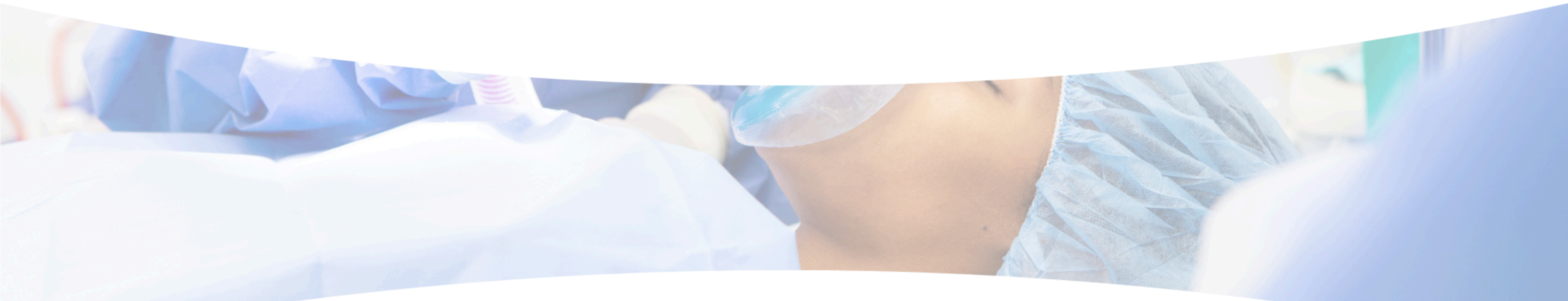


# Prévention des risques liés aux *Expositions professionnelles*

Rencontres  
santé-travail  
LA PRÉVENTION EN ACTIONS

2025

## *aux* **GAZ** **ANESTHÉSIAANTS**



**27 Mars 2025**

Nathalie CARRE - Toxicologue



# Contexte



Lors des interventions chirurgicales ou des actes de soins douloureux nécessitant l'administration d'agents anesthésiants par inhalation, **le personnel peut se retrouver exposé à des degrés divers à ces gaz.**

Parmi les gaz employés, on retrouvera fréquemment :



### Le MEOPA

Mélange Equimolaire  
Oxygène Protoxyde d'Azote  
pour les actes de soins douloureux  
(Kalinox, Entonox, Antasol, Oxynox,  
Actynox, Oxynox, ...)

