5%



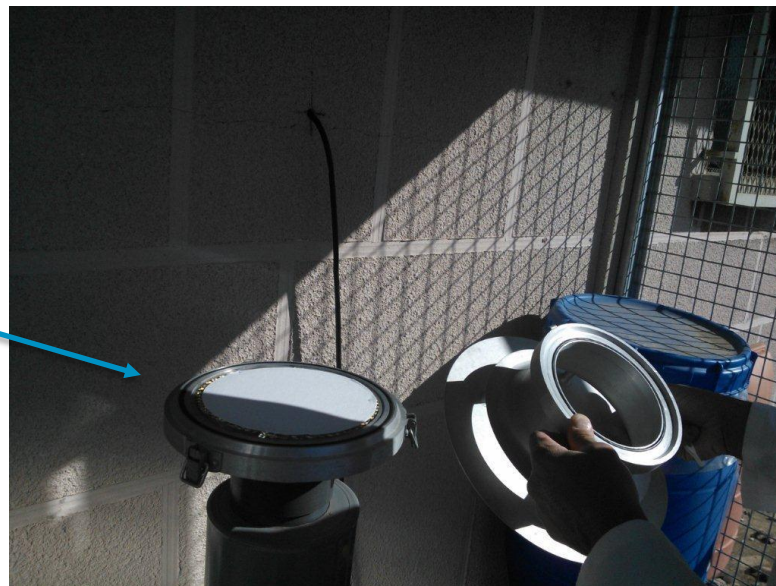
Compteur proportionnel Pégase :

- à circulation de gaz (argon/méthane 90/10)
- ϕ détecteur : 145 mm
- fenêtre mylar mince de 0,8 mg/cm²
- compteur de garde monté en anti coïncidence.
- mesures en mode $\alpha\beta$ simultanés (THT 1650 Volts),
- La chambre de mesure : 10 cm de plomb + 1 cm de cuivre électrolytique

Organisation de l'étude : dispositif d'encrassement , système de prélèvement



Préleveur grand
volume
 $50 - 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

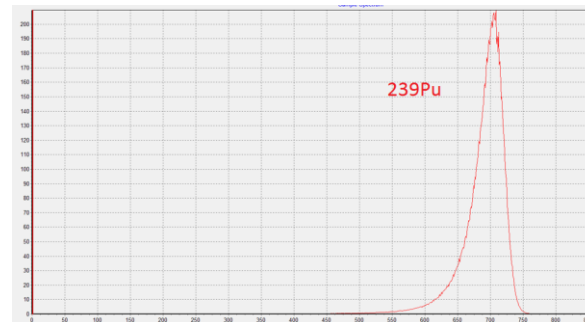


APA $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$



Organisation de l'étude : détermination de l'activité déposée sur les filtres par scintillation liquide (CEA/LNHB/LMA)

Calcination du filtre dans le flacon SL puis ajout du scintillateur



Activité de référence par mesure primaire ou secondaire

Différents type de filtres : diamètre, composition (téflon, fibre de verre, cellulose), couleur = variation du protocole de préparation.

Inconvénient : mesure destructive

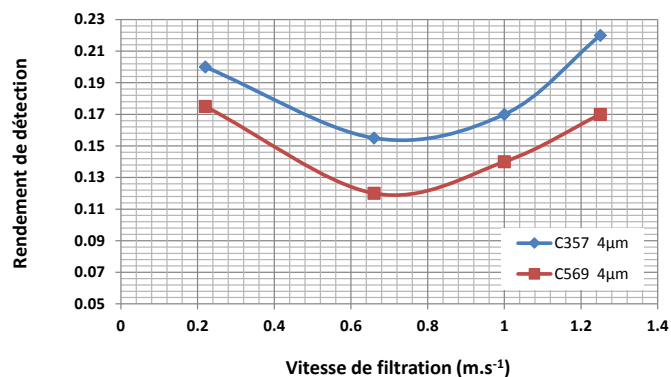
Influence de la taille des aérosols déposés sur le rendement de détection (CEA/SPR_{Saclay}/LRCE)

	filtre	Vitesse de filtration	Rapport des diamètres filtre/détecteur (en mm)	Rendement de détection	
Alpha ²³⁹ Pu	coupelle	-	130/135	0,28	
Alpha ²³⁹ Pu	C569	1m.s ⁻¹	48/135	0,4μm 0,21	4μm 0,29
	C569		114/135	0,15	0,27
	C357		137/135	0,13	0,24
Bêta ⁹⁰ Sr	coupelle	-	130/135	0,53	
Bêta ⁹⁰ Sr	C569	1m.s ⁻¹	48/135	0,4μm 0,50	4μm 0,55
	C569		114/135	0,49	0,53
	C357		137/135	0,44	0,47

Les incertitudes associées aux valeurs de rendement sont de 20% (k=2)

