

Évaluation des poussières inhalables - Mise en application d'un dispositif de prélèvement à usage unique.

Pierre-Luc Cloutier, Zélie Fortin, François Gouin, Alberto Morales et Simon Aubin

Unir
la diversité
pour une culture
en santé



42^e CONGRÈS ANNUEL
DE L'AQHSST
11 au 13 mai 2022
Delta de Sherbrooke



Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail

Plan de la présentation

- ▶ Introduction
- ▶ Contexte et objectifs
- ▶ Méthodologie
- ▶ Résultats
- ▶ Discussion
- ▶ Conclusion

Introduction

► Les poussières inhalables ?

Sujet de plusieurs présentations à l'AQHSST:

En 1993 : Le point sur les poussières inhalables, thoraciques et respirables : échantillonnage, réglementation et pertinence toxicologique, D. Drolet, G. Perrault, Y. Cloutier, IRSST, Congrès de Ste-Adèle.

En 1996 : Poussières inhalables ou poussières totales ? La différence entre les définitions, l'échantillonnage et les résultats, G. Perrault, D. Drolet, Y. Cloutier, IRSST, Congrès de Hull.

En 1998 : Étude du comportement de l'échantillonneur inhalable IOM en fonction de la vitesse et de la direction du vent extérieur, A. Dufresne, U. McGill, Congrès de Laval.

En 2010 : Développement et mise en service d'une méthode d'analyse des poussières inhalables. S Aubin, Z. Fortin. IRSST. Congrès de Lévis

Introduction : Définition

Définition générale:

Les poussières inhalables consistent en la fraction granulométrique de poussières aéroportées susceptible de pénétrer dans n'importe laquelle partie du système respiratoire d'une personne exposée.

Généralement : < 100 µm (diamètre aérodynamique)

Introduction : définition imagée

Zone respiratoire	Diamètre approx.	Fraction
Extra-thoracique	<100 µm	Inhalable* (I)
Trachéo-bronchique	<25 µm	Thoracique* (T)
Alvéolaire	<10 µm	Respirable* (R)

* Établis en 1993 par:

Organisation internationale de normalisation (ISO)

Comité européen de normalisation (CEN)

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®)

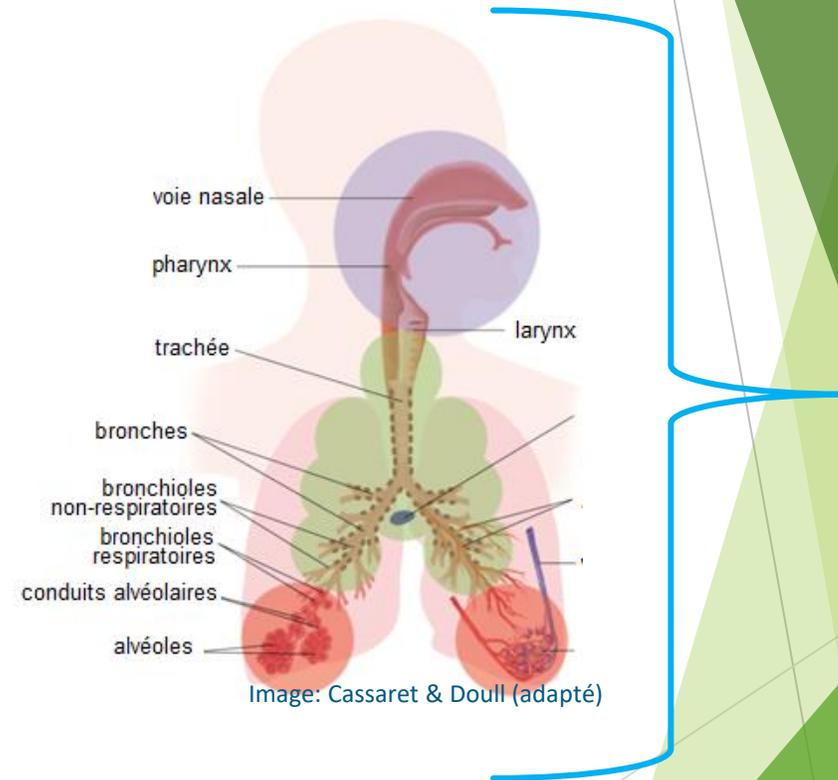
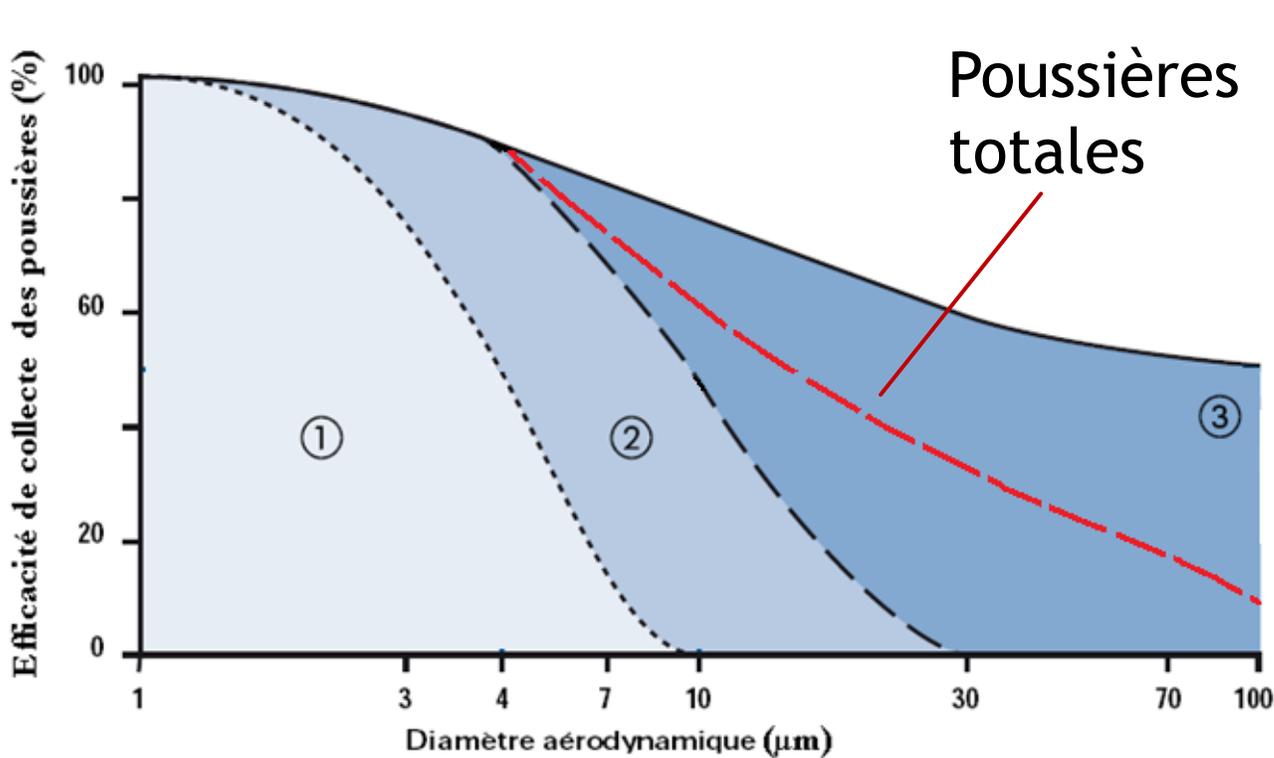