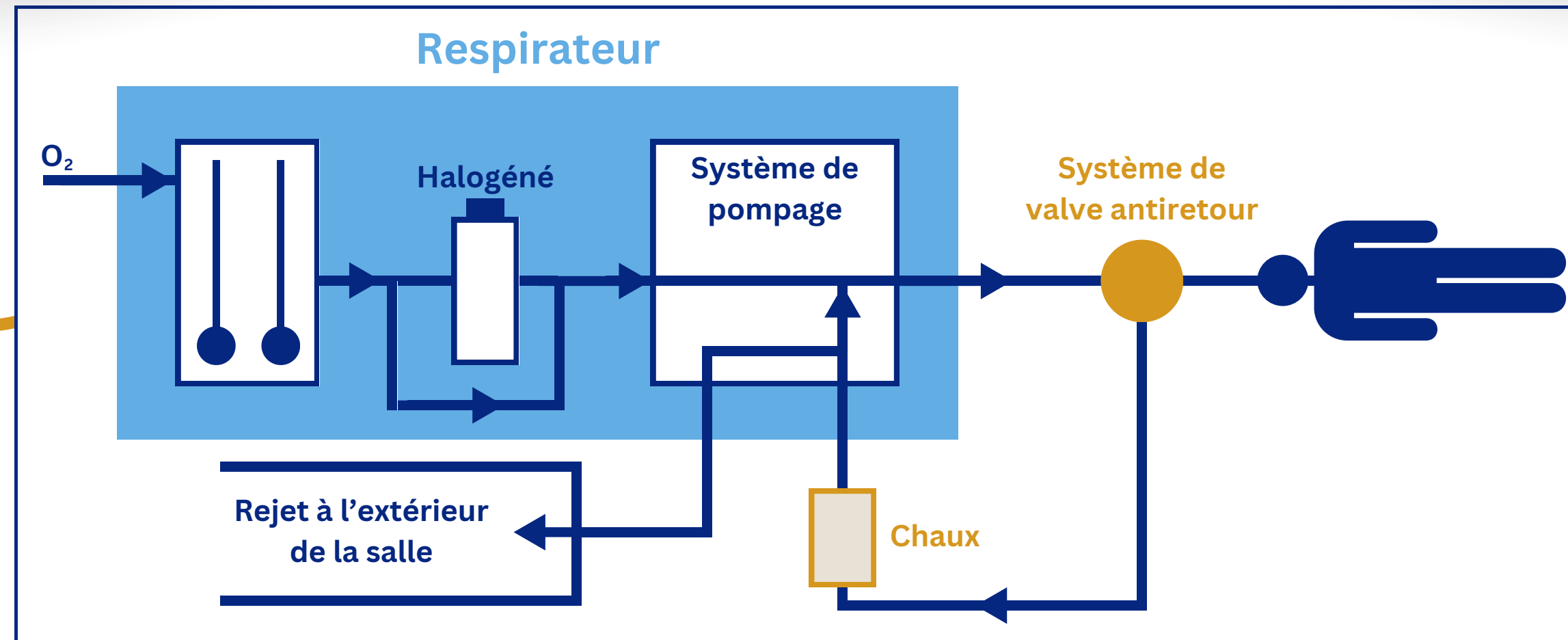


### Les agents halogénés

- ↳ **Sévoflurane :**  
Utilisé plus particulièrement  
en bloc opératoire
- ↳ **Isoflurane :**  
Utilisé fréquemment en  
médecine animale



## Exemple de fonctionnement d'un respirateur en bloc opératoire



NB : Possibilité de couplage de l'oxygène avec du protoxyde d'azote



Personnel particulièrement exposé : **Anesthésistes / IADE** (postés proximité tête patient), **infirmiers, chirurgiens, autres professionnels du bloc**

## Les patients sont pris en charge et surveillés, mais...



Quels sont les risques d'exposition pour le personnel qui utilise ces agents anesthésiants par inhalation ?



Quels sont les effets sur la santé du personnel ?



Quels sont les effets sur la santé des femmes enceintes ?



Sensibiliser le personnel aux effets sur la santé de ces agents anesthésiants par inhalation





## Au programme :

- Les produits
- Les expositions
- Les effets sur la santé
- Focus pour la **femme enceinte**
- La prévention





# Produits



- **Identifier les dangers** : Transmission de la **FDS** (Fiche de Données de Sécurité) au SPSTI
- **Éléments d'étiquetage** : Rubrique 2 de la FDS



## Classification harmonisée CLP

### Substances non concernées par une classification harmonisée

(annexe VI du règlement européen n° 1272/2008 dit CLP pour la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges)



### Sévoflurane

Hazard classification & labelling



Warning ! According to the classification provided by companies to ECHA in **CLP notifications** this substance is suspected of damaging fertility or the unborn child, causes serious eye irritation, may cause drowsiness or dizziness and causes skin irritation.



### Isoflurane

Hazard classification & labelling



Warning ! According to the classification provided by companies to ECHA in **CLP notifications** this substance may cause damage to organs through prolonged or repeated exposure, causes serious eye irritation and may cause drowsiness or dizziness.



### Protoxyde d'azote

Hazard classification & labelling



Danger ! According to the **harmonised classification and labelling** (ATP01) approved by the European Union, this substance is fatal if inhaled, causes severe skin burns and eye damage and may cause or intensify fire (oxidiser).





## Éléments de classification par les fournisseurs en fonction des données disponibles



### Sévoflurane

**ATTENTION**



GHS08

#### JE NUIS GRAVEMENT À LA SANTÉ

↳ Je suis susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus (H361)



GHS07

#### J'ALTÈRE LA SANTÉ

↳ J'irrite la peau (H315) et sévèrement les yeux (H319)  
 ↳ Je peux provoquer somnolence et vertiges (H336)



### Isoflurane

**ATTENTION ou DANGER**



GHS07

#### J'ALTÈRE LA SANTÉ

↳ Je peux provoquer somnolence ou vertiges (H336)  
 ↳ J'irrite la peau, les yeux et/ou les voies respiratoires (H315, H316, H319, H335)