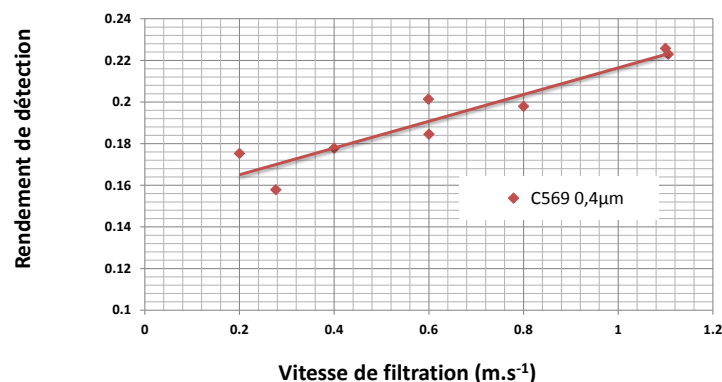
Influence et prise en compte de la vitesse de filtration sur le rendement de détection

Influence de la vitesse de filtration sur le rendement de détection alpha global eq ^{239}Pu d'un compteur proportionnel Mini 20



Variation du rendement de détection d'un compteur proportionnel (type IN20) en ^{239}Pu (aérosol 4 μm) au sein d'un filtre C357 et C569 en fonction de la vitesse de filtration.

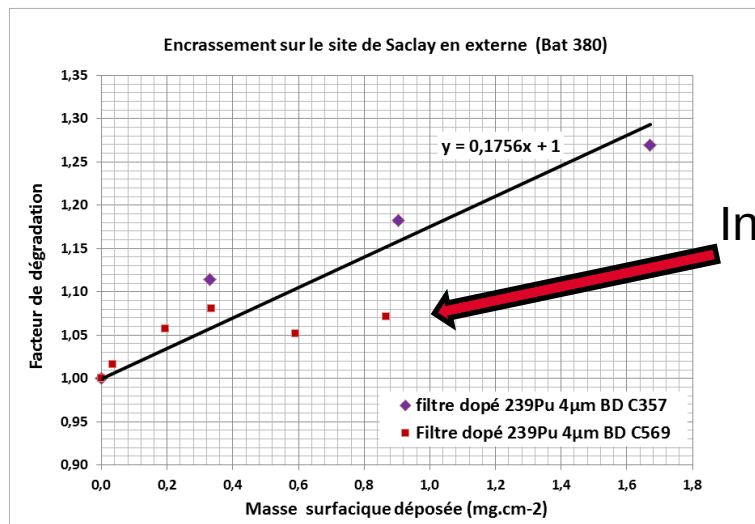
Influence de la vitesse de filtration sur le rendement de détection alpha global eq ^{239}Pu (compteur proportionnel Pégase)



Variation du rendement de détection d'un compteur proportionnel (Pegase) en ^{239}Pu (aérosol 0,4 μm) au sein d'un filtre C569 en fonction de la vitesse de filtration.

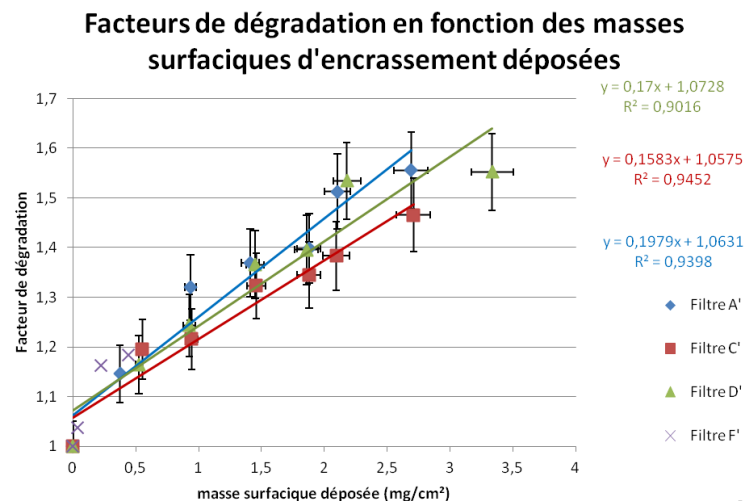
Influence de l'empoussièrèment sur le rendement α_{eq} ^{239}Pu : facteur de dégradation $F_d = \frac{\text{Flux sans poussière}}{\text{Flux avec poussière}}$

