



**HAL**  
open science

**Impact d'une formation sur les conséquences  
environnementales des activités du bloc opératoire :  
pour une gestion éco-responsable des déchets et des gaz  
d'anesthésie**

Loïc del Bove

► **To cite this version:**

Loïc del Bove. Impact d'une formation sur les conséquences environnementales des activités du bloc opératoire : pour une gestion éco-responsable des déchets et des gaz d'anesthésie. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02270029

**HAL Id: dumas-02270029**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02270029>**

Submitted on 23 Aug 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE  
FACULTE DE MEDECINE D'AMIENS**

ANNEE 2019

N° 2019 - 24

**IMPACT D'UNE FORMATION SUR LES CONSEQUENCES  
ENVIRONNEMENTALES  
DES ACTIVITES DU BLOC OPERATOIRE :  
POUR UNE GESTION ECO-RESPONSABLE DES DECHETS ET DES  
GAZ D'ANESTHESIE**

**THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE  
(DIPLOME D'ETAT)  
SPECIALITE ANESTHESIE-REANIMATION**

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

Le Vendredi 29 Mars 2019

Par

**Loïc DEL BOVE**

Président de Jury: **Monsieur le Professeur Emmanuel LORNE**

Juges: **Monsieur le Professeur Richard GOURON**

**Monsieur le Professeur Maxime GIGNON**

**Monsieur le Professeur Yazine MAHJOUB**

**Madame le Docteur Jane MURET**

Directeur de thèse: **Monsieur le Docteur Jérémie GARNIER**

A mon Maître et Président du Jury,

**Monsieur le Professeur Emmanuel LORNE**  
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Anesthésie-réanimation  
Chef du Service d’Anesthésie  
Co-Chef du pôle bloc opératoire

Vous me faites le très grand honneur de présider cette thèse.

Veillez trouver ici l’expression de ma reconnaissance et de mon respect.

A mes Maîtres et Juges,

**Monsieur le Professeur Richard GOURON**  
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Chirurgie infantile

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Recevez le témoignage de ma sincère reconnaissance.

**Monsieur le Professeur Maxime GIGNON**  
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Epidémiologie, Hygiène Hospitalière et Santé Publique

Vous me faites le plaisir de juger cette thèse.

Veillez recevoir l'expression de ma haute considération.

**Monsieur le Professeur Yazine MAHJOUB**  
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Anesthésiologie, réanimation, médecine d'urgence

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Recevez le témoignage de ma sincère gratitude.

A mon Juge,

**Madame le Docteur Jane MURET**

Médecin anesthésiste à l'Institut Curie - Paris

Présidente du Groupe Développement Durable de la SFAR

Merci pour ta disponibilité et ton soutien.

Tu fais partie des personnes que j'admire pour leur implication dans la cause écologique.

Tu me fais l'honneur de juger ce travail. Cette thèse est le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mon directeur de thèse,

**Monsieur le Docteur Jérémie GARNIER**

Praticien Hospitalier

(Anesthésie-Réanimation)

Je te remercie de m'avoir fait confiance, et de m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse.

Merci pour ta patience, ton engagement et les risques que tu as pris (tu sauras de quoi je parle). Tu es et resteras un exemple pendant toute ma carrière car ta rigueur et ton humanité sont inégalables.

Trouve ici le témoignage de mon profond respect.

A ma maman. Où que tu sois, j'espère que tu seras fière de moi, et du travail que j'ai accompli. Depuis que tu es de l'autre côté, je vis chaque jour en pensant à toi. Tu seras toujours ma source d'inspiration, et je te dédie ce travail. Si pour moi, prendre soin de la planète est aussi important que prendre soin des patients, c'est parce que tu m'as amené sur ce chemin. Je t'aime.

A mon ti cœur. Chaque jour passé à tes côtes est une source de bonheur. Merci pour ton amour et ton soutien. Tu as su me donner tout ce que j'attendais d'une vie à deux. A notre cocon et nos animaux qu'on aime tant.

A mon père. J'admire ton courage. Si je suis ici aujourd'hui c'est grâce à toi car ta rigueur et ton sens du travail ont été un exemple pour avancer malgré les obstacles. Sache que tu seras une éternelle source d'amour.

A mon frère, que j'aime infiniment, que j'admire tant. Ton amour et ton sens de la famille m'aident à grandir chaque jour. A ma nièce adorée, la plus belle des princesses, et ma belle-sœur, le plus belle des corses.

A mes grands-parents maternels. J'aurais tellement aimé vous voir fiers de ce travail et du parcours que j'ai accompli depuis ma tendre enfance à vos côtés. J'espère que maman et vous êtes ensemble pour veiller sur nous, depuis les plages de Casablanca dont vous nous parliez tant.

