

Une nouvelle méthode d'analyse pour l'évaluation des vapeurs et des aérosols de fraction inhalable (notation IFV) de la diéthanolamine

Pierre-Luc Cloutier, Marielle Carrier et Simon Aubin

12 Mai 2023



Plan de la présentation

Introduction et mise en contexte

Objectifs

Matériel et méthodes

Résultats

Discussion

Conclusion

Perspectives et remerciements

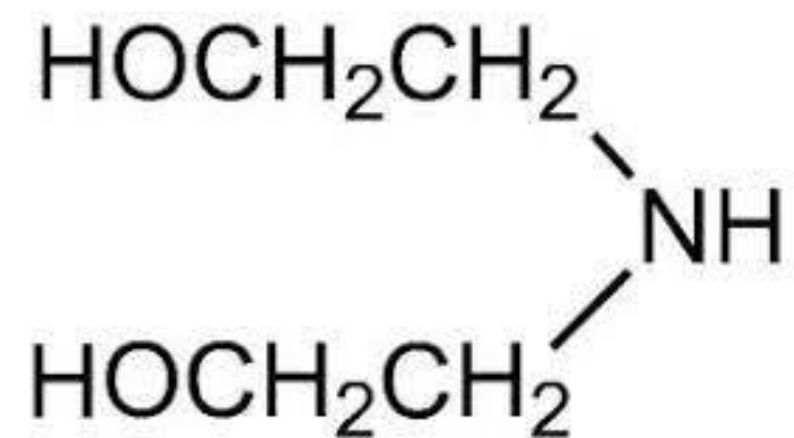


La diéthanolamine (DEA) en milieu de travail, ses effets à la santé et les valeurs d'exposition admissible

La DEA en milieu de travail

Description

- Amine secondaire
- Solide à température ambiante (point de fusion à 28°C)
- Tension de vapeur <0,01 mm de Hg à 20°C (semi-volatile)
- Présente sous forme de mélanges aqueux ou dans des huiles
- Basique.



Occurrence

La diéthanolamine est utilisée principalement comme :

- absorbant de gaz acides (sulfure d'hydrogène, dioxyde de carbone)
- intermédiaire dans la fabrication :
 - agent tensio-actif et savon utilisé dans les détergents liquides, les cosmétiques, les shampoings...
 - lubrifiant pour l'industrie du textile
 - produits pharmaceutiques
 - de résines, des plastifiants...
- inhibiteur de corrosion dans les fluides pour le travail des métaux
- agent émulsifiant et dispersant pour des produits agricoles

Les effets à la santé de la DEA

- Irritant percutanée, respiratoire et oculaire chez l'humain dû à sa basicité.
- Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC, 2012) considère que le diéthanolamine est peut-être cancérigène pour l'homme (groupe 2B).
- L'ACGIH (2001) considère que le diéthanolamine est un cancérigène confirmé chez l'animal dont la transposition à l'humain est inconnue (groupe A3).

Les valeurs d'exposition admissibles (VEA) de la DEA

Avant le 11 mars 2020

VEMP : 3 ppm, 13 mg/m³

Notation : Percutané

Après le 11 mars 2020

VEMP : 1 mg/m³

Notation : Percutané, IFV, C3

Décret 159-2020



Abaissement de VEA et spécification d'une fraction de l'air

La notation IFV: définition et application

Définition :

Inhalable fraction and vapors (ACGIH)



Vapeurs



Aérosols de **fraction**
inhalable

L'échantillonnage doit prendre en compte les deux états physiques

Objectifs

La DEA en IFV dans l'air

Objectifs

1° Adapter le domaine d'étalonnage de la méthode pour tenir compte de l'abaissement de la VEA.

2° Adapter le matériel d'échantillonnage pour tenir compte des aérosols de fraction inhalable.

3° Assurer la conservation des aérosols déposés sur les parois internes de l'échantillonneur.

Matériel et méthodes

Évolution des méthodes d'échantillonnage et d'analyse de la DEA dans l'air

Rapport IRSST R-338 et R-503

Développement d'une méthode analytique pour l'analyse simultanée de **7** différentes amines dans l'air.

Le claquage et la capacité de captation ont été évaluées.

Méthodes 363

Mise en service de la méthode d'échantillonnage et d'analyse pour la clientèle.

Méthode 363 modifiée

Adaptation de la méthode suite à l'achat d'un nouvel équipement (LC-MS/MS).

Amélioration de la préparation d'échantillons.

Méthode 401

Adaptation de la méthode pour s'arrimer avec la nouvelle VEA de la diéthanolamine.