Saclay : environnement



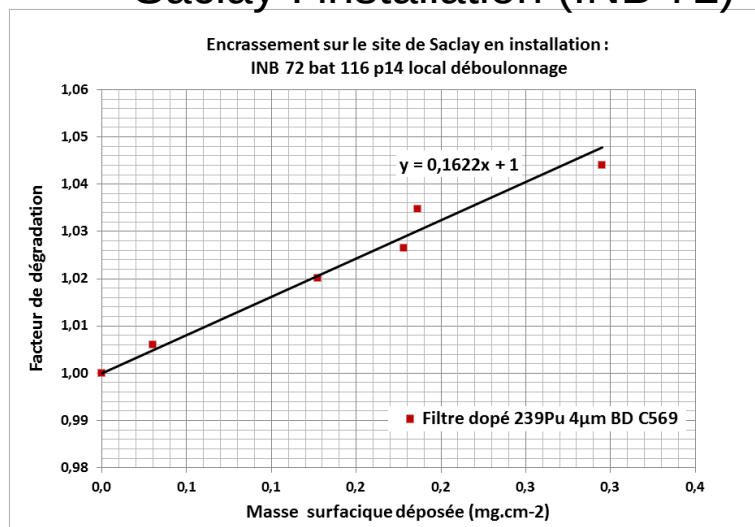
Interférence ^{210}Po

Empoussièrèment artificiel IRSN

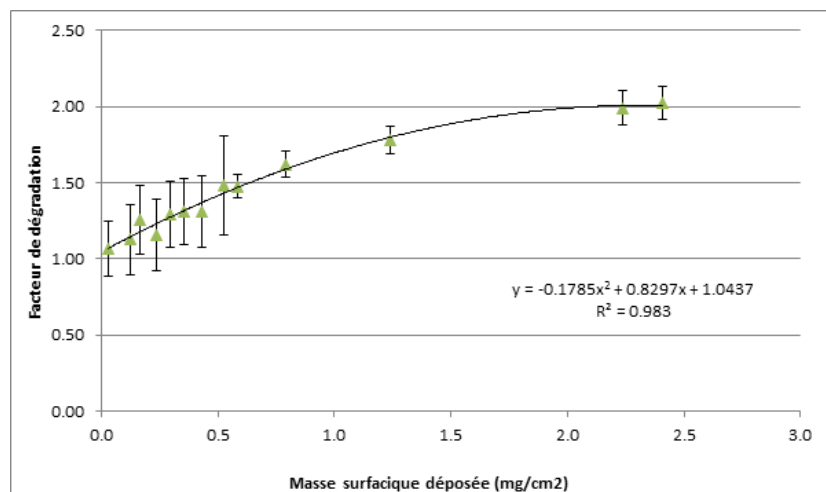


Etude Vadim Férat

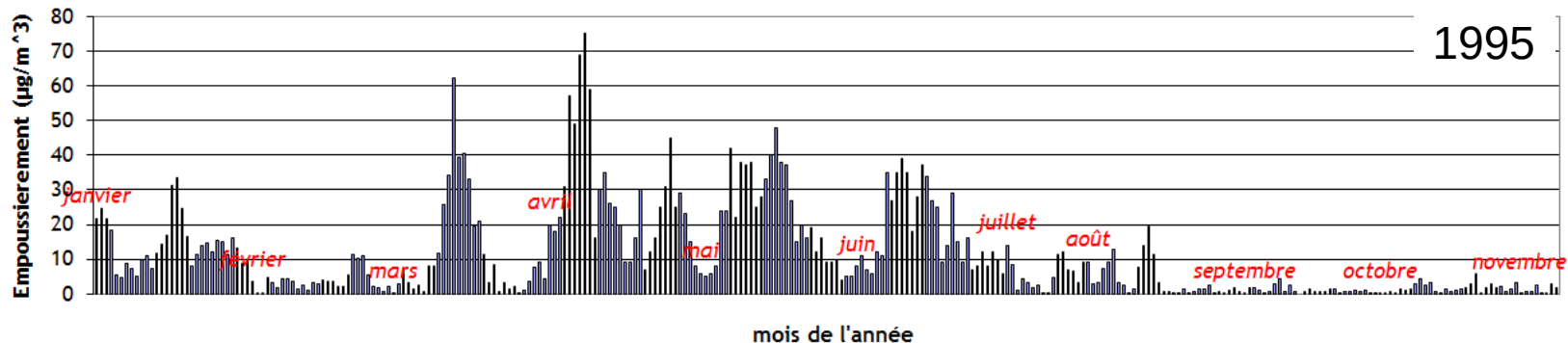
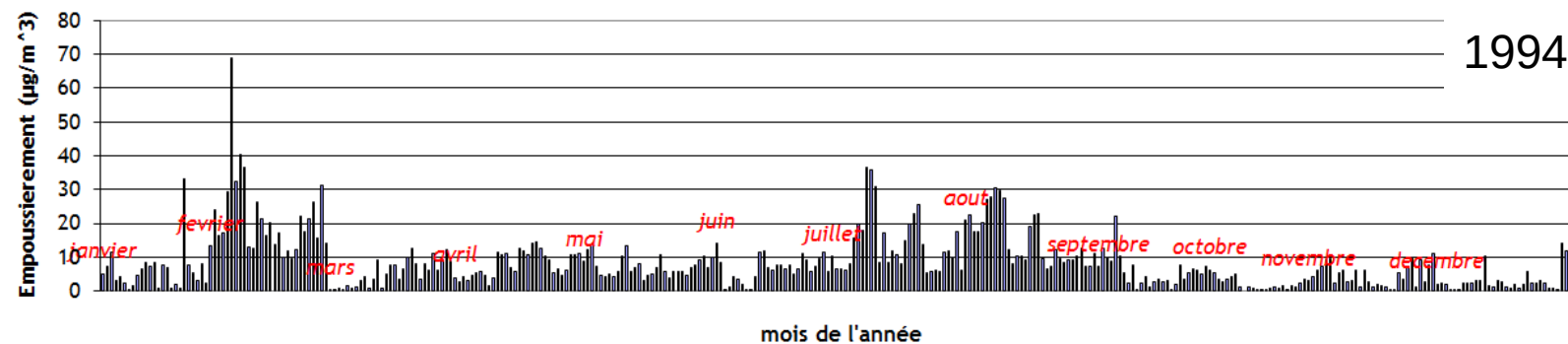