A mes grands-parents paternels. Je pense particulièrement fort à vous ce jour même si vous avez dû rester à Marseille. A ma mémé que j'aime tant et qui me fait toujours rire. Merci pépé de prendre aussi bien soin d'elle. Je vous aime.

A ma marraine, qui a su prendre soin de nous depuis toujours, et nous donner tant d'affection. Ta tendresse et tes conseils seront toujours précieux pour moi. A ta jolie famille.

A mes beaux parents. Vous êtes d'un soutien irréprochable. Merci pour votre présence chaque jour, et votre amour.

A mes super voisins. Merci pour votre aide quotidienne et votre soutien.

A mes amis de toujours. Je suis un tyran avec vous mais je vous aime profondément. Sans vous, la vie serait tellement différente. Mes sup cop's d'am.

A Mag, ma best of the best, tu es un soutien depuis toujours. Je t'aime PQTAM.

A Cam, mon amie depuis le CP, la plus vieille de mes potes. Je trouverai toujours du réconfort auprès de toi. A ma LisaCal, plus qu'une coloc', une âme sœur. Tu sais toujours trouver les mots justes. Ton rimK est tellement cool. A ma Judo avec qui je partage cet amour pour queen B, Djou et ses caprices, M'rine et Cot (répondeur du lycée qui nous manque ++), partager nos visions de la vie m'inspire chaque fois. Ma LisaMo, tu me fais tant rire avec tes love story. Manou et Bibou, je vous adore, j'aimerais tellement être plus proche de vous. A Barbara, ma drama italienne.

A mon Royal. Mon chat, notre rencontre est inoubliable. Tu seras la cardiologue la plus stylée de la région PACA !! A Sarah et à mon Clairon. Vous me manquez trop depuis que je suis ici.

A tous les autres copains de Marseille, avec qui j'espère pouvoir encore faire et refaire des WE (et cette fois en mode coool). Mes amis d'enfance, Nico, Tristan, Max et Bb. Puis Carole, Ken et Elisa, MaxT, Mika. Mes souvenirs avec vous seront toujours présents.

A mes autres co-externes marseillais avec qui j'ai passé tant de « jolies » soirées. Charlotte, Ugo, Ludo et tant d'autres.

A mes amis picards. Aline Rooky, ma plus belle rencontre depuis que je suis ici. J'aime tellement trainé à Lille avec toi. A ma Lina, tu es d'un soutien irréprochable, j'adore passer du temps avec toi. A Marion et son Guillaume, vous avez une si jolie famille. A Nath, Juju et Joseph. Nath tu fais partie des personnes que j'admire dans ce boulot, tu es la meilleure.

A mes co-internes de promo. Ma promo que j'adore: mon Pierrot, partager cet internat avec toi a été un kiffe, Céline et Guigui, je vous adore, vous me faites tellement rire, Elo Clem Dim Lulu, Matthieu David Alex Laura. Merci de faire partie de cette belle équipe.

A tous les autres co-internes picards. MAB (tu as été la première à me réconforter dans les couloirs du CHU quand les choses allaient moins bien, pour ça je te serai toujours redevable). A PYM, Alexandrine, Alexis C, Anne So, Marlène, Benjamin mon aubagnais, Chloé S, Amaury, Guillaume F, Magali, Otilie, Ugo, et tous les autres.

A tous mes co-internes actuels, Eliza Emeline Joséphine Fanny Léo Julie. Un grand merci de m'avoir permis d'avoir du temps pour bosser. Vous avez été d'un soutien de fou. Merci de me supporter.

A mes chefs d'ici et d'ailleurs. Merci pour tout ce que vous m'avez apporté tant sur le plan humain que professionnel. Amélie, Faiza merci de m'avoir fait découvrir l'anesthésie au

CHB. Merci à Anne-Marie Guérin, Jack et Danielle. Merci à PA, mon premier chef de réa. Tu as été top dès le début. Merci à Matthieu M (surtout pour la dernière ligne droite), Amandine, Marie T, Bruno, Pierre H, Louise ...et tous ceux qui m'ont appris au travers de mes stages.

Merci à JC Pauchard. Tes précieux conseils depuis Bordeaux m'ont beaucoup aidé. Je te suis très reconnaissant. En espérant pouvoir continuer à échanger avec toi à propos d'éco-responsabilité.

Et bien sûr, à tous les professionnels de bloc du CHU Amiens Picardie qui ont participé à ce projet. Sans vous, rien n'aurait pu être possible. Merci aux membres du groupe d'éco-responsabilité : Seb, merci pour tout, Sylvie, Caro, Mélanie, François, Daphné. Merci aux membres de l'association des « p'tits doudous d'Amiens » : Carole et Fatima.

Merci à tous les IADE de qui j'ai tellement appris.

Merci à Mme Durand-Trehoux de l'ADEME de Picardie.

Merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à ce travail. Nous avons eu beaucoup de messages de courage et de soutien, nous vous en remercions.

**UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE  
FACULTE DE MEDECINE D'AMIENS**

ANNEE 2019

N° 2019 - 24

**IMPACT D'UNE FORMATION SUR LES CONSEQUENCES  
ENVIRONNEMENTALES  
DES ACTIVITES DU BLOC OPERATOIRE :  
POUR UNE GESTION ECO-RESPONSABLE DES DECHETS ET DES  
GAZ D'ANESTHESIE**

**THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE  
(DIPLOME D'ETAT)  
SPECIALITE ANESTHESIE-REANIMATION**

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

Le Vendredi 29 Mars 2019

Par

**Loïc DEL BOVE**

Président de Jury: **Monsieur le Professeur Emmanuel LORNE**

Juges: **Monsieur le Professeur Richard GOURON**

**Monsieur le Professeur Maxime GIGNON**

**Monsieur le Professeur Yazine MAHJOUB**

**Madame le Docteur Jane MURET**

Directeur de thèse: **Monsieur le Docteur Jérémie GARNIER**

## TABLES DES MATIERES

<b>ABREVIATIONS</b> .....	14
<b>INTRODUCTION</b> .....	15
<b>1. Contexte</b> .....	15
1.1. Dans le monde .....	15
1.2. Dans les hôpitaux .....	15
1.3. Environnement dans le domaine de la santé .....	17
1.4. Législation et réglementations .....	17
<b>2. Sources de pollution des hôpitaux</b> .....	19
2.1. Les déchets hospitaliers .....	19
2.2. Les gaz d'anesthésie .....	20
2.3. Impact écologique de l'anesthésie inhalée .....	21
<b>3. Constatations de nos pratiques</b> .....	23
<b>4. Evaluation des pratiques professionnelles</b> .....	25
<b>5. Objectifs de l'étude</b> .....	26
<b>MATERIEL ET METHODES</b> .....	26
<b>1. Type d'étude</b> .....	26
1.1. Critères de jugement .....	27
1.2. Critères d'inclusion .....	27
1.3. Critères de non inclusion.....	27
<b>2. Chronologie</b> .....	29
<b>3. Audits avant intervention</b> .....	30
3.1. Audit 1 .....	30
3.2. Audit 3 .....	31
<b>4. Questionnaires</b> .....	32
4.1. « Eco-responsabilité au bloc opératoire » .....	32
4.2. « Time to relax : les gaz halogénés » .....	32
<b>5. Formations</b> .....	33
5.1. Pour une gestion éco-responsable des déchets .....	33
5.2. Pour une gestion éco-responsable des gaz d'anesthésie .....	33
<b>6. Applications des protocoles</b> .....	34
<b>7. Audits après intervention</b> .....	35
7.1. Audit 2 .....	35
7.2. Audit 4 .....	35
<b>8. Considérations économiques et écologiques</b> .....	35
8.1. Concernant la gestion des déchets .....	35
8.2. Concernant les gestion des gaz d'anesthésie .....	36
<b>9. Statistiques</b> .....	36
<b>RESULTATS</b> .....	37
<b>1. Effectifs sur la période</b> .....	37
<b>2. Gestion des déchets</b> .....	37
2.1. Audit 1 et amélioration prévisionnelle .....	37
2.2. Questionnaire .....	39
2.3. Audit 2 .....	39
2.3.1. Résultats principaux .....	39
2.3.2. Bénéfices financiers et écologiques .....	40
2.3.3. Selon les chiffres du CHU AP .....	41