Image: Cassaret & Doull (adapté)

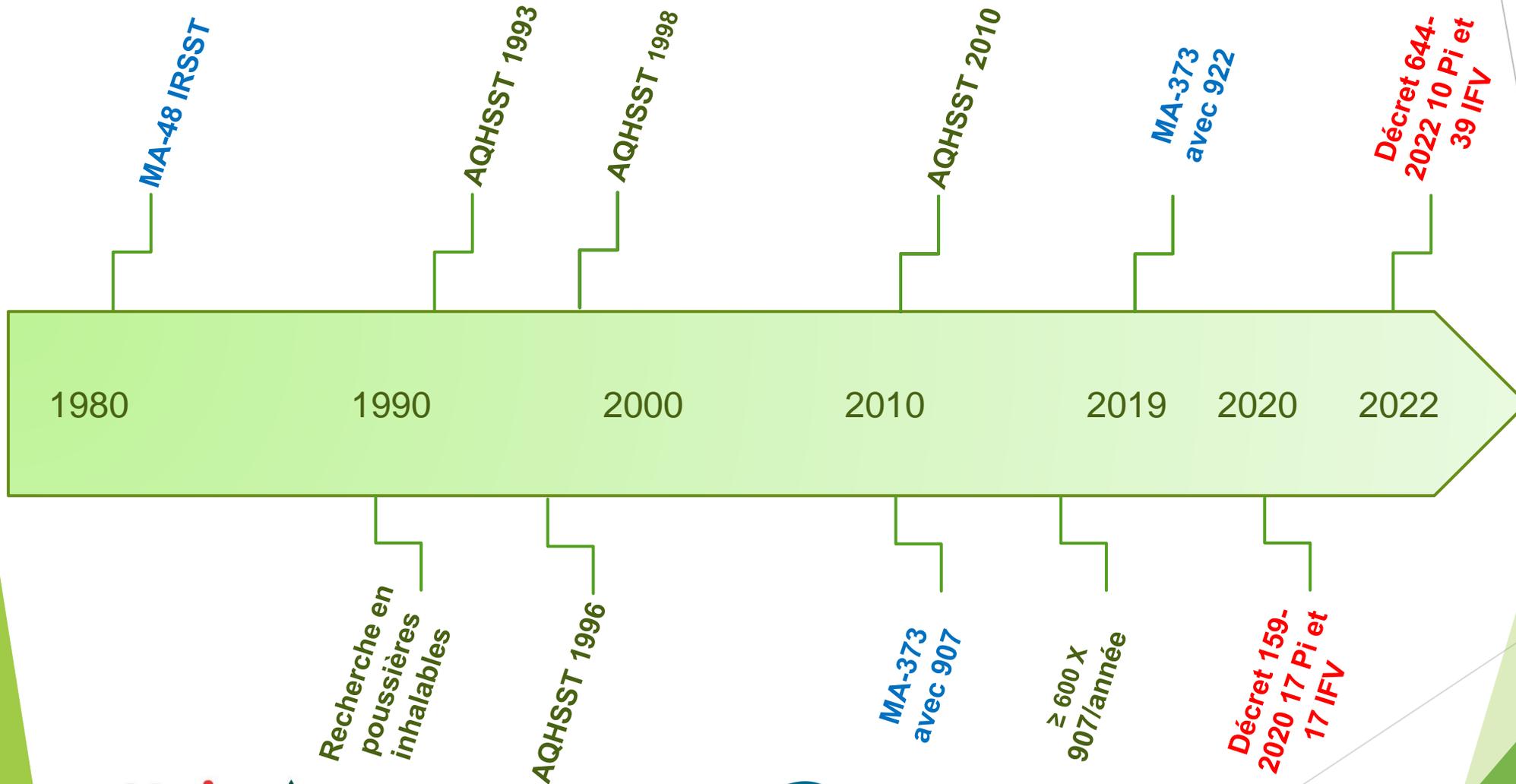
Introduction : différence avec les poussières totales



Source : Manuel Hygiène, 2021

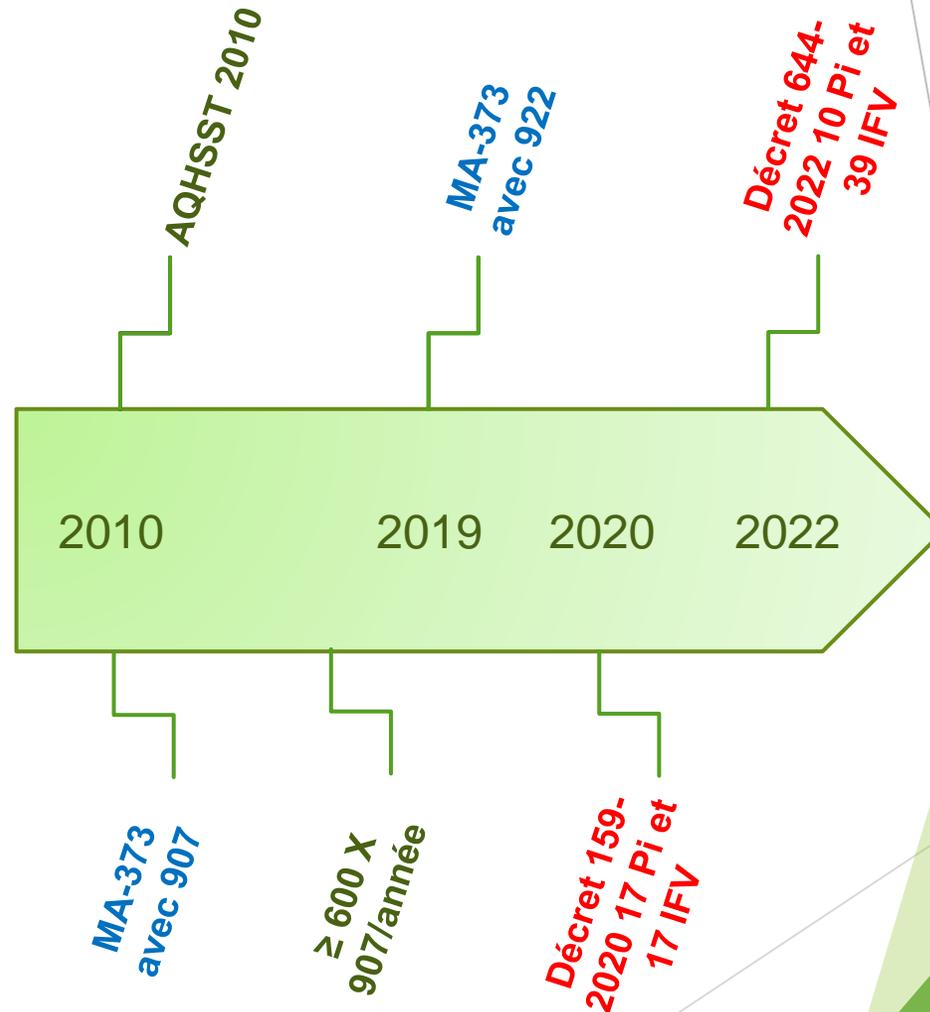
- ① Respirable (R)
- ① + ② Thoracique (T)
- ① + ② + ③ Inhalable (I)

Les poussières inhalables de 1980 à 2022



Pourquoi en parler encore en 2022?