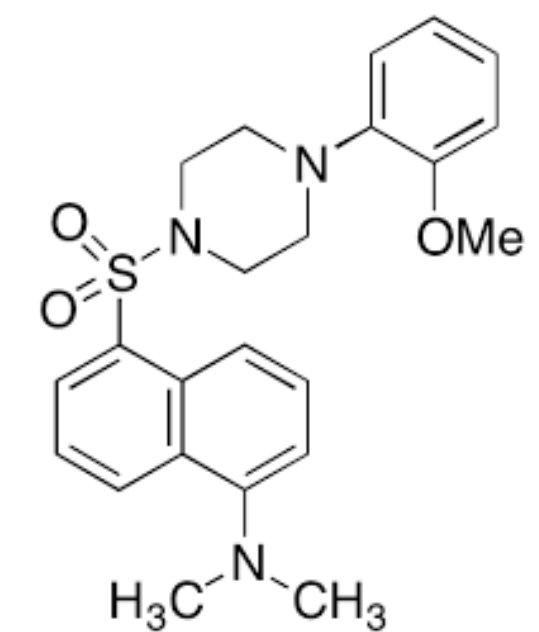
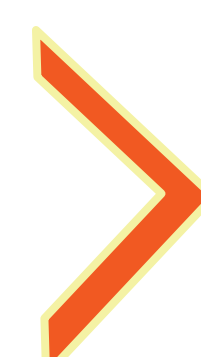
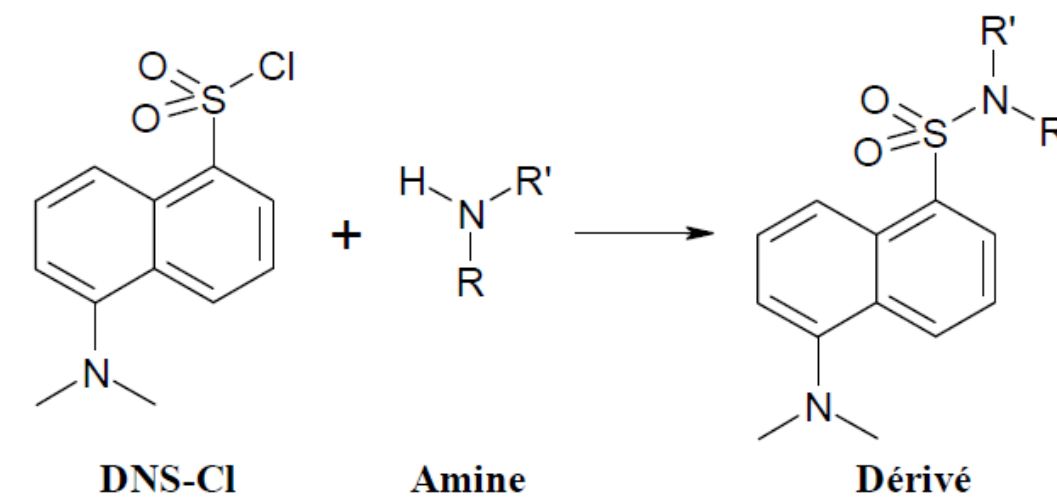
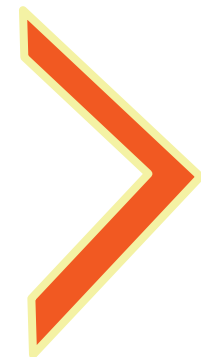
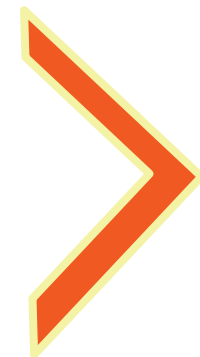
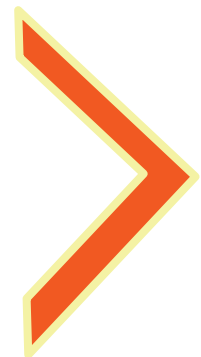
MA-363

Préparation d'échantillons

Ajout de 5 mL
d'ACN : eau (9:1,
v/v) avec DNS-Cl.

Dérivatisation
pour la nuit.

Dilution avec
étalon interne
(1/10).



Les échantillons sont prêts à être analysés par LC-MS/MS.



MA-363

Méthode instrumentale

- **Instrument** : Chromatographe liquide ultra performance (Acquity de Waters) couplé à un spectromètre de masse en tandem (Xevo TQd de Waters)



- **Mode d'ionisation** : ESI+
- **Mode d'acquisition** : MRM
- **Colonne**: ACQUITY UPLC HSS T3, 1,8 µm, 50 mm X 2,1 mm D. I. à 40 °C
- **Éluants** :
- A : Eau

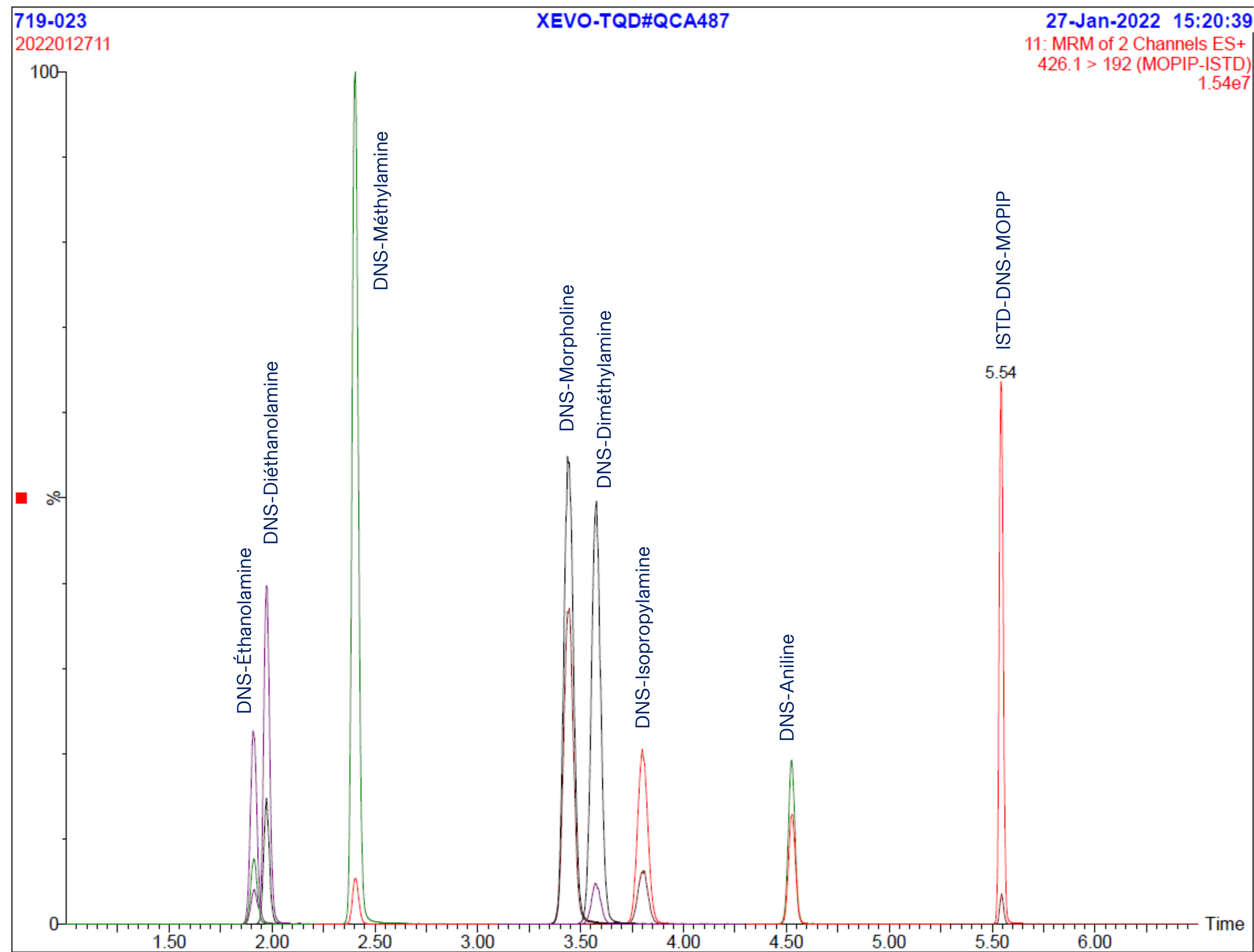
B : Acétonitrile

C : Acétate d'ammonium 10 mM

D : Méthanol

➤ **Gradient** :