<b>3. Gestion des gaz d'anesthésie</b> .....	41
3.1. Questionnaire .....	41
3.2. Caractéristiques des audits .....	42
3.3. Résultats principaux .....	42
3.4. Evolution en fonction des consommations de la pharmacie .....	43
3.4.1. <i>Module 1</i> .....	43
3.4.2. <i>Ensemble du BO</i> .....	44
3.5. Impact économique .....	44
3.5.1. <i>Selon notre étude</i> .....	44
3.5.2. <i>Selon les données de la pharmacie</i> .....	45
3.6. Impact écologique .....	47
3.6.1. <i>Selon notre étude</i> .....	47
3.6.2. <i>En fonction des données de la pharmacie</i> .....	47
<b><u>DISCUSSION</u></b> .....	48
<b>1. Résultat principal</b> .....	48
<b>2. Forces et faiblesses de notre étude</b> .....	48
<b>3. A propos d'autres études</b> .....	51
3.1. Questionnaires .....	51
3.2. Gestion des déchets .....	52
3.3. Gestion des gaz d'anesthésie .....	53
<b>4. Recyclage du métal et association « Les p'tits doudous d'Amiens »</b> .....	54
<b>5. Perspectives</b> .....	55
5.1. Gestion des déchets .....	55
5.2. Gestion des gaz d'anesthésie .....	55
5.3. A l'échelle de notre ES .....	56
<b><u>CONCLUSION</u></b> .....	57
<b><u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u></b> .....	58
<b><u>ANNEXES</u></b> .....	61
<b>ANNEXE I : Questionnaire « Eco-responsabilité au bloc opératoire »</b> .....	61
<b>ANNEXE II : Questionnaire « Time to relax : Gaz halogénés »</b> .....	65
<b>ANNEXE III : Protocoles pour une gestion éco-responsable des déchets</b> .....	70
<b>ANNEXE IV : Supports formation : «Gestion éco-responsable des déchets »</b> .....	73
<b>ANNEXE V : Pancarte « gestion éco-responsable des déchets » affichée en salle de bloc</b> .....	74
<b>ANNEXE VI : Support informatif sur les gaz d'anesthésie</b> .....	75
<b>ANNEXE VII : Pancarte « gestion éco-responsable des gaz d'anesthésie » affichée en salle de BO</b> .....	77
<b><u>RESUME</u></b> .....	78

## ABREVIATIONS

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ALR : Anesthésie Loco-régionale

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ASH : Agent de Service Hospitalier

BO : Bloc Opératoire

CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone

CHU : Centre Hospitalo-Universitaire

CHU AP : Centre Hospitalo-Universitaire Amiens Picardie

C2DS : Comité de Développement Durable en Santé

DASRI : Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux

DAOM : Déchets Assimilés aux Ordures Ménagères

DD : Développement Durable

DGF : Débit de Gaz Frais

ES : Etablissement de Santé

EPP : Evaluation des Pratiques Professionnelles

FiO<sub>2</sub> : Fraction inspirée en oxygène

FeO<sub>2</sub> : Fraction expirée en oxygène

GA : Gaz d'Anesthésie

GES : Gaz à Effet de Serre

GH : Gaz Halogénés

GWP : Global Warming Potential

HAS : Haute Autorité de Santé

IADE : Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat

IAR : Interne d'Anesthésiste-Réanimation

IBODE : Infirmier de Bloc Opératoire Diplômé d'Etat

MAR : Médecin Anesthésiste-Réanimateur

N<sub>2</sub>O : protoxyde d'azote

PRG : Potentiel de Réchauffement Global

OPCT : Objets Piquants, Coupants, Tranchants

O<sub>2</sub> : oxygène

UU : Usage Unique

## INTRODUCTION

### **1. Contexte**

#### 1.1. Dans le monde

Pour Paul J. Crutzen et d'autres géologues, nous sommes entrés dans une nouvelle ère géologique nommée l'anthropocène, c'est-à-dire l'«ère de l'homme». Ce terme caractérise l'époque de l'histoire de la Terre qui a débuté lorsque les activités humaines ont eu un impact global significatif sur l'écosystème terrestre. <sup>[1]</sup>

Le système économique fondé sur l'utilisation des énergies fossiles a provoqué une augmentation des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère aggravant les changements climatiques, notamment le réchauffement terrestre dont les conséquences sur la biodiversité sont dramatiques. Chaque année, les températures moyennes augmentent, avec une accélération au cours de la dernière décennie de l'impact climatique des GES. <sup>[2]</sup> Il est même prédit que si un point de bascule est atteint, aucun retour en arrière ne sera possible. <sup>[3]</sup>

Phénomène naturel, l'effet de serre est possible via des gaz présents dans l'atmosphère retenant une grande part du rayonnement solaire et permettant le maintien d'une température terrestre propice à la vie. Les deux GES les plus importants sont la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dont les émissions d'origine humaine sont dues à la combustion d'énergies fossiles et à la déforestation.

Le CO<sub>2</sub> est le gaz qui a le moins d'impact sur le réchauffement climatique mais il y contribue le plus du fait des quantités émises. Ses émissions représentent 72% des émissions de GES globales, et ont progressé de plus de 60 % entre 1990 et 2016. Pour la France, les émissions de GES s'élèvent à 458 millions de tonnes équivalents CO<sub>2</sub> (Mt Eq.CO<sub>2</sub>), en baisse de 16 % par rapport à 1990. Les déchets y participent à hauteur de 16,2 Mt Eq.CO<sub>2</sub>, et les gaz fluorés, à hauteur de 2% du total des émissions mondiales de GES, sont en France de 20,5 Mt Eq.CO<sub>2</sub>. Les émissions liées à la gestion des déchets sont principalement du à leur décomposition (méthane CH<sub>4</sub>). <sup>[4]</sup>