- Augmentation continue du volume de 907 de 2010 à 2020.
- Bris fréquents des cassettes.
- Coût unitaire élevé: 150\$.
- Approvisionnement difficile pour les clients.
- Notation **Pi** dans le RSST depuis 2020.



Exemples de substances portant la notation Pi

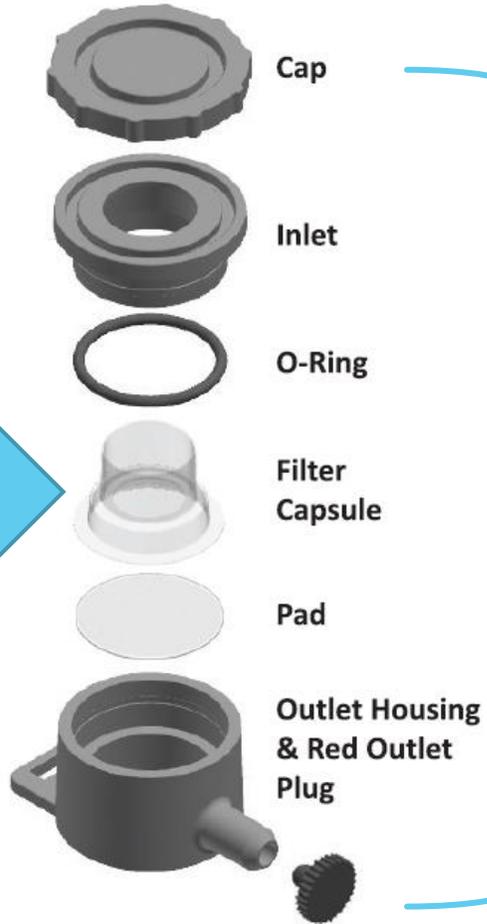
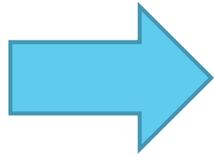
Entrée en vigueur	Substance	[#CAS]	VEMP mg/m ³	Notations et remarques
2020	Baryum, sulfate de	[7727-43-7]	5	Pi , note 1
2020	Calcium, sulfate de	[7778-18-9] [13397-24-5] [10034-76-1] [10101-41-4]	10	Pi , note 1
2020	Noir de carbone	[1333-86-4]	3	C3, Pi
2020	Silicium, carbure de (non fibreux)	[409-21-2]	10	Pi , note 1
2022	Poussières de farine		3	Pi , S(R)

Objectifs du projet

1. Développer et valider une méthode d'analyse pour les poussières inhalables avec le prototype IOM jetable (922) dans un contexte ISO/CEI 17025.
2. Comparaison de mesures en milieu de travail avec le prototype IOM jetable (922), l'IOM (907) et l'*IFV Pro* (923).

Prototype IOM jetable (922) évalué (*DIS* de Zefon)

Objectif 1:
Labo



Objectif 2 :
Terrain



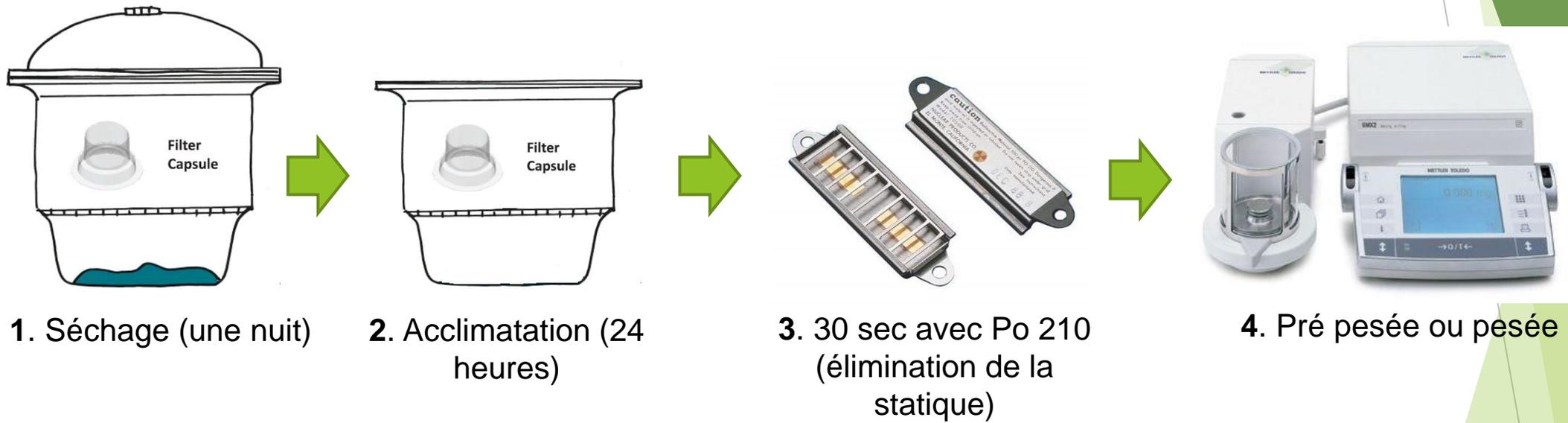
**Transport/Storage
Configuration**



**Sampling
Configuration**

**Inlet Cap attaches to the front for storage
and the back during sampling.**

Objectif 1 - Matériel et méthodes



- Filtres encapsulée en CPV de 25 mm, 5 μm avec cellulose.
- Inspirée des méthodes MA-48 et MA-373.
- Mesures réalisées sous conditions contrôlées : 40-50% RH, stabilité 4h à $\leq 2\%$ RH.

Objectif 1 – Résultats pour la détermination de la VMR

Description :

1. Pré pesage de 10 cassettes
2. Ajout 150 μg ($0,38 \text{ mg/m}^3$)* de silice
3. 10 cycles de séchage, d'acclimatation et de pesage.