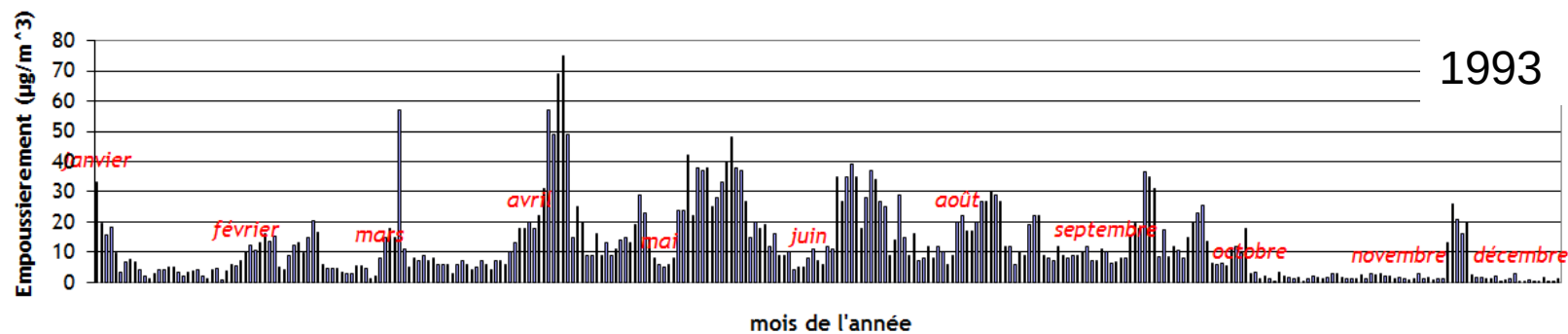
Saclay : installation (INB 72)



ANDRA centre de l'aube



Variation de l'empoussièrément sur Saclay (CEA/SPR_{Saclay}/LRCE)

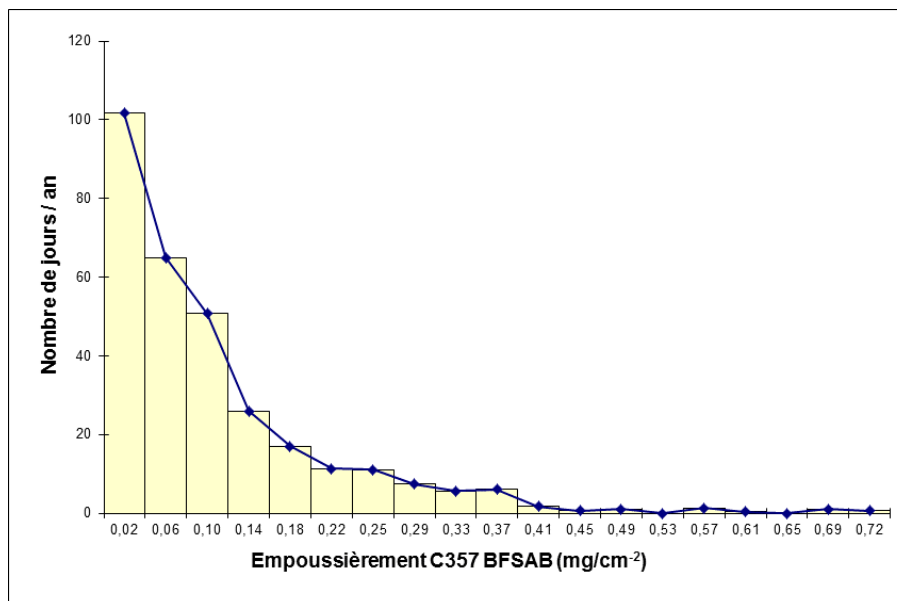
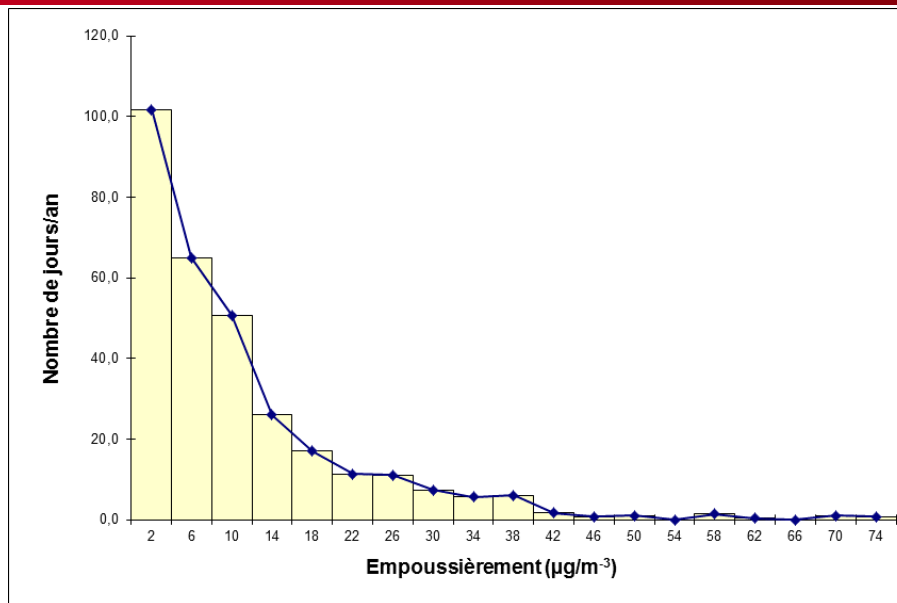