#### 1.2. Dans les hôpitaux

Les activités de soins en général, et plus particulièrement les établissements de santé (ES), contribuent au réchauffement climatique notamment par leurs émissions de GES. <sup>[5]</sup> Les sources sont multiples : énergie (électricité, chauffage, climatisation), bâtiments (équipements biomédicaux, plateaux techniques et hébergement), services externes (nettoyage, blanchisserie), déchets, transports (personnels, visiteurs, professionnels, frets) et

médicaments. <sup>[6]</sup> <sup>[7]</sup> Dans ces lieux de santé, les habitudes dont l'empreinte carbone est importante sont nombreuses : achats de matériels à usage unique (UU), importation de pays lointains, gaspillage alimentaire, lumières allumées en continu, impression papier, consommation d'eau sans limite, défaut de tri et de recyclage...

En 2013, aux Etats-Unis, le secteur de la santé représentait 10% des émissions nationales de GES <sup>[8]</sup> et au Royaume-Uni, cela représentait 3 à 4%. <sup>[5]</sup> Le secteur de la santé représentait en 2017 le deuxième plus important producteur de déchets aux Etats-Unis, avec 7000t par jour, et dont les coûts d'élimination s'élevaient à 10 milliards de dollars par an. <sup>[9]</sup>

Selon la direction générale de l'offre de soins, les ES publiques et privés français produisent 700 000 tonnes de déchets par an représentant 3,5 % de la production nationale. <sup>[10]</sup>

Le Centre Hospitalo-Universitaire Amiens-Picardie (CHU AP) a réalisé en 2016 son bilan des émissions de GES. Les résultats montraient une empreinte carbone en hausse par rapport aux années précédentes avec un volume des émissions de GES à 20 538 t Eq.CO<sub>2</sub> en 2015 dont 16 350 t Eq.CO<sub>2</sub> dues aux émissions directes. Dans les émissions directes, les « fluides médicaux » avaient été pris en compte, mais on ne sait pas s'ils tenaient compte des gaz halogénés (GH) émis en anesthésie. En effet, il est précisé dans ce bilan carbone des « incertitudes sur les données ». <sup>[11]</sup> Dans la plupart des études, les déchets du bloc opératoire (BO) représentent 20 à 30% des déchets totaux d'un ES. <sup>[12]</sup> <sup>[13]</sup> <sup>[14]</sup> Il est montré que 25% sont générés par l'anesthésie. <sup>[15]</sup> Les BO utilisent 3 à 6 fois plus d'énergie que le reste de l'hôpital, notamment à cause du chauffage et de la climatisation, et chaque opération rejette dans l'atmosphère entre 146 et 232 kg Eq.CO<sub>2</sub> <sup>[16]</sup>, impact plus important qu'un voyage Paris-Lyon dans une voiture moyenne qui émet moins de 90 kg Eq.CO<sub>2</sub> d'après l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). En mai 2018, le Figaro titre l'un de ses papiers « Les blocs opératoires sont aussi des pollueurs silencieux ». <sup>[17]</sup> L'impact de l'anesthésie inhalée étudié depuis une dizaine d'année par les spécialistes devenait de l'ordre du domaine public. Au delà des seuls gaz d'anesthésie (GA), ce sont toutes les filières hospitalières, de production, d'achat, de consommation et d'élimination qui sont impliquées dans le changement climatique, qui est à la source de maladies chez l'Homme. Ainsi, L'ONU en reconnaît 6 catégories liées au changement climatique dont les maladies cardiovasculaires, l'asthme et les maladies respiratoires ou encore les maladies infectieuses. On estime actuellement à 150 000 le nombre annuel de décès lié au changement climatique. Une prévision à 500 000 d'ici 2050 est même annoncée. <sup>[18]</sup>

L'activité hospitalière, qui a un impact négatif sur l'environnement, affecte paradoxalement la santé des populations locales alors que notre rôle est de la préserver.

### 1.3. Environnement dans le domaine de la santé

Dès 1975, les Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux (DASRI), à risque radioactif, à risque chimique et toxique et pour le traitement des effluents liquides, ont été soumis à une réglementation. En 2004 les objectifs du Plan National Santé Environnement (PNSE) visent à garantir un air et une eau de bonne qualité, prévenir les pathologies d'origine environnementale et mieux informer le public. Le Comité pour le Développement Durable en Santé (C2DS) a créé plusieurs indicateurs dont l'observatoire du CO<sub>2</sub> hospitalier, outil pour diagnostiquer et quantifier l'empreinte carbone des ES, ou encore l'« IDD Santé durable » en 2006, outil d'autodiagnostic pour statuer sur l'avancement en matière de développement durable (DD) et permettant d'accéder aux critères de la certification HAS.<sup>[19]</sup>

Depuis 2008, un référentiel Haute Qualité Environnementale (HQE) permet aux ES de faire certifier de manière volontaire leurs efforts pour créer des lieux de soins éco-responsables.<sup>[20]</sup>

<sup>[21]</sup> La certification est encadrée par un organisme privé, CertiVéA.<sup>[22]</sup> Le centre hospitalier d'Alès a été le premier hôpital français signataire de cette chartre.