Résultats :

LDM = 18 μg

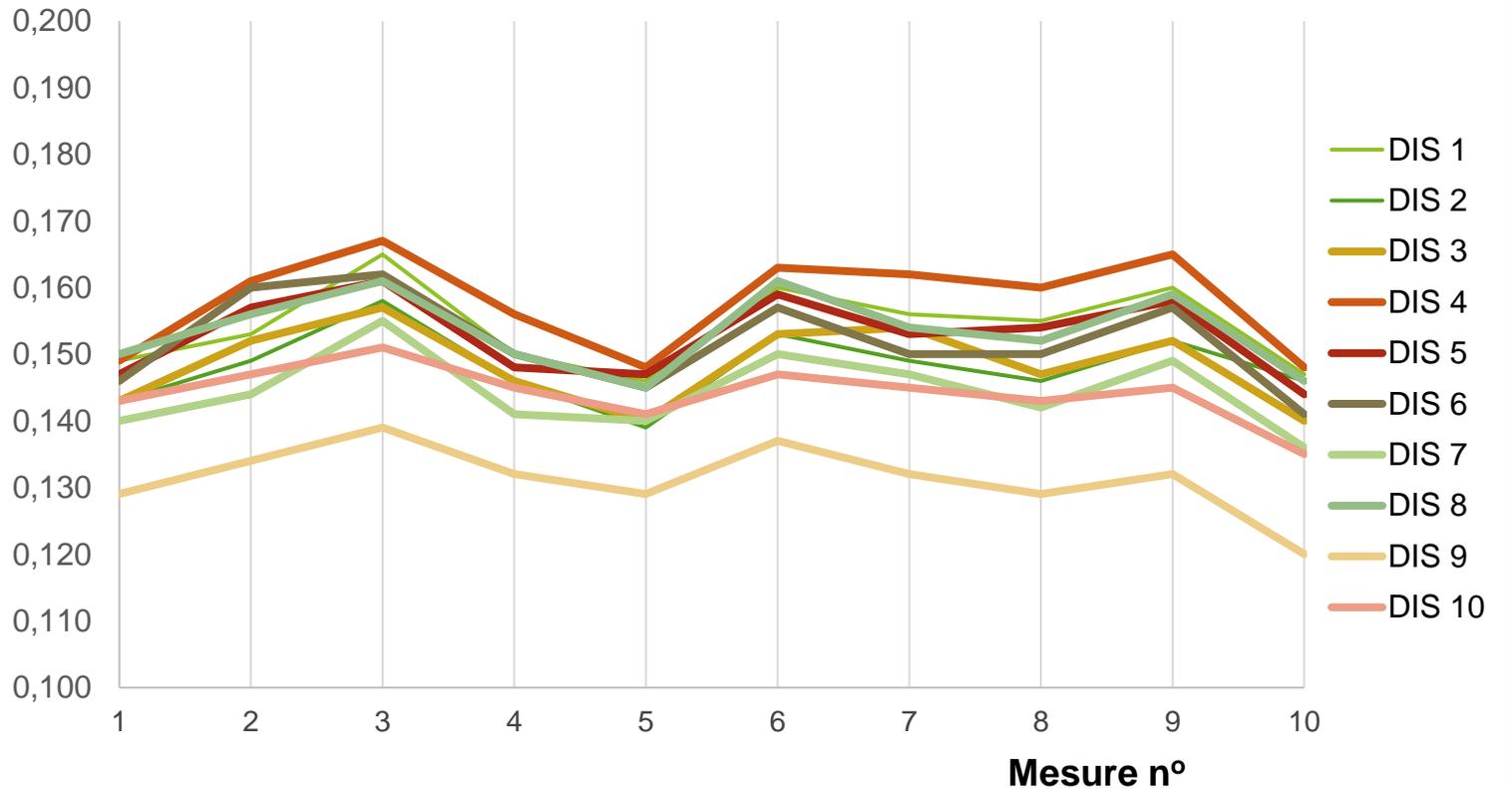
LQM = 59 μg

VMR = 60 μg

CVa (%) = 3,9%

* Pour volume recommandé de 400L.

Poids en mg



Objectif 1 – Résultats de répétabilité

Description :

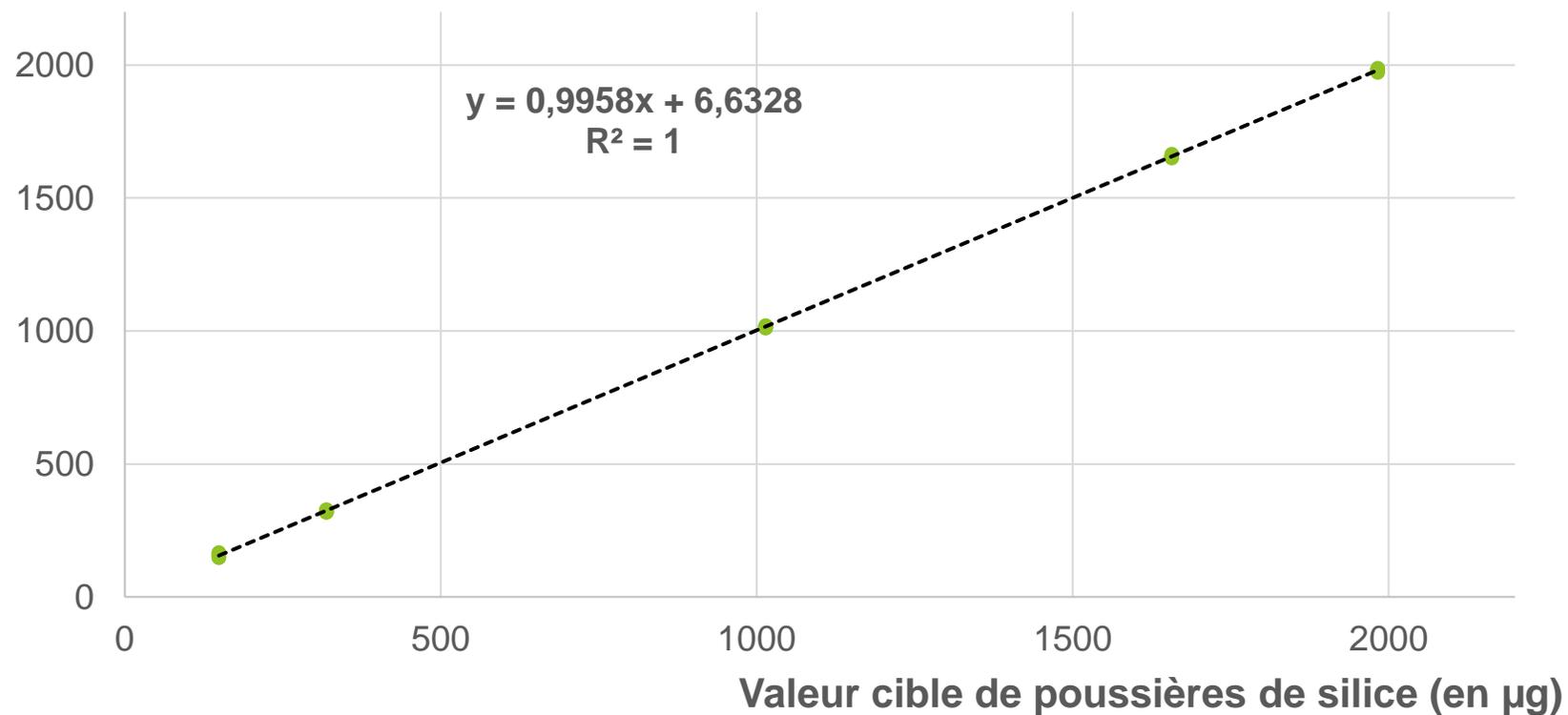
1. Pré pesage de 5 cassettes.
2. 5 niveaux de poussières de silice (voir tableau).
3. 6 cycles.