GHS08

#### JE NUIS GRAVEMENT À LA SANTÉ

↳ Je suis susceptible de nuire à la fertilité et/ou au fœtus (H361d, H361)



### Protoxyde d'azote

**DANGER**



GHS03

#### JE FAIS FLAMBER

↳ Je peux provoquer ou aggraver un incendie, comburant (H270)



GHS04

#### JE SUIS SOUS PRESSION

↳ Je peux exploser sous l'effet de la chaleur (H280)



GHS07

#### J'ALTÈRE LA SANTÉ

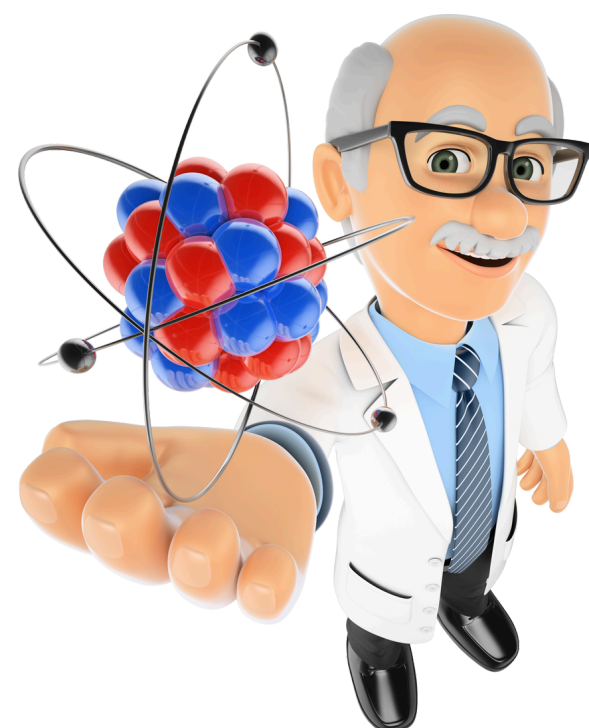
↳ Je peux provoquer somnolence ou vertiges (H336)

Éléments de classification **susceptibles de varier** en fonction des fournisseurs



- Le **Sévoflurane** et l'**Isoflurane** sont administrés avec de l'oxygène ou avec un mélange oxygène/protoxyde d'azote (gaz porteur)
- Le **MEOPA** est un gaz constitué d'un mélange de 50 % d'oxygène et de 50 % de protoxyde d'azote (principe actif)

Ces **substances**  
sont  
**très volatiles**



Ces mélanges gazeux peuvent ensuite être véhiculés dans les circuits du respirateur :  
**circuits inspiratoires** et **expiratoires**



# Expositions



## Utilisation



### Sévoflurane



### Isoflurane

Le **Sévoflurane** et l'**Isoflurane** sont des agents anesthésiants administrés par inhalation avec de l'oxygène ou avec un mélange oxygène/protoxyde d'azote (gaz porteur).

Ils sont notamment utilisés compte-tenu de :

- Leur **facilité de mise en œuvre**
- Leur **rapidité d'induction et de réveil**
- Leur **sécurité d'utilisation** (faibles effets secondaires) vis-à-vis des patients ou des animaux



### Protoxyde d'azote

Le **MEOPA**, gaz médicinal anxiolytique et analgésique, est administré par inhalation pour la sédation au cours d'actes de soins douloureux et de courte durée.

Il est notamment utilisé compte-tenu de :

- Son **mode d'administration non invasif**
- Sa **rapidité d'action**
- Son **efficacité**

Il est largement utilisé en milieu hospitalier mais également dans d'autres établissements de soins (praticiens libéraux, HAD, EHPAD, ...).



## Administration



### Sévoflurane

Le personnel de bloc opératoire peut être exposé au Sévoflurane (évaporation des gaz) particulièrement à différentes étapes :

- **Connexion** : la connexion du Sévoflurane à l'évaporateur peut laisser échapper le gaz
- **Induction et maintien/entretien de l'anesthésie** :
  - Si le masque est utilisé et mal ajusté
  - En cas de mauvais gonflement du ballonnet du tube endotrachéal ou du masque laryngé
  - Lors du rinçage des tubulures à la fin de l'intervention
- **Réveil** : expiration du gaz anesthésiant par les patients en salle de réveil

**Le Sévoflurane est donc susceptible de polluer l'air du bloc opératoire et de la salle de réveil.**

La **gestion des déchets** et la **manipulation des contenants** de Sévoflurane, est à prendre en compte : un volume résiduel de Sévoflurane dans l'atmosphère est possible.