En 2009, la Haute Autorité de Santé (HAS) inscrit dans son manuel de certification des critères de DD puis en 2010, le Plan Santé Publique intègre les réglementations du Grenelle.

Le « Plan Hôpital 2012 » invite les ES à inscrire leurs décisions de gestion écologique avec la création de certifications et normes (ISO 26000 / ISO 14001) environnementales.<sup>[19]</sup>

### 1.4. Législation et réglementations

Les articles L541-1-1 et L541-21-2 du Code de l'environnement<sup>[23]</sup> rappellent que la gestion des déchets passe par leur valorisation, sous la responsabilité du « producteur ou détenteur de déchets » en respectant la hiérarchie des modes de traitement consistant à privilégier, dans l'ordre, « la préparation en vue de la réutilisation, le recyclage, toute autre valorisation puis en dernier l'élimination ». Le code de l'environnement incite les entreprises à augmenter la part des « déchets faisant l'objet d'une valorisation » avec des objectifs de 55% en 2020 et 65% en 2025 et d'assurer l'information au public de leurs conséquences environnementales.<sup>[24]</sup>

Enfin, selon l'article L541-7-2 du code de l'Environnement, « le mélange de déchets dangereux avec des déchets non dangereux est interdit ».

Selon l'article L229-25 du code de l'Environnement, « sont tenus d'établir un bilan de leurs émissions de gaz à effet de serre [...] les personnes morales de droit public employant plus de deux cent cinquante personnes » qui doivent joindre à ce bilan rendu publique une synthèse des actions envisagées pour réduire leurs émissions.

L'article L110-1 précise l'objectif de DD, grâce aux cinq engagements suivants : « la lutte contre le changement climatique, la préservation de la biodiversité [...], la cohésion sociale [...], l'épanouissement de tous les êtres humains et la transition vers une économie circulaire ». Cet article précise également le principe d'économie circulaire qui « vise à dépasser le modèle économique linéaire consistant à extraire, fabriquer, consommer et jeter en appelant à une consommation sobre et responsable des ressources naturelles et des matières premières primaires ».

Le Grenelle de l'Environnement de 2007 a fixé 9 axes dont 2 nous concernent particulièrement : une meilleure gestion des énergies et la diminution de la production de déchets. Le premier axe demande de réduire « d'au moins 20% les émissions de GES » d'ici 2020 et « diviser par quatre les émissions de GES entre 1990 et 2050 ». Le deuxième axe « fixe trois objectifs ambitieux dans le domaine des déchets » : réduire la production de déchets avec une politique d'achats responsables, augmenter les filières et l'efficacité du recyclage et diminuer la quantité de déchets partant en incinération, en enfouissement et en stockage. <sup>[25]</sup>

Le paquet énergie-climat définit trois objectifs à l'horizon 2020 : une réduction de 20 % des émissions de GES par rapport à 1990, une augmentation à 20 % de la part des énergies renouvelables et une augmentation de 20 % de l'efficacité énergétique.

Le Protocole de Kyoto signé en 1997 puis entré en vigueur en 2005, avait fixé un objectif de réduction des émissions de GES d'environ 5 % entre 2008 et 2012 par rapport à 1990 et en 2012, lors de la COP18 à Doha, la prolongation du protocole a été signée pour une seconde période d'engagement de 2013 à 2020.

La COP21 s'est tenue en 2015. L'Accord de Paris est entré en vigueur en novembre 2016 puis ratifié en 2018. Ses objectifs se déclinent selon trois piliers principaux dont le premier concerne le maintien d'une augmentation de la température mondiale nettement en dessous de 2°C d'ici 2100 par rapport aux niveaux préindustriels et une limitation de cette augmentation à 1,5°C pour parvenir à zéro émission nette d'ici la fin du siècle.

La responsabilité sociale et environnementale (RSE) est encadrée par plusieurs textes législatifs. Ces textes relatifs à la loi «NRE» de 2001 imposent aux sociétés de publier la façon dont elles prenaient en compte les conséquences sociales et environnementales de leur activité. En 2010, la loi Grenelle 2 a ajouté un pilier sociétal et a élargi la catégorie des sociétés y étant soumises, notamment les ES.

## 2. Sources de pollution des hôpitaux

### 2.1. Les déchets hospitaliers

Parmi les déchets hospitaliers, on retrouve les DAOM (Déchets Assimilés aux Ordures Ménagères) et les DASRI. Ces derniers sont des déchets dangereux, présentant un risque infectieux mais aussi des risques chimiques, toxiques voire radioactifs. De leur production jusqu'à leur destruction, ils doivent suivre une filière spécifique et répondent à plusieurs réglementations impliquant la responsabilité du producteur. L'article R1335 – 1 du Code de santé publique rappelle la définition d'un DASRI.