Niveau (n=6)	Valeur cible* mg/m ³	Valeur cible µg	Valeur obtenue µg	Récupération %	CVa %
1	0,37	149	157	106	4,9
2	0,80	319	323	101	1,2
3	2,55	1014	1016	100	0,3
4	4,14	1657	1657	100	0,3
5	4,96	1983	1981	100	0,3

* Pour volume recommandé de 400L.

Objectif 1 - Résultats de répétabilité

Valeur obtenue
de poussières
de silice (en µg)



Objectif 1 – Discussion et conclusions

- Le prototype évalué répond aux besoins au niveau du laboratoire.
- Méthode développée et validée avec le prototype dans un contexte ISO/CEI 17025.
- Résultats de la validation comparables à l'IOM (IRSST 907).
- L'assemblage et préparation matériel plus simple et l'approvisionnement de la clientèle plus aisée.

Caractéristique	Prototype (922)	IOM (907)
VMR	60 µg	40 µg
CVa	2,3%	0,7%
Délai du cycle	2 jours	6 jours

Objectif 2: Description des dispositifs d'échantillonnages comparés



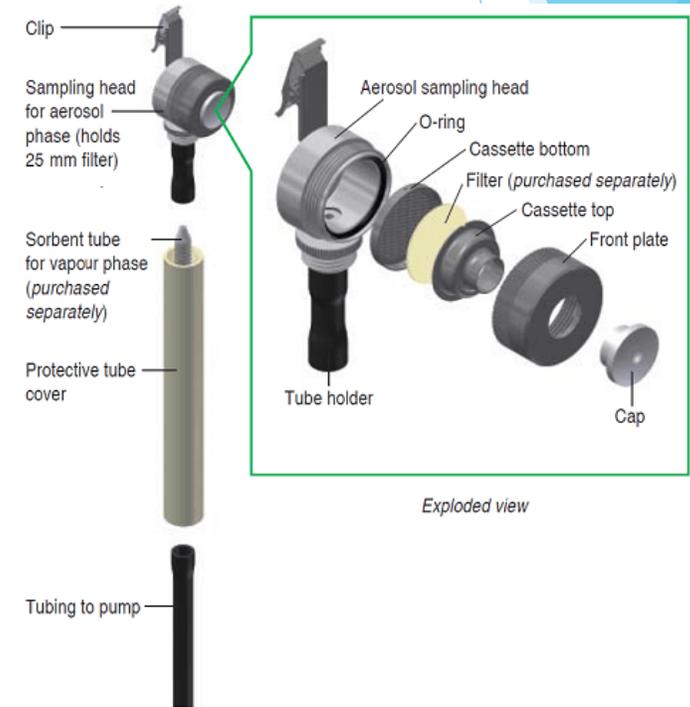
Prototype IOM jetable
IRSST 922
2,0 L/min