Temps	% A	% B	% C	% D
0,0 min	50	12	10	28
0,7 min	50	12	10	28
1,5 min	40	30	10	20
3,5 min	40	35	10	15
5,0 min	5	70	10	15
6,0 min	5	70	10	15
6,5 min	50	12	10	28



Résultats et discussion

Objectif 1

Adaptation du domaine d'étalonnage de la DEA

Avant le 11 mars 2020

VEMP : 3 ppm, 13 mg/m³

MA-363

Volume : 15 L

Débit : 1 L/min

VMR = 1,5 µg

CMR = 0,1 mg/m³ (0,8% VEA)

Après le 11 mars 2020

VEMP : **1 mg/m³**

Nouvelle méthode

Volume : **30 L**

Débit : **2 L/min**

VMR = 1,5 µg

CMR = **0,05 mg/m³ (5% VEA)**

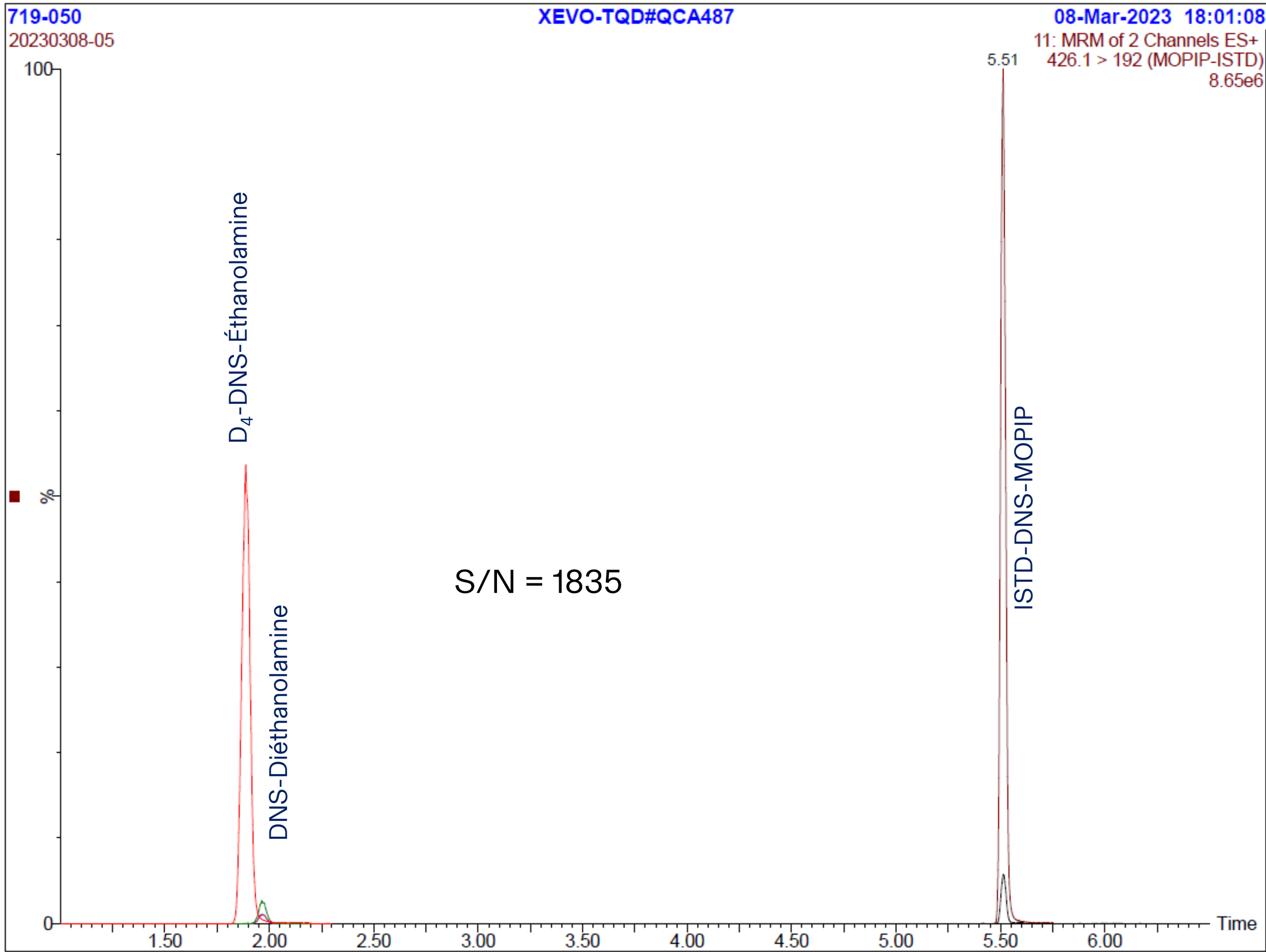
*Peu d'enjeu envisagé au niveau de la sensibilité
requisse dû à l'abaissement de la VEA.*