Histogramme de l'empoussièrèment sur Saclay (CEA/SPR_{Saclay}/LRCE)

Histogramme des
empoussièrèments
en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air filtré
exprimé en
nombre de jour / an
(26280 mesures 1993-95)



Histogramme des
empoussièrèments
en mg/cm^2 déposés
exprimé en
nombre de jour / an



Selon l'impact de l'empoussièrement sur le rendement de détection



impact élevé
correction du biais
par pesée des filtres



impact faible
Prise en compte d'un paramètre
d'incertitude additionnel
sans correction de biais

bonne connaissance de la distribution
statistique des empoussièrements

Conclusions et perspectives

- Une étude qui permet de connaître les contours du problème et d'avoir des éléments de langage commun
- Démonstration de l'influence significative de la granulométrie des aérosols, de la vitesse de filtration et de l'empoussièrement sur le rendement de détection
- Le guide tient compte de l'ensemble de ses paramètres d'influence pour estimer les activités alpha bêta globales dans les filtres de prélèvement atmosphérique.
- Nécessité de continuer les essais d'empoussièrement sur des filtres dopés en ^{239}Pu .
- Réfléchir à des solutions techniques pour élargir le domaine d'étude des vitesses de filtration (actuellement 0,2 -1,2 m/s) aux vitesses des systèmes de prélèvement (0,03 -2,5 m/s)
- Réflexion sur la représentativité des études d'empoussièrement déjà réalisées
- Etudier la nature des poussières collectées dans l'environnement et dans les installations par des méthodes annexes telles que l'analyse élémentaire et le microscope à balayage électron
- Promouvoir une filière de raccordement pour l'ensemble des laboratoires (développement d'une méthode d'étalonnage non destructive par le LNHB)