### Isoflurane

Le praticiens peuvent être exposés à l'Isoflurane (évaporation des gaz) particulièrement à différentes étapes :

- **Connexion** : fuites au niveau des branchements du circuit
- **Induction et maintien/entretien de l'anesthésie** :
  - Induction en cage à induction (manque de précautions), induction au masque (mal ajusté)
  - Dégonflement du ballonnet en cas d'utilisation d'une sonde trachéale
  - Repositionnement de l'animal en cours d'intervention
  - Déconnexion temporaire des tuyaux reliés à la sonde trachéale lorsqu'elle est utilisée
  - Filtres charbon actif des systèmes de récupération de gaz saturés s'ils sont présents
- **Réveil** : expiration du gaz anesthésiant par l'animal

**L'isoflurane est donc susceptible de polluer l'air des locaux.**

La **manipulation des contenants d'Isoflurane** (remplissage de la cuve d'anesthésiant, ...) et la **gestion des déchets** sont à prendre en compte : volume résiduel d'Isoflurane dans l'atmosphère possible.



### Protoxyde d'azote

Il est administré au patient grâce à un masque d'inhalation (nasal ou facial) ou un embout buccal.

En raison de sa forme gazeuse, il **diffuse donc très rapidement dans l'atmosphère s'il s'échappe du circuit d'administration** et peut donc être inhalé par le personnel à proximité :

- À travers les interstices entre les bords du masque d'inhalation et le visage du patient
- Au niveau de l'embout buccal
- Après la fin de l'administration :
  - Quand le masque est enlevé du visage du patient mais que la bouteille de MEOPA n'est pas fermée
  - Quand le patient continue d'exhaler le protoxyde d'azote (non assimilé par l'organisme)

**Lors de la réalisation d'un soin sous MEOPA, le personnel soignant situé à proximité du patient peut y être particulièrement exposé.**



## Paramètres à prendre en compte



### Sévoflurane

- **Ventilation des blocs opératoires** : positionnements des dispositifs de soufflage et d'extraction, surpression, air neuf, taux de renouvellement de l'air, Système d'Evacuation des Gaz Anesthésiques (SEGA), occultation des grilles de ventilation, ...
- **Appareils d'anesthésie et circuits utilisés** : circuit ouvert, circuit fermé à bas débit, présence de cartouche de chaux sodée et/ou de cartouche de charbon actif, ...
- **Pratiques anesthésiques** : intubation trachéale, masque, masque laryngé, masque double enveloppe, ...
- **Maintenance et entretien périodiques et programmés** : pour les machines d'anesthésie, des réseaux de fluides et des systèmes de ventilation générale.



### Isoflurane

- **Ventilation des locaux** : taux de renouvellement de l'air, transfert de pollution possible d'un local à l'autre, présence d'un captage à la source au plus près des émissions (tête animal, cuve de remplissage), système de récupération et d'évacuation active des gaz anesthésiques vers l'extérieur.
- **Appareils d'anesthésie et circuits utilisés** : circuits sans réinhalation des vapeurs anesthésiantes (circuit ouvert ou semi-ouvert), circuits avec réinhalation des vapeurs anesthésiantes (circuit fermé ou semi-fermé).
- **Pratiques anesthésiques** : masque, sonde trachéale, cage à induction.
- **Maintenance et entretien périodiques et programmés** : installations de ventilation, appareils et circuits d'anesthésie.