La production de DASRI s'élève en moyenne en 170 000t par an en France dont 4500t par an dans la région Picardie <sup>[26]</sup> et selon certaines études américaines, ils représentent 10 à 15% des déchets hospitaliers. <sup>[14]</sup> Au CHU AP, il y avait 426,5 tonnes de DASRI en 2018, correspondant à 13,9% des déchets. <sup>[27]</sup>

Les filières d'élimination de ces déchets sont très réglementées par le Ministère de la Santé. Pour les DASRI, la filière est longue, peu économique et coûteuse en énergie. Plusieurs étapes soulignent cette importante part énergétique (figure 1). <sup>[28]</sup> Deux filières d'élimination sont autorisées en France : soit l'incinération dans des usines ordinaires avec équipements spéciaux dédiés aux DASRI ou dans des usines spécifiques pour le traitement des DASRI, soit le prétraitement par désinfection qui supprime le risque infectieux par broyage, élévation de la température, et utilisation de micro-ondes ou de produits chimiques. Le résultat obtenu, considéré comme un déchet non dangereux, peut suivre les filières classiques d'élimination.

Pour leur élimination, environ 80% des DASRI sont incinérés contre 20% qui suivent un circuit de prétraitement. <sup>[26]</sup> Leur gestion est souvent plus chère que pour les déchets ménagers, du fait de la sécurisation de la filière, et présentent un coût écologique plus élevé. <sup>[29][30][31]</sup> Une tonne de DASRI coûte entre 500€ et 1 000€, soit 3 à 5 fois plus qu'une tonne de DAOM (entre 150€ et 200€). L'incinération des DASRI dégage dans l'atmosphère des produits de combustion toxiques. Les contenants en polypropylène dégagent des GES (eau et CO<sub>2</sub>). La température de gaz lors de l'incinération, coûteuse en énergie, doit être portée à 850°C. <sup>[14]</sup>

Or ces dernières années, on assiste à un sur-tri par précaution excessive. Mieux identifier et mieux gérer les DASRI permet de sécuriser la filière et maîtriser les coûts de sa gestion.

## L'incinération et le prétraitement par désinfection des déchets d'activités de soins à risques infectieux

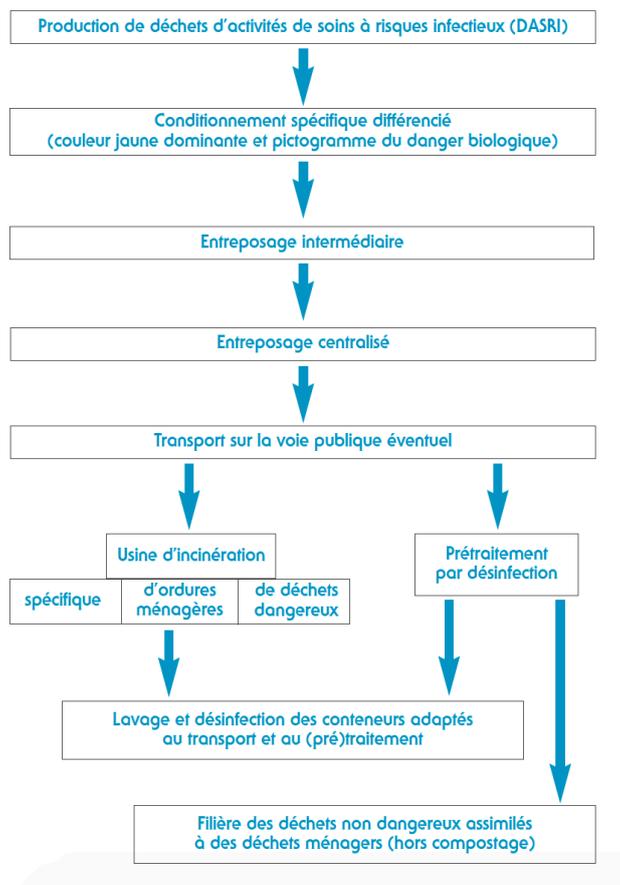


Figure 1 : Guide technique Environnement et santé. [28]

### 2.2. Les GA

Les agents volatils utilisés en anesthésie sont les GH, le N<sub>2</sub>O, et l'oxygène (O<sub>2</sub>) médical. Délivrés à l'organisme via un transporteur, souvent l'O<sub>2</sub> médical, les GH sont peu métabolisés et près de 95% sont rejetés dans l'atmosphère via une prise SEGA (Système d'Evacuation des Gaz d'Anesthésie). Le débit de ces gaz, délivrés au patient puis expirés, va dépendre du débit de gaz frais (DGF) en l/min ou ml/min, qui aura donc un rôle sur les quantités de GH rejetés dans l'atmosphère. [32] Les DGF varient selon le temps anesthésique et selon les pratiques de service.