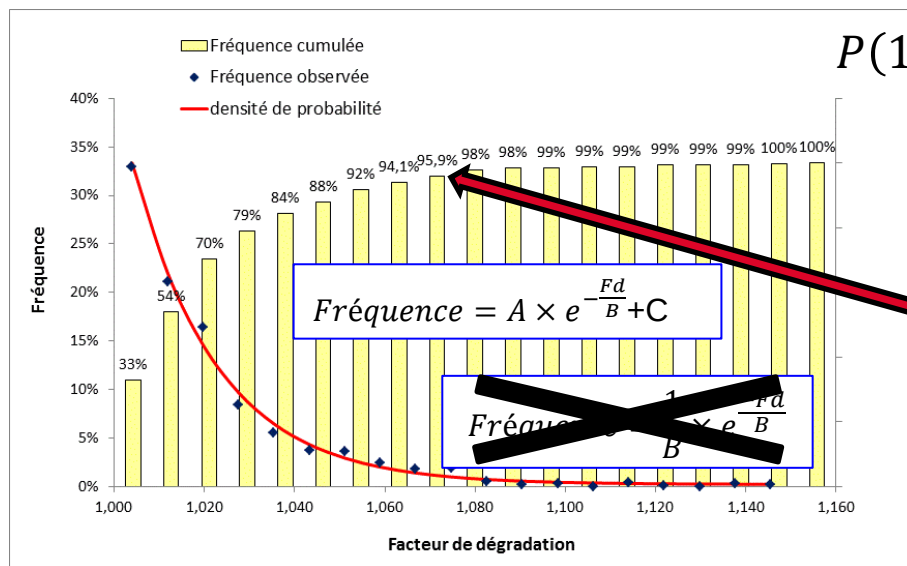
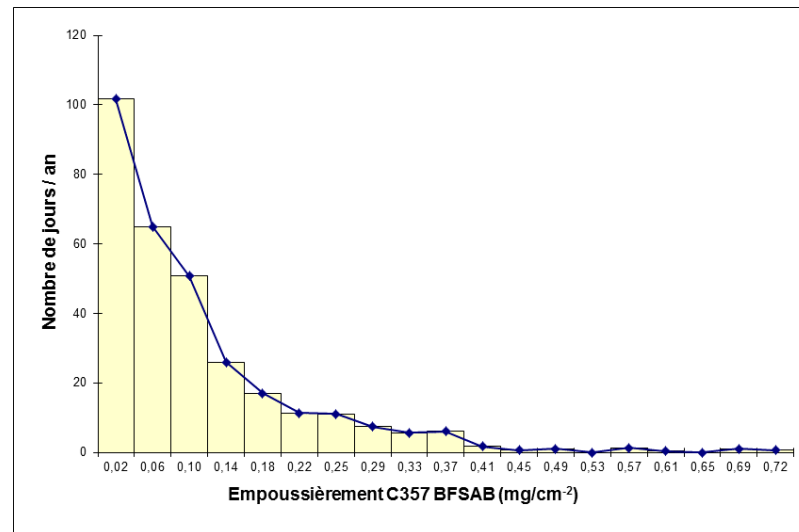
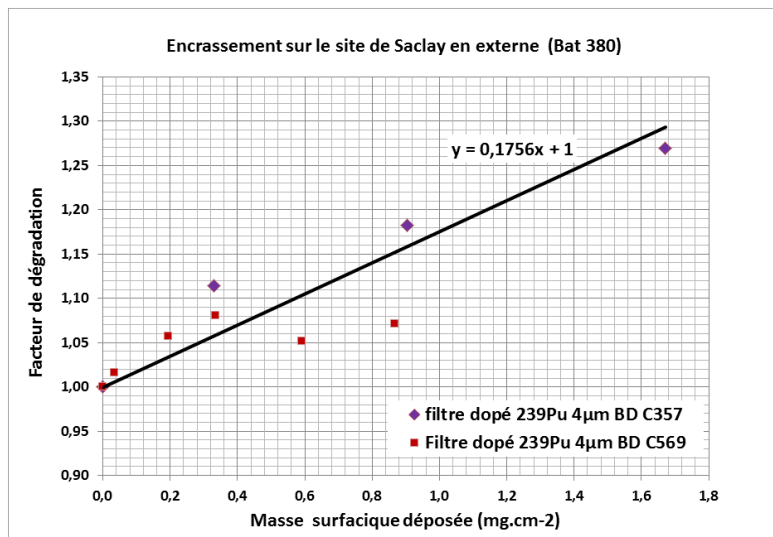
Merci de votre attention

Remerciements à :
Philippe CASSETTE (CEA/LNHB)
Eric BOHAUD (ANDRA)
Grégoire DOUGNIAUX (IRSN)
Jean Christophe REMY (CEA)

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 69 08 40 54 | F. +33 (0)1 69 08 80 44

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019

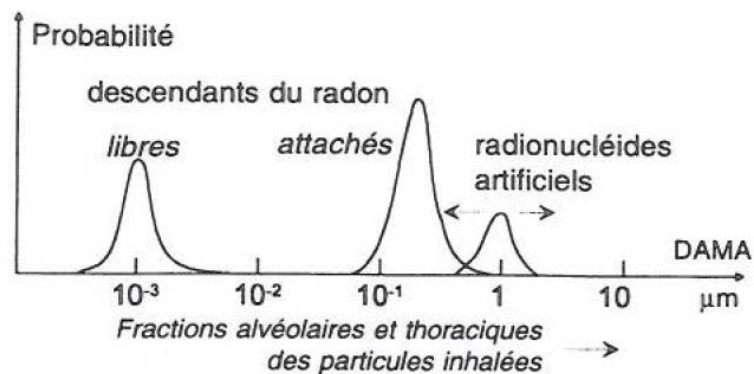
Prise en compte de l'empoussièrement concernant l'analyse alpha globale des filtres BD C357 (environnement Saclay)