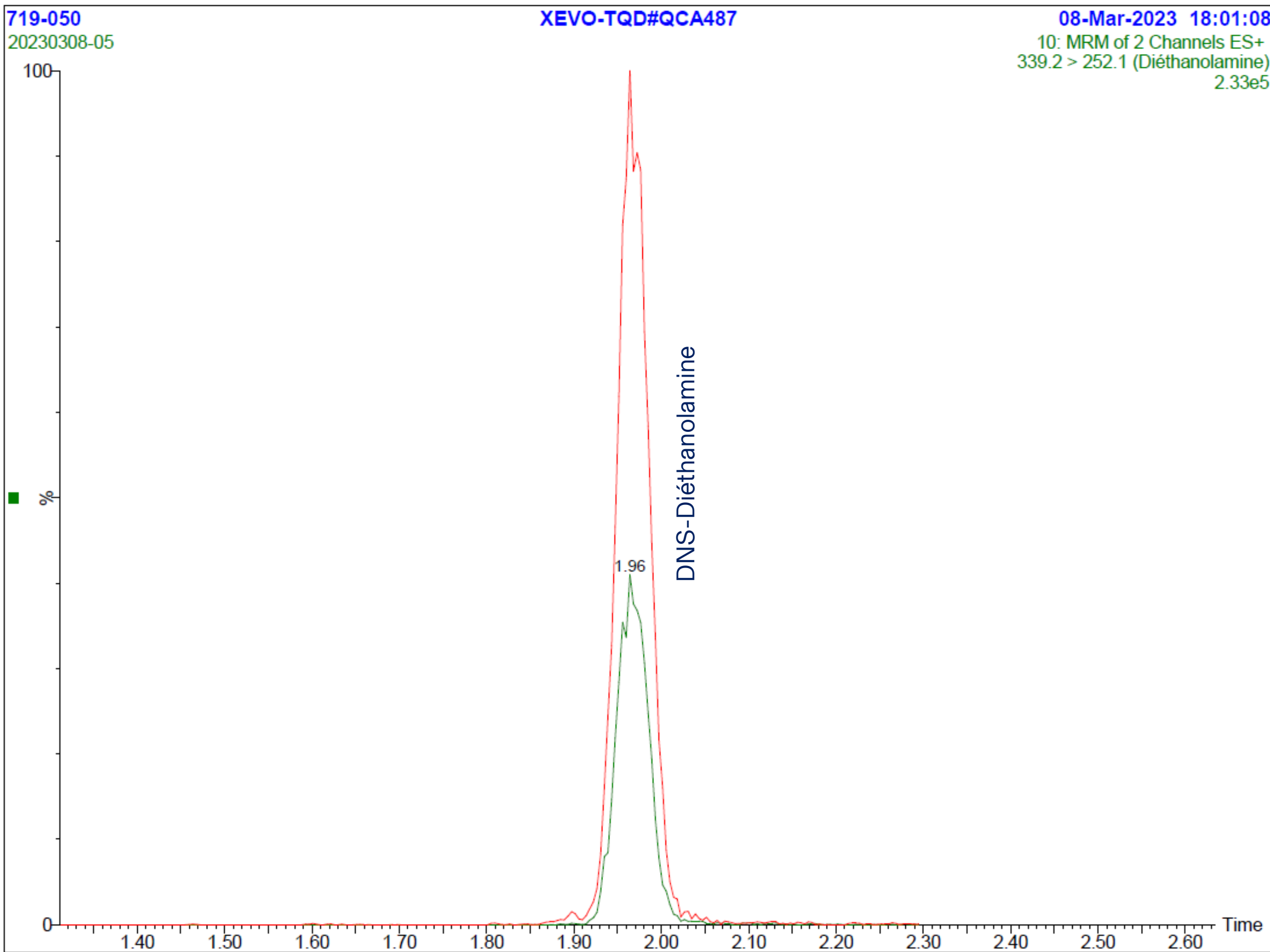
Objectif 1

Adaptation du domaine d'étalonnage de la DEA

Exemple de chromatogramme à la VMR (1% VEA)

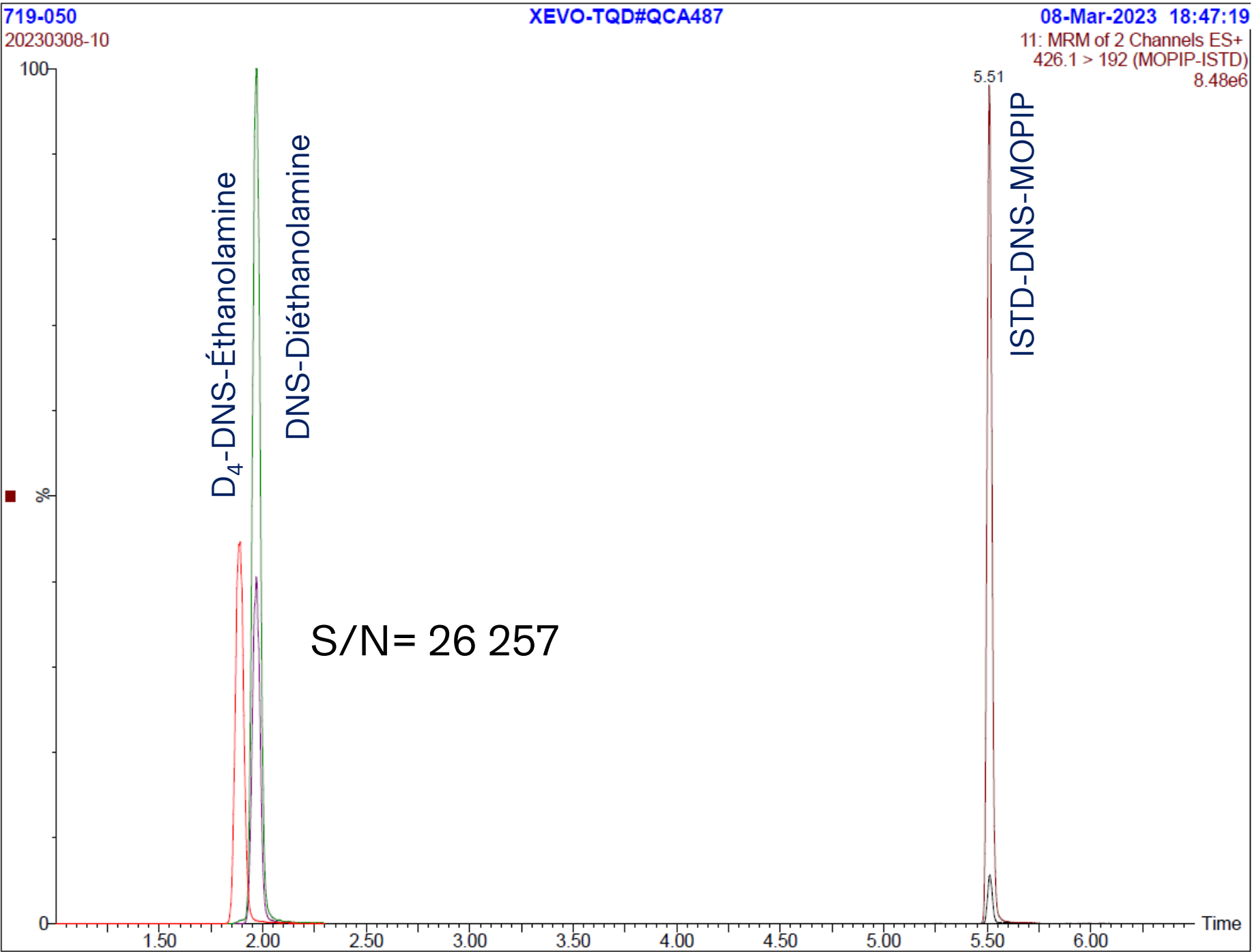


Chromatogramme agrandi à la VMR (1% VEA)