IOM
IRSST 907
2,0 L/min



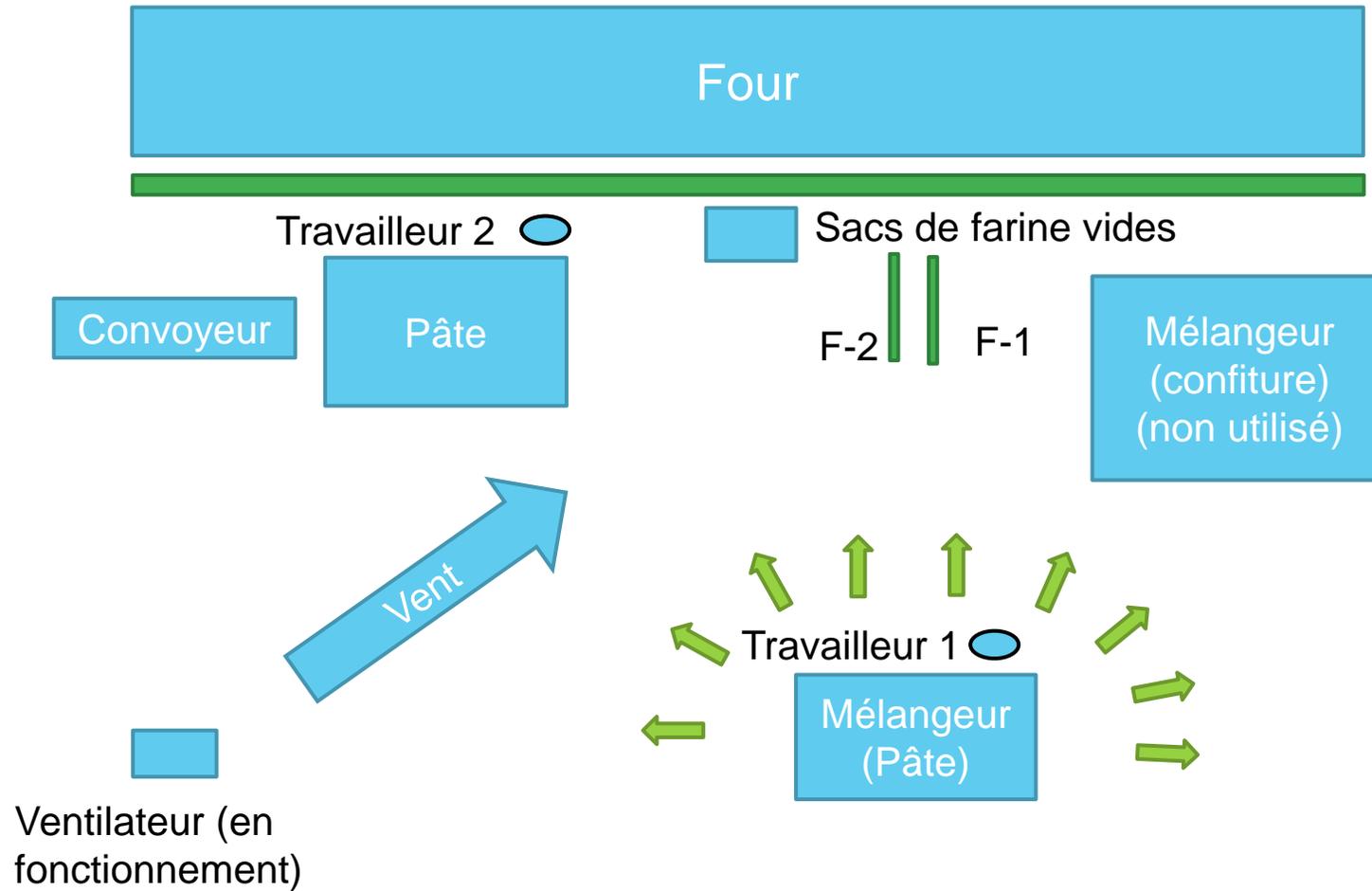
IFV Pro Sampler
IRSST 923
1,0 L/min



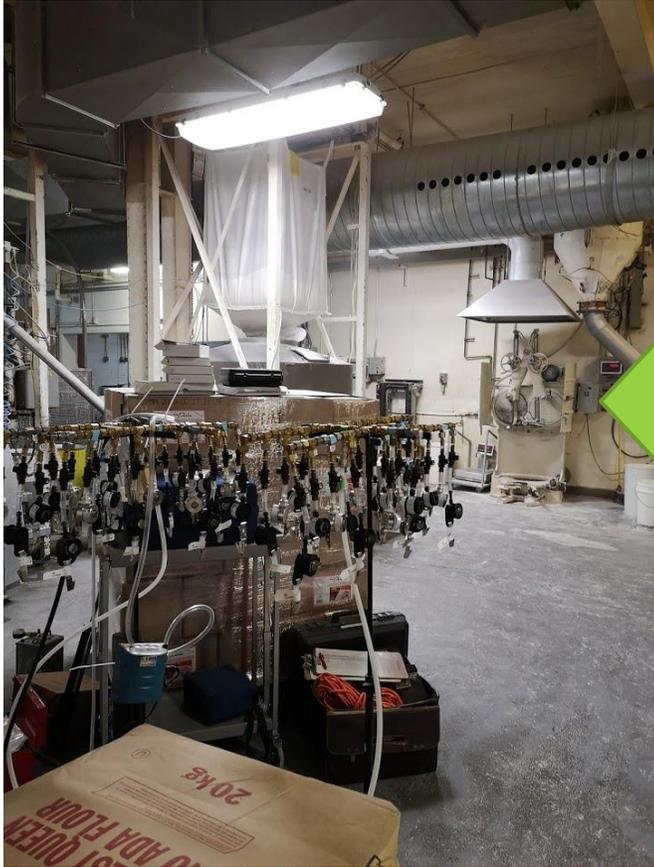
Objectif 2 : Description du milieu de travail