### Protoxyde d'azote

- Ventilation des locaux
- Dispositif de captage des émissions à la source

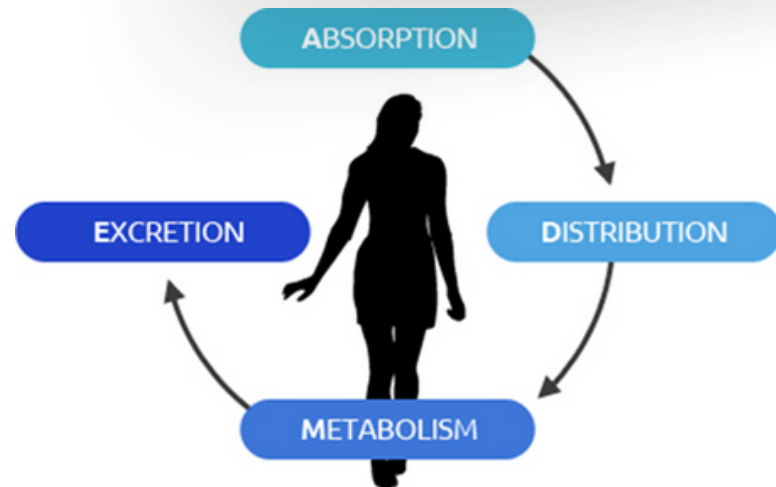




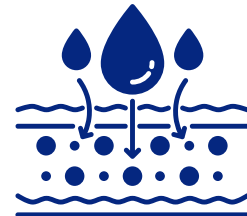
# Effets sur la santé



## Toxicocinétique des agents anesthésiants par inhalation



### Absorption



- Substances très volatiles
- **Principalement absorbé par les voies respiratoires**
- Absorption par inhalation rapide

### Distribution



Distribué dans tout l'organisme par voie sanguine

### Métabolisme



Faiblement métabolisé ou pas métabolisé (protoxyde d'azote)

### Élimination



De 95 à 98 % éliminé dans l'air expiré sous forme inchangée







## Toxicité



### Sévoflurane

**Les personnes exposées peuvent ressentir :**

- Fatigue
- Maux de tête
- Somnolence
- Vertiges
- Diminution de l'appétit
- Baisse de la mémoire et de la coordination
- Problèmes d'équilibre



### Isoflurane

**Les personnes exposées peuvent ressentir :**

- Fatigue
- Maux de tête
- Vertiges
- Diminution des performances psychomotrices
- Toxicité hépatique (discutée)



### Protoxyde d'azote

**Effets rapidement réversibles possibles, pour une utilisation à court terme :**

- Nausées et vomissements
- Maux de tête
- Baisse de la vigilance et des réflexes
- Étourdissements
- Engourdissements

**Effets possibles, pour une utilisation à moyen et long terme :**

- Atteintes hématologiques
- Altérations du système immunitaire
- Atteintes neurologiques
- Atteintes hépatiques et rénales

La survenue des effets est corrélée à l'intensité de l'exposition : **fréquence** et **niveau d'exposition**



## Reprotoxicité



### Sévoflurane

Le Sévoflurane **est susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus** (baisse de la fertilité, exposition durant la grossesse) et de passer dans le lait maternel.



### Isoflurane

Les **effets sur la reproduction** sont **encore discutés** : il est difficile d'établir un lien direct avec l'exposition à l'isoflurane compte-tenu du contexte de poly exposition souvent associé (protoxyde d'azote, formol, rayons X, ...).

Il existe des **signaux d'alertes en matière de toxicité pour la reproduction chez les femmes** exposées professionnellement aux gaz anesthésiques.

Il n'existe cependant **pas d'études chez l'homme** sur les risques pour l'enfant en cas d'exposition de la mère pendant l'allaitement. Le produit passe cependant dans le lait. Dans le doute, il convient d'éviter d'exposer une femme allaitante.



### Protoxyde d'azote

Plusieurs études font état de **signaux d'alerte forts** en matière de **toxicité pour la reproduction** : fertilité féminine, avortements spontanés, développement fœtal.

Il n'existe cependant **pas d'études chez l'homme** sur les risques pour l'enfant en cas d'exposition de la mère pendant l'allaitement.