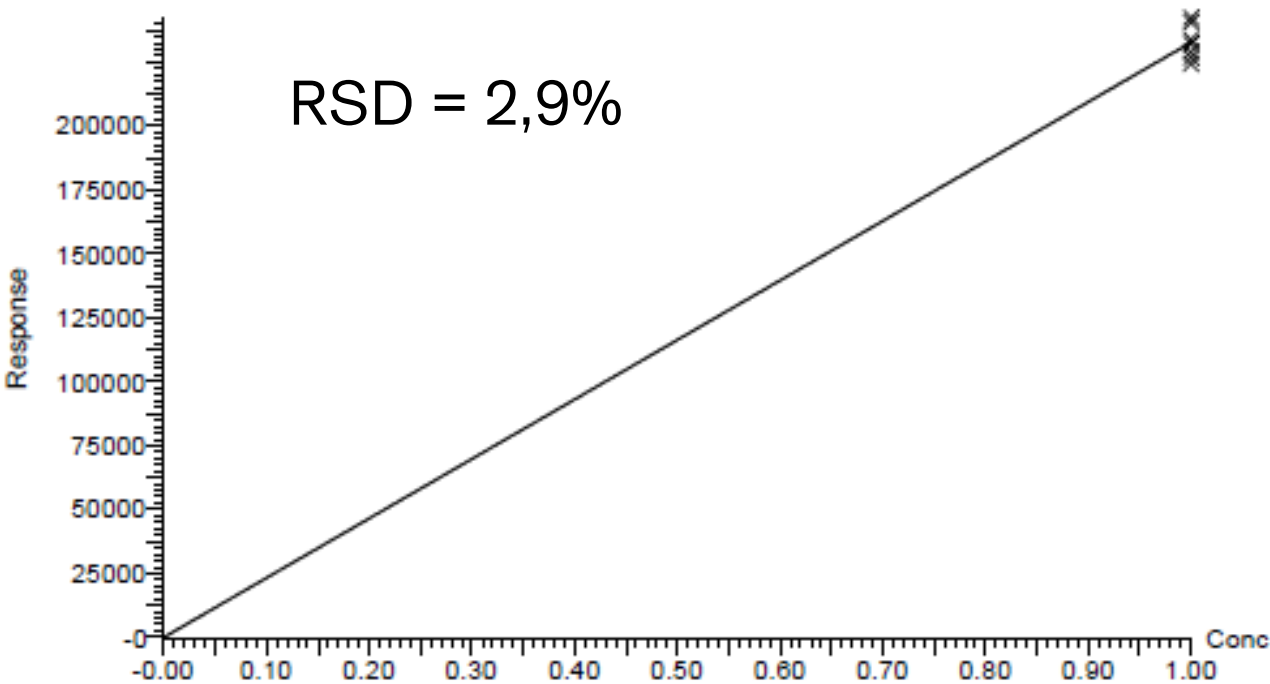
Objectif 1

Abaissement du domaine d'étalonnage de la DEA



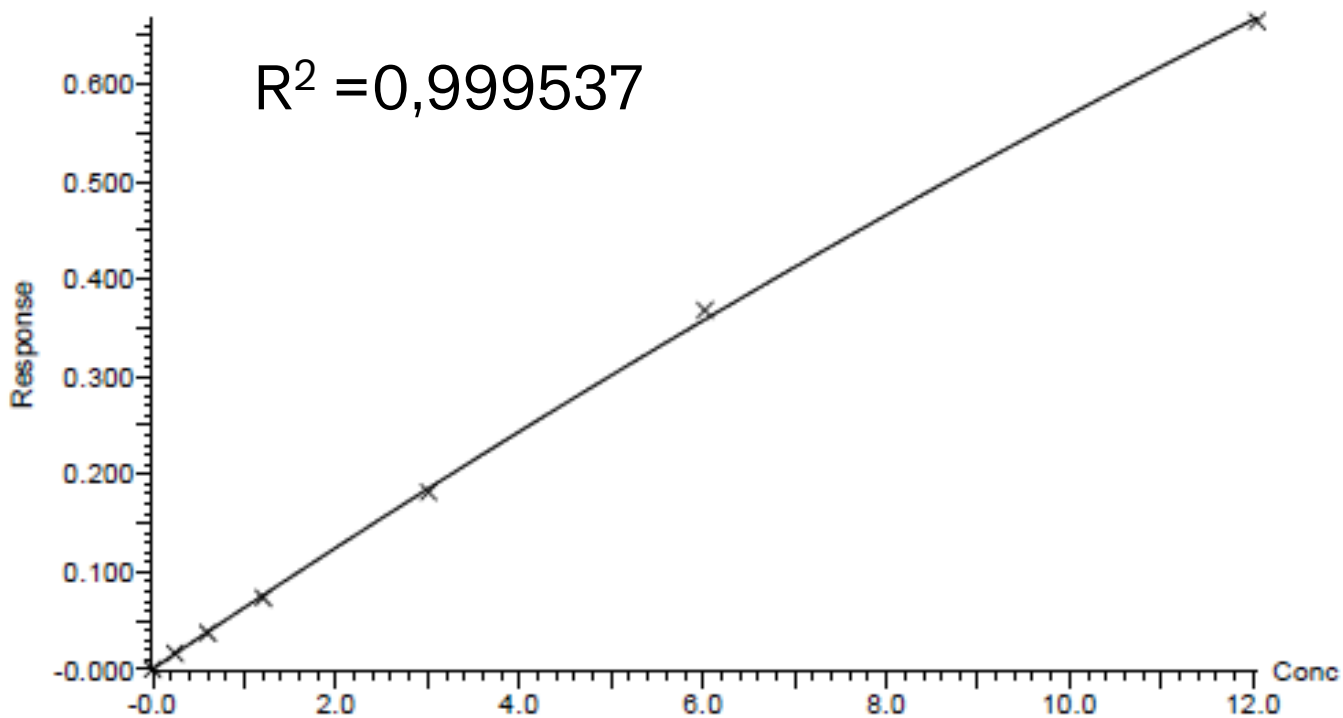
Exemple de chromatogramme à 80% VEA

Compound name: ISTD MOPIP
Compound name: ISTD MOPIP
Response Factor: 232648
RRF SD: 6779.3, % Relative SD: 2.91397
Response type: External Std, Area
Curve type: RF