Objectif 2: Description du milieu de travail



Objectif 2 : Description du milieu de travail



Objectif 2 : Matériel et instruments



Fourchette d'échantillonnage avec SidePak AM510

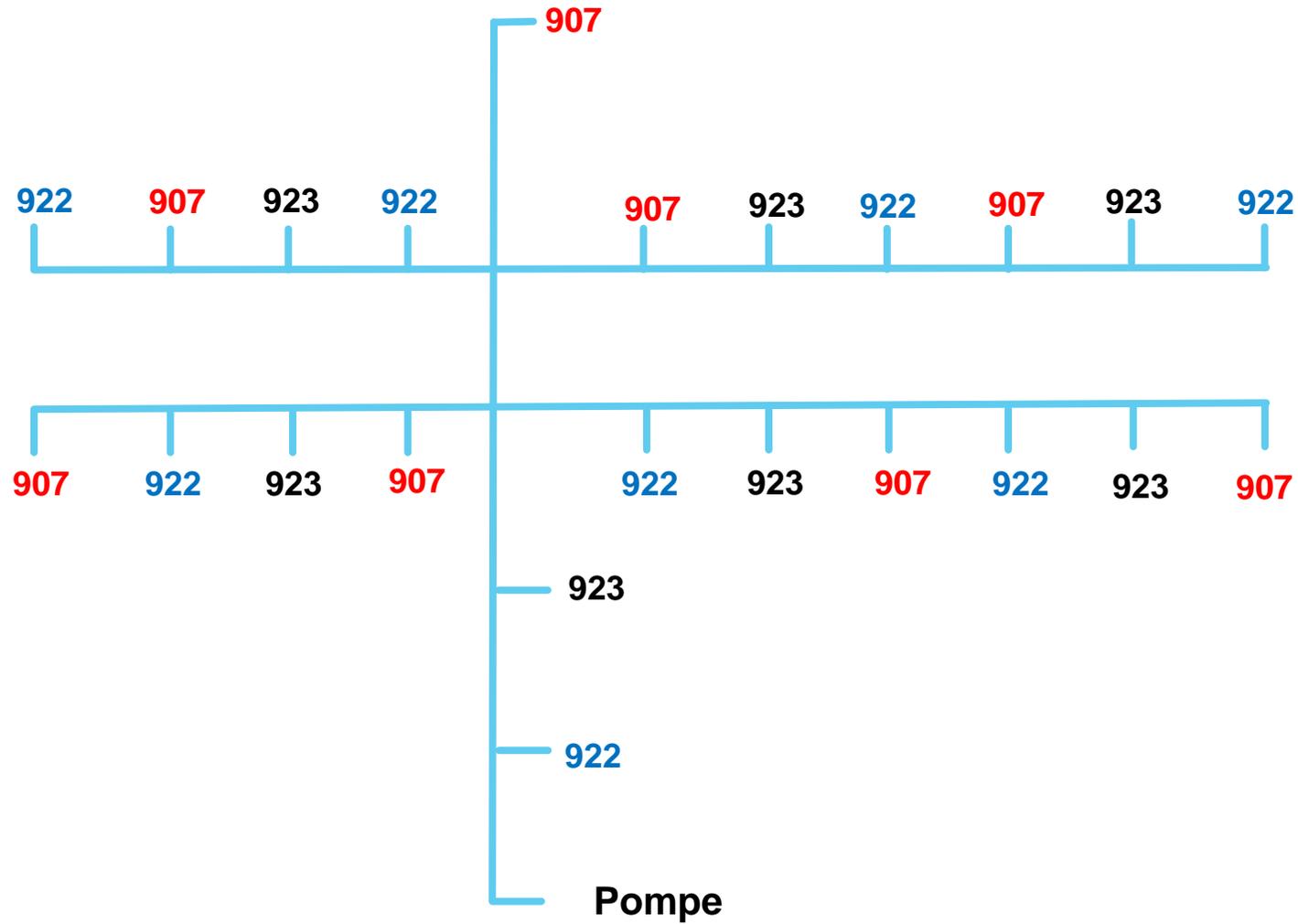


P-Trak™ 8525 et DustTrak™ 8533



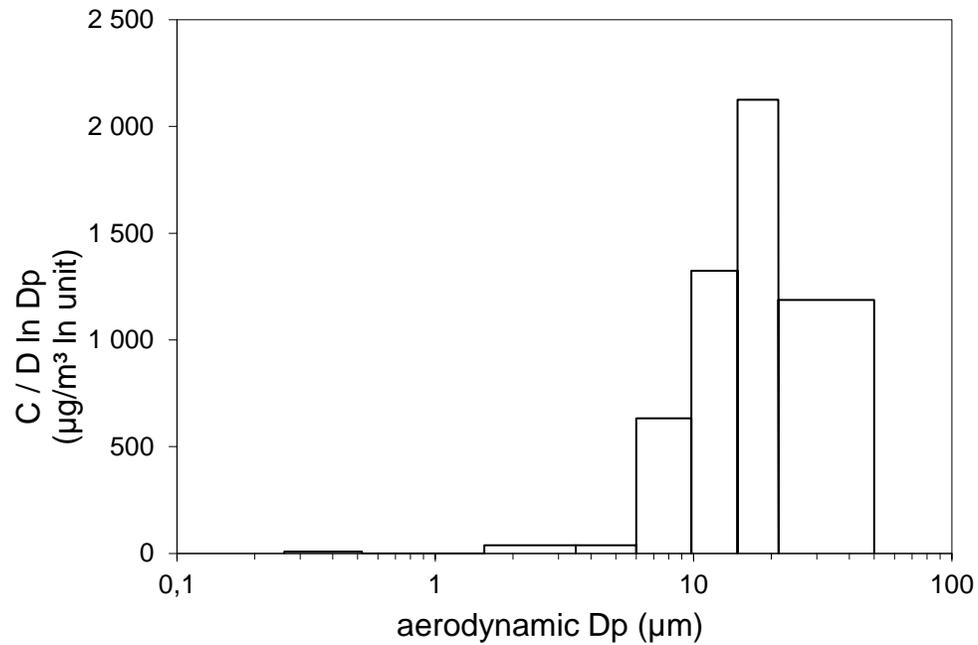
Impacteur à cascade *Marple 290 Series*

Objectif 2: Exemple d'une fourchette



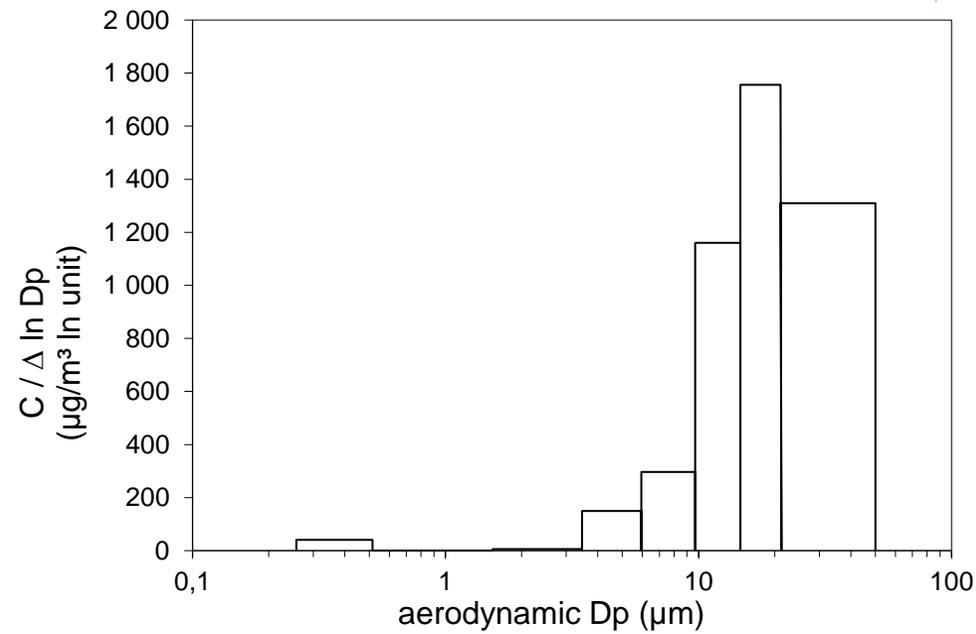
Objectif 2 : Distribution granulométrique

Sortie 1



MMAD* 26 μm

Sortie 2



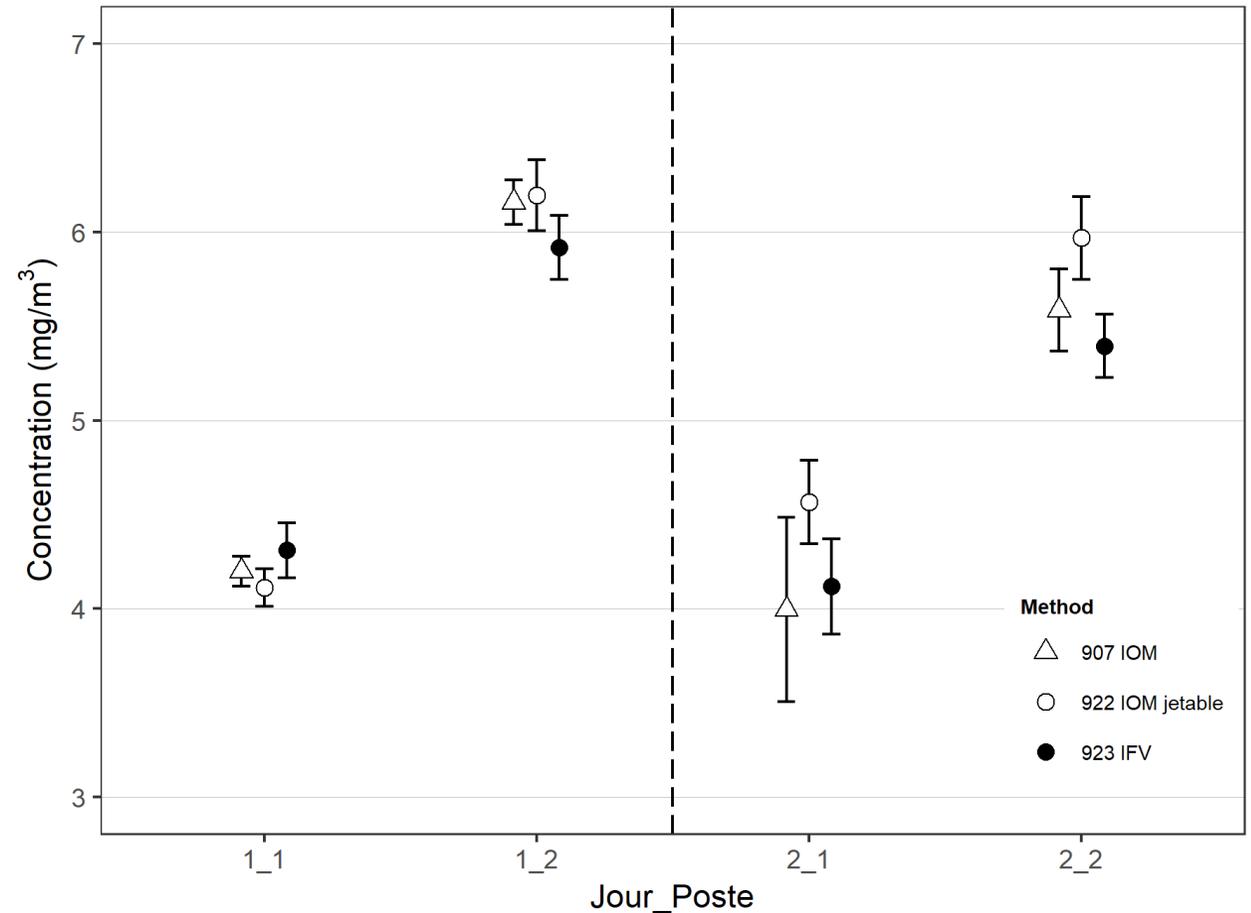
MMAD* 30 μm

*MMAD corrigé pour les pertes dû à la diffusion des particules.