Afin de limiter l'exposition aux agents anesthésiants par inhalation,  
**il est conseillé aux femmes enceintes ou ayant un projet de grossesse de prendre contact avec son médecin du travail.**



## Quelques facteurs de risques confondants

⇒ Autres gaz anesthésiques

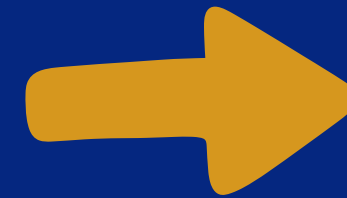
⇒ Protoxyde d'azote

⇒ Formol

⇒ Rayons X

⇒ Posture debout prolongée

Effet nocif probable des gaz anesthésiques



Maitriser les niveaux d'exposition

### Grandes variabilités entre les études

Ces variabilités sont dues aux techniques d'anesthésies, aux appareils, aux combinaisons et concentrations de gaz anesthésiques utilisés

### Stratégies de prélèvements d'atmosphère

**Hétérogénéité entre les études** → limite les comparaisons possibles (pas de caractérisation des situations de travail, durée et méthode de prélèvement, analyse, ...)



CONTEXTE

PRODUITS

EXPOSITIONS

EFFETS SANTÉ

FOCUS  
FEMME ENCEINTE

PRÉVENTION

Rencontres  
santé-travail  
LA PRÉVENTION EN ACTIONS

2025



# Focus femme enceinte

## Évaluation des risques : Exemple d'une situation de travail étudiée

### Conditions d'exposition réelles d'une gynécologue obstétricienne

#### Ventilation des blocs opératoires

- Ventilation générale avec renouvellement de l'air supérieur à 15 volumes/heure
- Pas de Système d'Evacuation des Gaz Anesthésiques (SEGA)

#### Appareils d'anesthésie et circuits utilisés

- Appareils anesthésiques équipés absorbeur CO<sub>2</sub> (chaux sodée) et évaporateur agents anesthésiques
- Circuit fermé à bas débit de gaz frais



#### Pratiques anesthésiques

- Intubation trachéale
- Masque laryngé

#### Opérations de maintenance & Entretien périodiques

#### Fréquence et durée d'exposition

2 journées complètes de blocs opératoires par semaine



## Évaluation des risques : Exemple d'une situation de travail étudiée



### Métrologie réalisée

- Plan de prélèvement : situation « d'urgence » - grossesse et exposition au gaz anesthésiant Sévoflurane
- Objectiver ou non la présence de Sévoflurane dans l'atmosphère des blocs opératoires → protéger salariée
- Prélèvement individuel d'atmosphère : badge charbon actif (conditions hygiène bloc) - durée exposition au Sévoflurane (220 mn = 3 h 40)
- Relevé de prélèvement complété



### Biométrie réalisée

- Stratégie mise en œuvre biométrie sous responsabilité médecin du travail : plan de prélèvement et prescription
- Dosage du Sévoflurane dans les urines en fin de poste : bon indicateur – prélèvement réalisé en fin de poste blocs opératoires
- Fiche de Renseignements Médicaux et Professionnels (FRMP) complété





## Évaluation des risques : Exemple d'une situation de travail étudiée



### Métrologie (prélèvement individuel d'atmosphère)

- Résultat Sévoflurane mesuré :  $0,42 \text{ ppm} \pm 0,147 < 2 \text{ ppm}$  (circulaire DGS/3A/667 bis du 10 octobre 1985 - Ministère de la Santé)
- **Pas de VLEP Française** (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle) pour la substance Sévoflurane



### Biométrie réalisée (Sévoflurane urinaire)

- Résultat Sévoflurane urinaire :  $0,748 \text{ } \mu\text{g/L} \pm 0,082 < 1,4 \text{ } \mu\text{g/L}$  (valeur recommandée NIOSH pour 0,5 ppm atmosphère)
- **Pas de Valeurs Biologiques d'Interprétation (VBI) issues population générale** (source : Biotox INRS)
- **Pas de VBI pour le milieu de travail** (source : Biotox INRS)



## Évaluation des risques : Exemple d'une situation de travail étudiée



### Grossesse

#### Marge de sécurité supplémentaire

Valeur moyenne d'exposition atmosphérique ou indice biologique d'exposition à ne pas dépasser = 1/10ème valeur officielle (VLEP ou VLB) :

- Résultat de la métrologie réalisée = **0,42 ppm ± 0,147** soit **supérieur à 1/10ème de la valeur établie (0,2 ppm)**
- Résultat de la biométrie = **0,748 µg/L ± 0,082** soit **supérieur à 1/10ème de la valeur recommandée NIOSH (0,14 µg/L)**