$$P(1 < Fd_{réel} < 1 + 2\sigma) = 0,95$$

$$2s \approx 0,063$$

$$u_{empoussièrement} \approx 3,2\%$$



DAMA: Diamètre aérodynamique médian en activité

Figure A1.1: Distribution de la dimension des aérosols

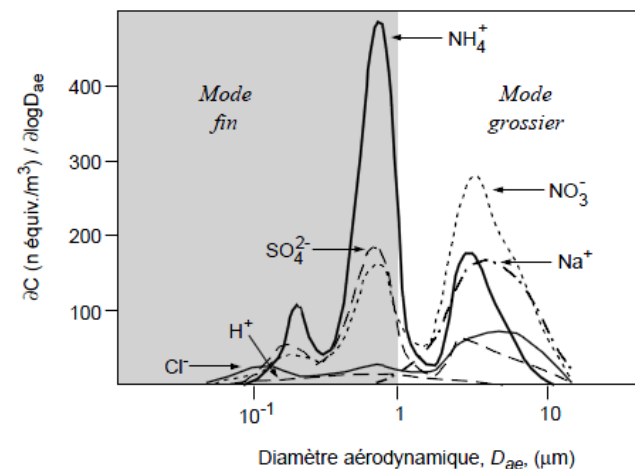


Figure 4. Distribution de taille et de composition chimique d'un aérosol urbain typique (Wall et al., 1988).

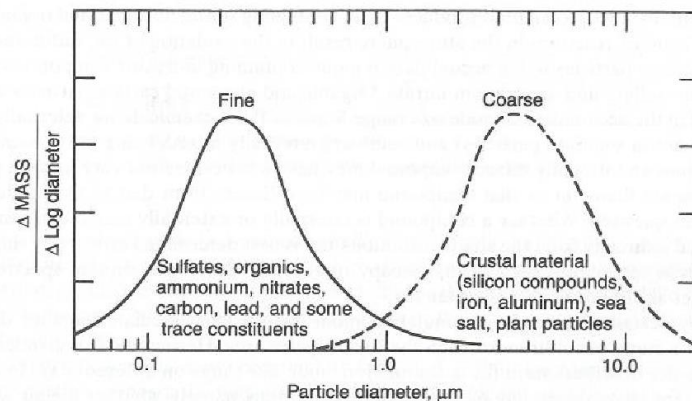


Fig. 6-3. Schematic of typical urban aerosol composition by particle size fraction. The chemical species are listed in approximate order of relative mass contribution. (From U.S. Environmental Protection Agency, 1982).

Tableau 2 : influence de divers paramètres intrinsèques à l'aérosol, au filtre et à la filtration, sur l'efficacité de capture par diffusion, interception et impaction inertielle (Thomas, 2001)

Efficacité de collecte	Aérosol		Conditions opératoires	Caractéristiques du filtre		
	$\rho_p \nearrow$	$d_p \nearrow$	$U_f \nearrow$	$d_f \nearrow$	$\alpha \nearrow$	$Z \nearrow$
Diffusion	$\searrow$	$\searrow$	$\searrow$	$\searrow$	$\nearrow$	$\nearrow$
Interception	--	$\nearrow$	--	$\searrow$	$\nearrow$	$\nearrow$
Impaction	$\nearrow$	$\nearrow$	$\nearrow$	$\searrow$	$\nearrow$	$\nearrow$

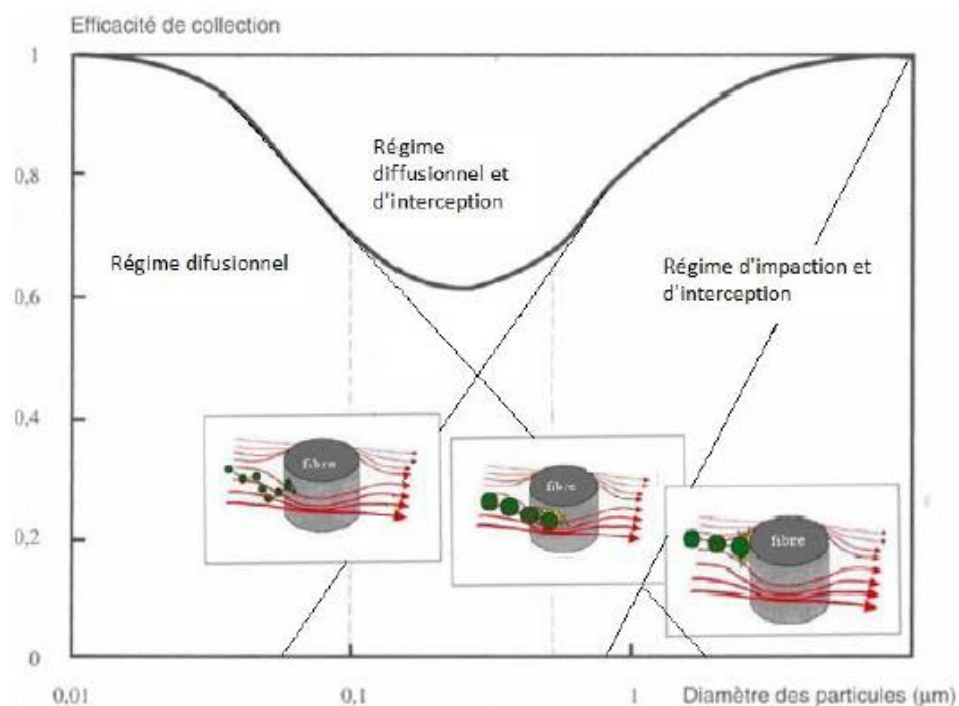


Figure 5 : représentation schématique de l'efficacité de filtration d'un filtre en fonction du diamètre aérodynamique des particules et des différents régimes de filtration.