Objectif 2 : Résultats comparatifs - concentration

Observations

- Fourchette 1 \neq Fourchette 2
- IOM (907) \sim IFV (923) \sim IOM jetable (922) pour une même journée et une même fourchette.
- Les résultats des IOM réutilisable (907) pour la journée 2 sont plus variables que pour la journée 1 dû à des fuites.
- Pas de fuites observées avec les IOM jetables (922) et les IFV (923).



Objectif 2 : Résultats comparatifs

Analyse statistique :

- **Pas de différence significative** entre les différents échantillonneurs observée.

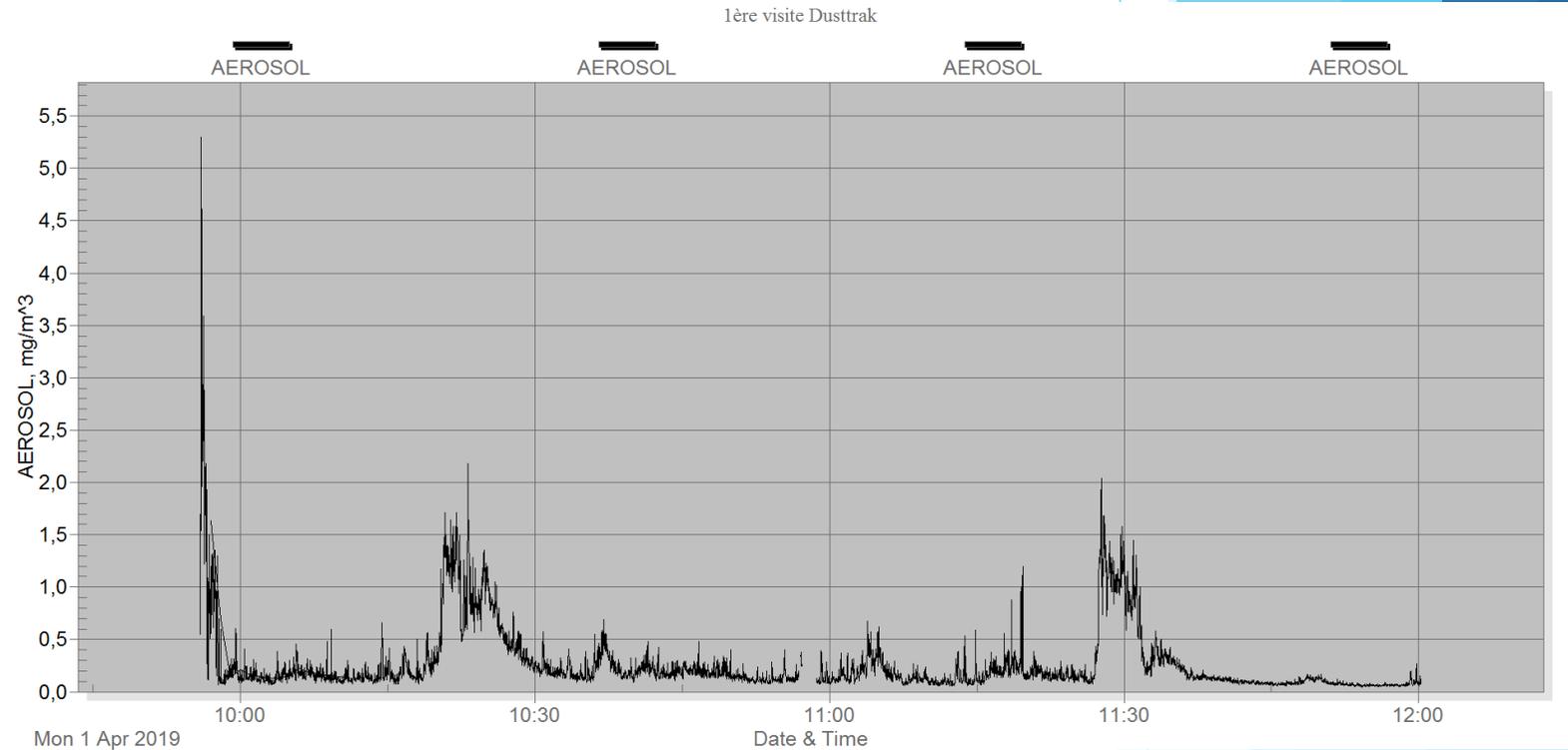
		907	922	923
1_1	n	6	7	8
	mg/m ³	4,20	4,11 (-2%)	4,31 (+3%)
	ANOVA*		p>0.01 (0.51)	p>0.01 (0.29)
1_2	n	6	8	7
	mg/m ³	6,16	6,20 (+1%)	5,92 (-4%)
	ANOVA*		p>0.01 (0.88)	p>0.01 (0.29)
2_1	n	5	8	7
	mg/m ³	4,00	4,57 (+14%)	4,12 (+3%)
	ANOVA*		p>0.01 (0.25)	p>0.01 (0.82)
2_2	n	5	7	8
	mg/m ³	5,59	5,99 (+7%)	5,40 (-3%)
	ANOVA*		p>0.01 (0.26)	p>0.01 (0.50)

* one-way ANOVA, incluant Tukey HSD.

Objectif 2 : Résultats pour le DustTrak

Observations :

- Des pics sont observés et sont associés à l'utilisation du mélangeur et son remplissage.
- Les niveaux sont relativement faibles en dehors des pics.
- Ces observations sont valables pour les deux sorties en milieu de travail.



Objectif 2 : Discussion et conclusions

- La distribution granulométrique des particules analysées est grossière (MMAD 26 et 30 μm !).
- Les résultats sont comparables pour l'IOM (907), l'IOM jetable (922) et l'IFV (923) lors des sorties terrain.
- Des fuites ont été observées avec l'IOM (907) seulement.
- Profil temporel des particules : pics de concentrations élevés.
- Les pics sont attribuables au remplissage du mélangeur et son utilisation.

Conclusions générales

- Le développement et la validation méthodologique ont permis la mise en service d'un nouveau matériel (**IRSST 922**) d'échantillonnage plus facile d'approvisionnement pour la clientèle.
- La comparaison terrain a confirmé l'applicabilité de ce nouveau matériel pour l'échantillonnage des poussières inhalables.
- La comparaison terrain a permis d'acquérir de l'expérience afin de soutenir la clientèle par le biais de consignes d'utilisation lors de la mise en service.
- La mise en service a eu lieu en octobre 2019 (voir infoLabo 2019-06).

Perspectives

- Développement et validation de méthodes pour l'échantillonnage des métaux dans l'air en fraction inhalable avec le prototype évalué.
- Développement de méthodes en fraction inhalable et analyse instrumentale par HPLC-UV, LC-MS, GC-MS ou GC-FID.
- Développement de méthodes en fraction inhalable et de vapeurs avec l'*IFV Pro* (923) de SKC.

Remerciements

- Les auteurs souhaitent remercier le soutien financier de l'IRSST pour la réalisation du projet.
- Les auteurs souhaitent remercier l'implication de Jacinthe Boisvert, Luc Rousseau, Josée Poulin, Marielle Carrier et Philippe Sarazin.
- Les auteurs souhaitent remercier les travailleurs et le milieu de travail récepteur pour avoir permis des sorties terrain.

???



???