### Grossesse

Prendre en compte **modifications métaboliques** et **facteurs de susceptibilité aux toxiques**





## Évaluation des risques : Exemple d'une situation de travail étudiée

✓ Mesures (atmosphérique et bioméтроlogique) gynécologue obstétricienne enceinte :  
**résultats > au dixième des valeurs recommandées**

✓ Selon la SFST : **principe de précaution**

✓ Souhait gynécologue pouvoir intervenir en bloc opératoire :  
**Nouvelle organisation mise en place avec aide médecins anesthésistes** :  
Anesthésies par intraveineuse (sur recommandations du médecin du travail)



CONTEXTE

PRODUITS

EXPOSITIONS

EFFETS SANTÉ

FOCUS  
FEMME ENCEINTE

PRÉVENTION

Rencontres  
santé-travail  
LA PRÉVENTION EN ACTIONS

2025



# Prévention



## Sévoflurane

- 💡 Les **dispositifs de ventilation** des blocs opératoires, leur **efficacité** et leur **entretien** ont un effet important sur la qualité de l'air des blocs opératoires : taux de renouvellement de l'air en général > 15 vol/h.
- 💡 Pour prévenir les risques liés aux gaz anesthésiants volatils inhalatoires, il est important de **réduire leurs concentrations dans l'air** des blocs opératoires au niveau le plus bas possible.

### Quelques pratiques à privilégier :

- Utilisation d'un **respirateur à circuit fermé bas débit**
- Utilisation d'un **masque limitant les fuites** du Sévoflurane (du plus protecteur au moins protecteur) :
  - Masque double enveloppe
  - Valve à la demande
  - Masque laryngé
  - Masque adapté au patient
- **Vérifications des systèmes d'anesthésies** : détecter et éliminer toute source de fuite (raccords, embouts, robinetterie, tuyaux, joints, ...)
- **Contrôles et entretiens des installations de ventilations** (il est important de conserver les performances initiales)
- **Information / sensibilisation du personnel** aux risques liés à l'utilisation du Sévoflurane
- Système d'Évacuation des **Gaz Anesthésiants (SEGA)**





## Isoflurane

- 💡 Les **dispositifs de ventilation**, leur **efficacité** et leur **entretien** ont un effet important sur la qualité de l'air des locaux : taux de renouvellement de l'air en général > 15 vol/h.
- 💡 Pour prévenir les risques liés aux gaz anesthésiant volatils inhalatoires, il est important de **réduire leurs concentrations dans l'air** des locaux au niveau le plus bas possible.

### Quelques pratiques à privilégier :

- **Capter efficacement les gaz et vapeurs anesthésiants au point d'émission** : Masque à induction double enveloppe aspirante, masque adapté à l'anatomie de l'animal, cage à induction ventilée avec rejet vers l'extérieur, dossier aspirant au plus proche de la tête de l'animal, ...
- **Mettre en œuvre un système de récupération et d'évacuation active des gaz anesthésiants vers l'extérieur** sans recyclage de l'air
- **Choisir les appareils et circuits d'anesthésie les moins polluants** : Circuits bas débit fonctionnant avec réinhalation des gaz expirés et pourvus de systèmes d'évacuation des gaz à l'extérieur des locaux
- **Vérifier les systèmes d'anesthésies** : Détecter et éliminer toute source de fuite (raccords, tuyaux, joints, ...), changer les filtres charbon actif, ...
- **Contrôler et entretenir les installations de ventilations** : il est important de conserver les performances initiales
- **Information / Sensibilisation du personnel** aux risques liés à l'utilisation de l'isoflurane



## Protoxyde d'azote

### Assainir l'air des locaux :

- **Ventilation mécanique** des salles lorsqu'elles en disposent.
- **Ventilation naturelle :**
  - En complément de la ventilation mécanique
  - En l'absence de ventilation mécanique
  - Entre deux soins