RSD pour le DNS-MOPIP

Compound name: Diéthanolamine
Compound name: Diéthanolamine
Coefficient of Determination: R² = 0.999537
Calibration curve: -0.000674712 * x² + 0.063547 * x + 0.000425697
Response type: Internal Std (Ref 1), Area * (IS Conc. / IS Area)
Curve type: 2nd Order, Origin: Exclude, Weighting: 1/x, Axis trans: None



Courbe d'étalonnage pour le DNS-Diéthanolamine

Objectif 2

Inclure les aerosols de fraction inhalable

Avant le 11 mars 2020

VEMP : 3 ppm, 13 mg/m³

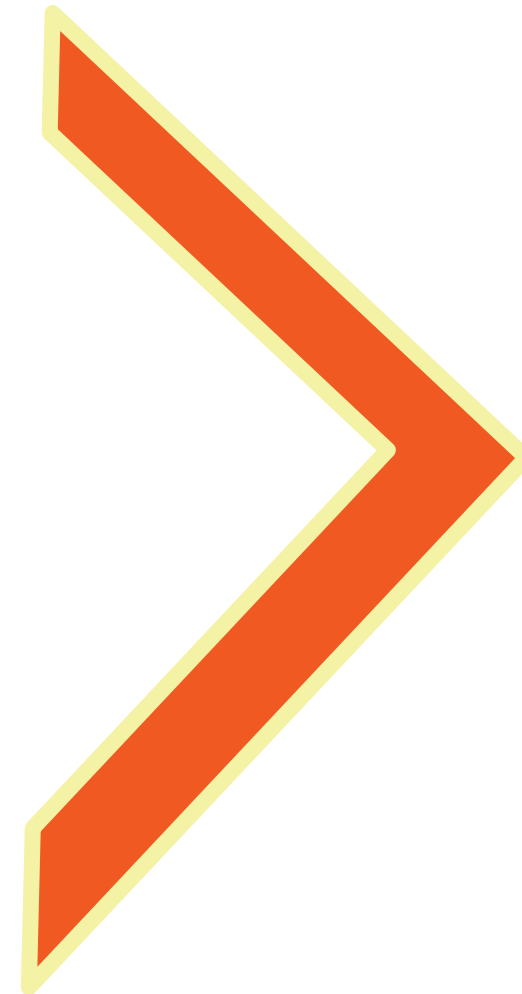
Notation : Percutané



Cassette 37 mm en polystyrène 2 pièces



Filtres 37 mm en fibres de verre imprégné de H₂SO₄



Après le 11 mars 2020

VEMP : 1 mg/m³

Notation : Percutané, IFV, C3



Échantillonneur IOM réutilisable



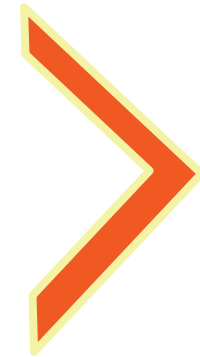
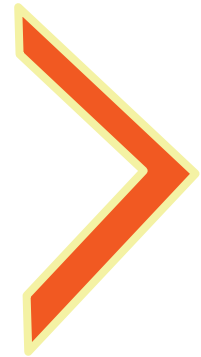
Cassette IOM en acier inoxydable



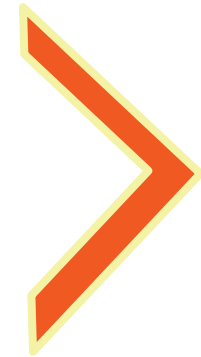
Filtres 25 mm en fibres de verre imprégné de H₂SO₄

MA-401

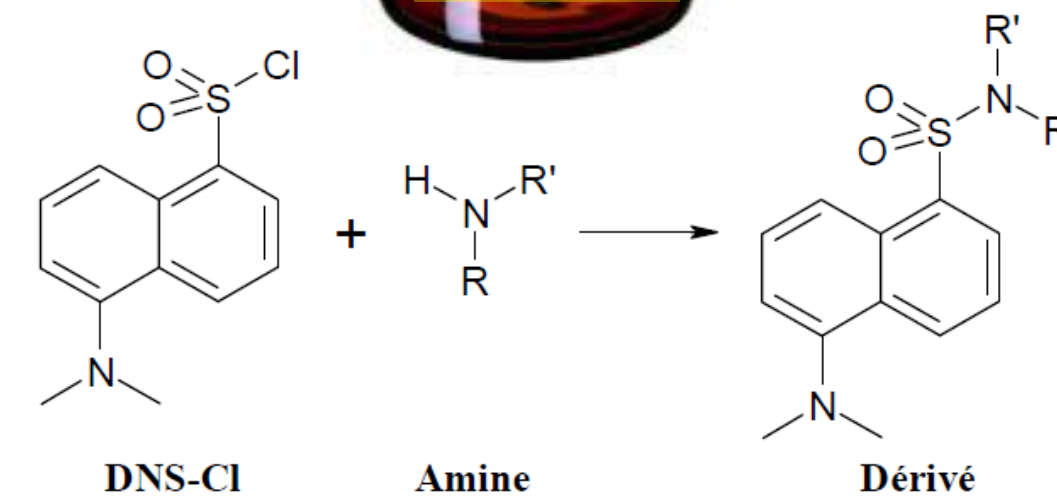
Préparation d'échantillons



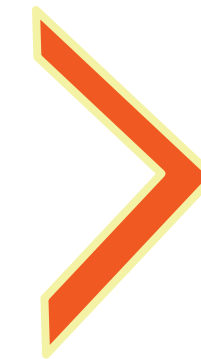
Ajout de 1 mL d'ACN :
eau (9:1, v/v) avec
DNS-ETA-D₄