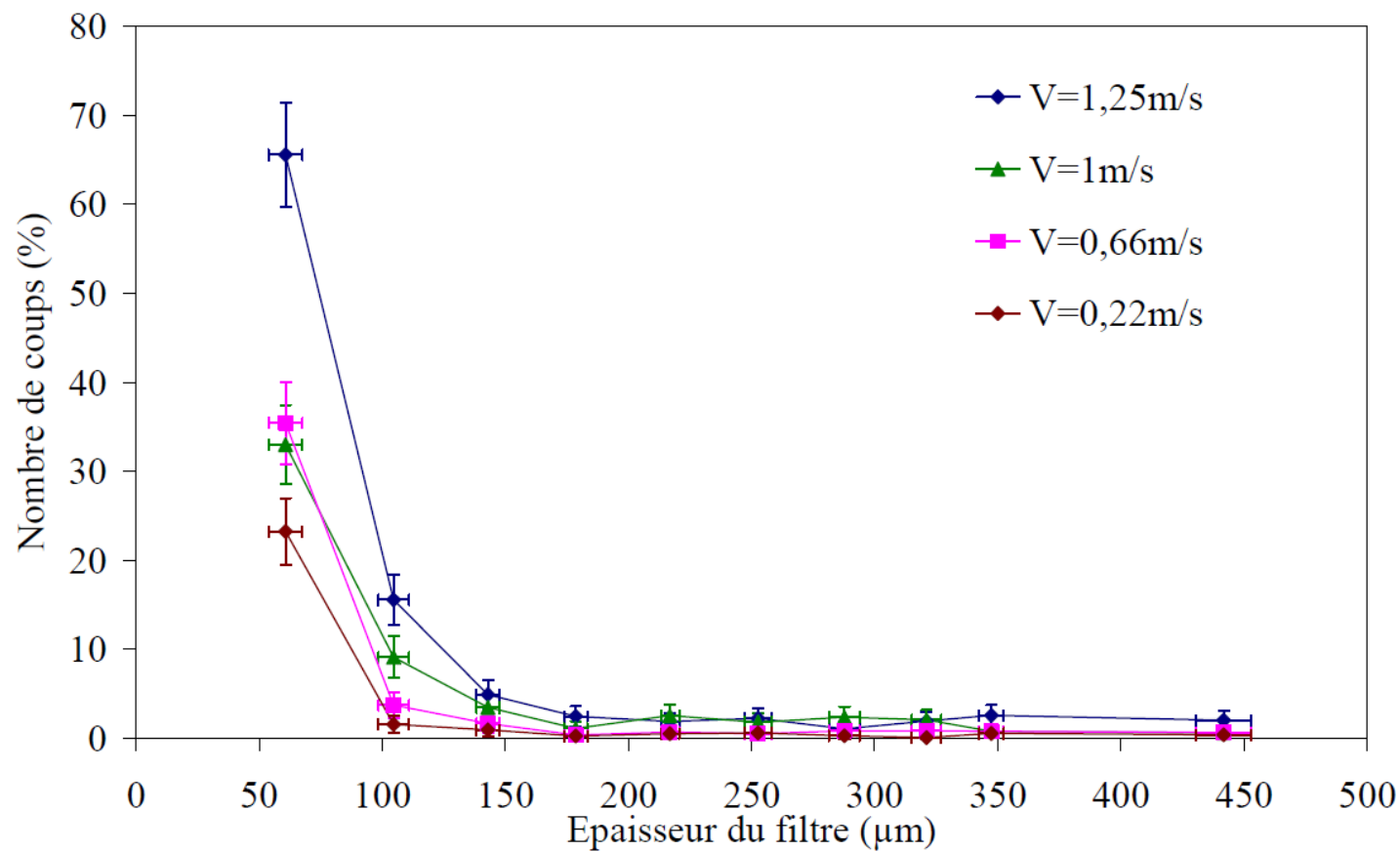


Figure III.9 : Comparaison des courbes de pénétration dans les filtres C357 en fonction des vitesses de filtration de $0,22 \text{ m.s}^{-1}$ (en rouge), $0,66 \text{ m.s}^{-1}$ (en rose), 1 m.s^{-1} (en vert) et $1,25 \text{ m.s}^{-1}$ (en bleu).