### Capter le protoxyde d'azote à la source par aspiration :

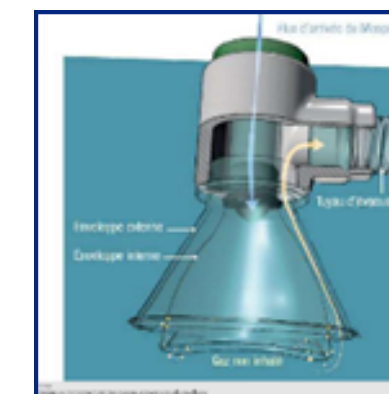
- **Capter le gaz à la source** au plus près de son point d'émission et rejeter le gaz capté à l'extérieur du bâtiment (SEGA, ...)
- **Utiliser un masque aspirant à double enveloppe** associé à un contrôle de l'administration (valve à la demande ou gestion de la fermeture du robinet de la bouteille)

### Maîtriser les émissions en contrôlant la libération de MEOPA :

- Fermer la bouteille entre 2 phases d'administration
- Utiliser un masque de taille adaptée au patient pour limiter les fuites de gaz
- Adapter le débit d'administration au patient
- Purger le dispositif d'administration uniquement lorsque cela est nécessaire

### Former le personnel soignant :

- Former le personnel soignant sur les dangers du protoxyde d'azote
- Former le personnel soignant à l'administration de MEOPA
- Établir des protocoles d'utilisation



Pour aller plus loin...



### Sévoflurane



### Isoflurane



Il n'existe pas de VLEP (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle) Française pour la substance Sévoflurane et Isoflurane.



### Protoxyde d'azote



VLEP (Valeur Limite d'Exposition Professionnelle) pour le protoxyde d'azote : **VL-8h = 45 mg/m<sup>3</sup> (25 ppm) et VL court terme = 225 mg/m<sup>3</sup> (Rapport d'expertise collective ANSES de février 2024)** dans l'attente de la fixation d'une VLEP Française.

### Que dit la réglementation ?

En France, la circulaire DGS/3A/667 bis du 10 octobre 1985 (Ministère de la Santé) a établi des propositions concernant la pollution par les gaz et vapeurs anesthésiques : **“les salles où se font les anesthésies (y compris l'induction et le réveil) doivent être équipées de dispositifs assurant l'évacuation des gaz et vapeurs anesthésiques. Ces dispositifs doivent permettre, durant la phase d'entretien de l'anesthésie, d'abaisser à proximité du malade et du personnel les concentrations à :**

- Moins de 2 ppm pour les halogénés (Sévoflurane et Isoflurane)
- Moins de 25 ppm pour le Protoxyde d'azote”

Pour aller plus loin...



### Femme enceinte

Du fait de l'existence de signaux d'alerte, la SFST (Société Française de Santé au Travail) conseille de **ne pas exposer une femme enceinte au-dessus du 1/10<sup>ème</sup> de la valeur officielle d'exposition à ce produit et ce durant toute la grossesse et d'éviter d'exposer une femme allaitante.**

Pour aller plus loin...

**Pour plus d'informations,**  
prenez conseil auprès des professionnels de votre équipe de Prévention et de Santé au Travail MT71.



## Sévoflurane



## Isoflurane

- 💡 Article HST - Note technique n° 110 INRS :  
« **Exposition aux anesthésiants volatils dans les établissements de soins vétérinaires : enjeux de prévention** » (12/2023)
- 💡 Webinaire CARSAT Ile-de-France « **Prévention du risque chimique lié à l'exposition aux anesthésiants volatils en établissement vétérinaire** » (29/02/2024)



## Protoxyde d'azote

- 💡 Brochure INRS ED 6365 : « **Soulager les patients sans exposer les soignants** » (02/2020).



Pour aller plus loin...

Pour plus d'informations,  
retrouvez nos 3 triptyques sur...

Gaz anesthésiant  
**SEVOFLURANE**



Comment **préserver**  
la **santé des soignants**  
en bloc opératoire ?



Prévention et Santé au Travail

Gaz anesthésiant  
**ISOFLURANE**



Comment **préserver**  
la **santé des praticiens**  
en établissements de  
**soins vétérinaires** ?



Prévention et Santé au Travail

Gaz médicinal  
**MÉOPA**



Quelle **prévention**  
pour **ne pas exposer**  
les **soignants** ?



Prévention et Santé au Travail

Pour aller plus loin...



YouTube



[www.mt71.fr](http://www.mt71.fr)



LinkedIn



Newsletter



Merci pour votre attention