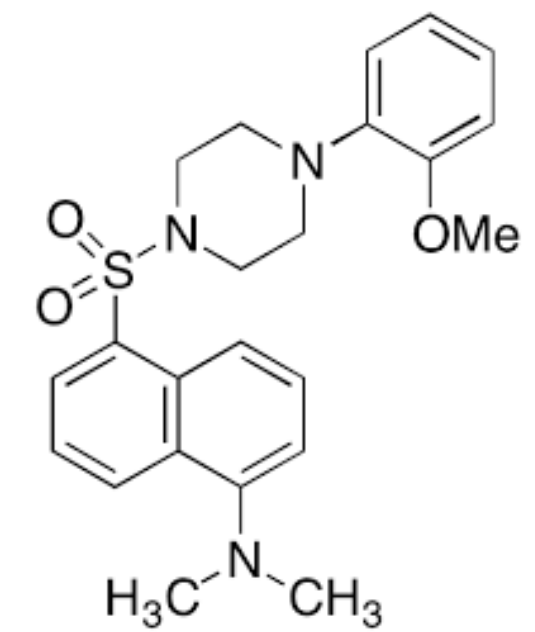
Rinçage de la
cassette avec de 4
mL d'ACN : eau (9:1,
v/v) avec DNS-Cl



Dérivatisation pour la nuit



Dilution avec étalon
interne



Les échantillons sont prêts à être analysés par LC-MS/MS.

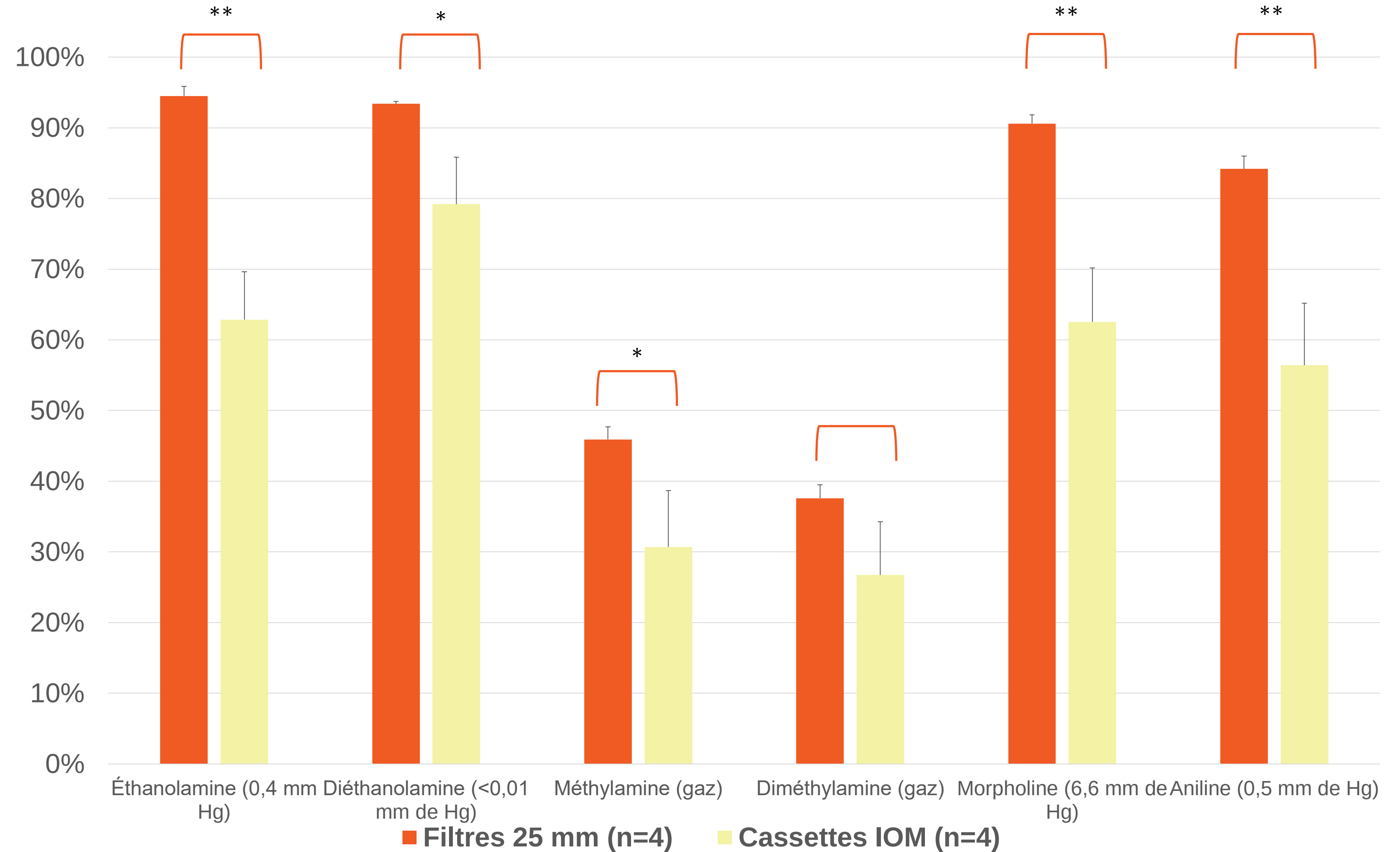
Objectif 2

Essai pour inclure les aérosols potentiellement déposés sur les parois

Résultats et discussion

- Faible variabilité pour les filtres enrichis (<10 %RSD).
- Plus faible récupération des cassettes par rapport aux filtres.
- Le recouvrement est inversement proportionnel à la volatilité des substances.

Les résultats sont satisfaisants pour la diéthanolamine avec les cassettes.

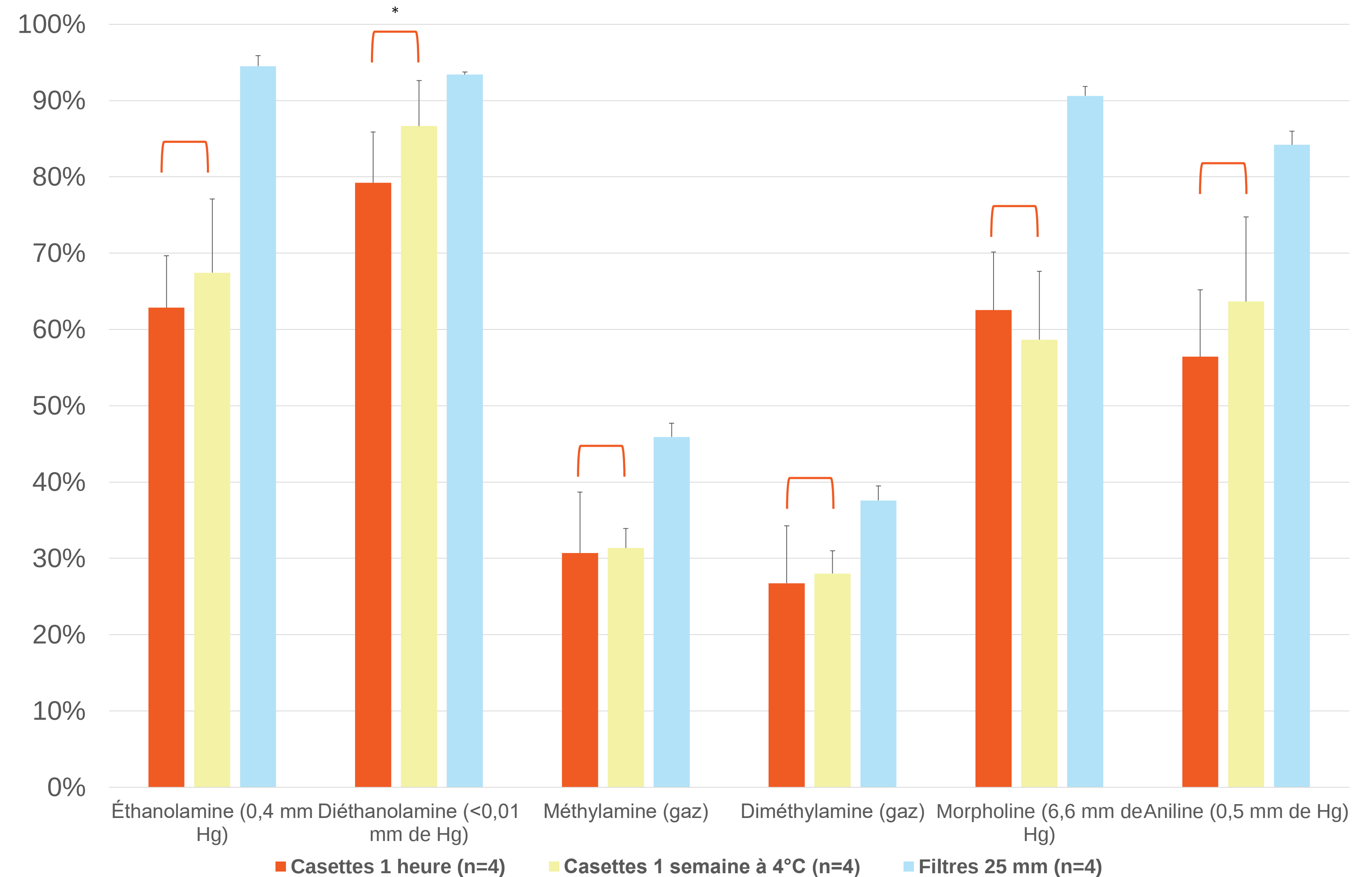


Objectif 3

Essai sur la conservation des amines déposées sur les parois internes

Résultats et discussion

- Le recouvrement est inversement proportionnel à la volatilité des substances.
- Pas de différence significative pour les différentes conditions de conservation (1h à température ambiante vs 7 jours à 4°C).
- Une différence faible pour la DEA. La perte est probablement causée par le mode d'ajout que par la conservation.
- La DEA semble faiblement volatile comparée aux autres amines.



* :p ≤0,05 ; **: p≤0,01

Validation de la méthode 401

Résultats de la validation

Limite de détection et quantification

- LD : 0,06 µg ou 0,002 mg/m³ (0,2% VEA)
- LQ : 0,2 µg ou 0,007 mg/m³ (0,7% VEA)
- VMR : 0,3 µg ou 0,01 mg/m³ (1 % VEA)

Justesse et récupération

- Justesse : 97,3%
- Récupération : 98,0%

Précision et CVa

- Réplicabilité : 3,4 %
- Répétabilité : 4,1 %
- CVa : 2,6 %

Conclusions et perspectives

Conclusions

- Mise en service d'une nouvelle méthode répondant à la nouvelle VEA.
- Acquisition d'expérience avec la notation IFV et d'une démarche sur comment l'aborder.
- Exploration de la stabilité des aérosols potentiellement déposés sur les parois internes de l'IOM.



Méthode analytique
Détermination des vapeurs et des aérosols en fraction inhalable de la diéthanolamine dans l'air

Responsable technique de la méthode
Pierre-Luc Cloutier, M. Sc., Chimiste

Personne(s) ayant contribué à la présente version de cette méthode
Simon Aubin, M. Sc., Chimiste, CIH, ROH
Marielle Carrier, technicienne de laboratoire

MÉTHODES DE LABORATOIRES

MA-403



Avis de non-responsabilité

L'IRST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information. Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle. Les méthodes d'analyses ou d'étalonnage sont celles mises au point ou retenues par l'IRST pour l'exécution de ses différents mandats. Elles peuvent requérir l'utilisation de matériels, d'opérations ou d'équipements dangereux. Ces méthodes n'ont pas pour but de mentionner tous les problèmes de sécurité associés avec leur utilisation. C'est la responsabilité de l'utilisateur d'établir les pratiques de santé et de sécurité appropriées. L'utilisation des données incluses dans ces méthodes se fera aux seuls risques de l'utilisateur : l'IRST se dégage de toute responsabilité relative aux erreurs ou aux dommages qui découleraient de telle utilisation et de telle application. Les hyperliens qui apparaissent dans ce document ont été validés au moment de la publication.

Cette publication est disponible en version PDF sur le site Web de l'IRST.

Perspectives

- Un projet portant sur l'évaluation du TDI dans l'air à la suite d'un changement de la VEA et l'ajout de la notation IFV.

- Financé par WorkSafe BC : mai 2023 à mai 2025.



- Réalisation d'une étude plus exhaustive et mise à l'essai du matériel d'échantillonnage en laboratoire et en milieu de travail.



Questions et commentaires