Actuellement le desflurane et le sévoflurane sont majoritairement utilisés après une induction intraveineuse pour l'entretien anesthésique. Les effets hypnotiques des GH sont dose-dépendants et quantifiés par la CAM (concentration alvéolaire minimale), concentration alvéolaire pulmonaire pour laquelle 50% des patients ne bougent pas lors de l'incision chirurgicale. Une CAM de 1% signifie que pour un volume total de 100 ml de gaz alvéolaire,

il faut un volume de 1 ml d'agent anesthésique pour obtenir l'effet demandé. Ce qui signifie qu'une CAM de 6% (desflurane) consommera plus de GH qu'une CAM de 2% (sévoflurane).

Aucun agent ne possédant d'autorisation de mise sur le marché (AMM) spécifique pour un type de chirurgie donnée, l'utilisation d'agents peu solubles comme le sévoflurane et le desflurane se justifie par leur grande maniabilité permettant d'adapter le niveau d'anesthésie rapidement. <sup>[33]</sup> Ayant des propriétés pharmacocinétiques très proches, des différences de coût constitueront un critère de choix pour la majorité des anesthésies. Bien que la différence financière ne soit pas importante à l'échelle d'un cas, celle-ci deviendra importante à l'échelle d'un BO, les dépenses pharmaceutiques liées aux GH étant les plus importantes d'un service d'anesthésie. <sup>[34]</sup>

### 2.3. Impact écologique de l'anesthésie inhalée

Les GES concernés par la réglementation sont le CO<sub>2</sub>, le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), les hydrofluorocarbures (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et les hexafluorures de soufre (SF<sub>6</sub>). <sup>[35]</sup>

Les GH et le N<sub>2</sub>O utilisés en anesthésie sont donc des GES mais la directive européenne sur les gaz fluorés visant à réduire les émissions de GES n'incluait pas les GH utilisés en anesthésie. <sup>[36]</sup> Le N<sub>2</sub>O est d'ailleurs le 3<sup>ème</sup> plus important GES, après le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub>. <sup>[14]</sup> Il possède en plus des propriétés destructrices de la couche d'ozone. <sup>[37]</sup> L'utilisation anesthésique du N<sub>2</sub>O est responsable de 3% des émissions totales de GES aux Etats-Unis <sup>[38]</sup> et contribue à hauteur de 5% à l'effet anthropique total. <sup>[39]</sup>

La famille des halo carbures dont font partie les GH utilisés en anesthésie sont des gaz industriels présents dans l'atmosphère uniquement à cause de l'activité humaine. De part leur structure chimique, ils ont deux propriétés faisant d'eux des GES puissants. Ils peuvent absorber de manière importante les infrarouges réémis par la Terre et ils sont très stables dans l'atmosphère augmentant leur durée de vie. <sup>[38]</sup> Malgré un taux infime comparé à celui du CO<sub>2</sub>, ils sont responsables de 10% à 15% de l'effet anthropique total. <sup>[32][40]</sup>

Le sévoflurane et le desflurane, de la famille des HFC et sur le marché depuis les années 90, ont des durées de vie atmosphérique variables : 1,1 an pour le sévoflurane, 14 ans pour le desflurane. Elle est de 114 ans pour le N<sub>2</sub>O. <sup>[32][41]</sup>

L'équivalent CO<sub>2</sub> est une unité créée par le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) permettant de comparer les différents GES en terme d'impact sur l'atmosphère. Cet outil, déterminé par la durée de vie atmosphérique d'un gaz combiné à sa

propriété d'absorption des IR, attribue pour une période de temps donnée un « potentiel de réchauffement global » (PRG) différent pour chaque gaz par rapport au CO<sub>2</sub> qui sert de référence dont le PRG est fixé à 1. Autrement dit, le PRG ou GWP (Global Warming Potential) en anglais, permet une comparaison standardisée entre 2 gaz. <sup>[42]</sup>

Le PRG à 100 ans du sévoflurane est estimé à 130, contre 2540 pour le desflurane, et 298 pour le N<sub>2</sub>O. <sup>[32] [43]</sup>

Le desflurane est ainsi définitivement incriminé en première position concernant son potentiel de GES. <sup>[42]</sup> Il contribue 20 fois plus au réchauffement climatique que le sévoflurane et 80% des effets climatiques de l'anesthésie inhalée lui sont imputables. <sup>[36]</sup>

L'utilisation d'un flacon de desflurane a le même effet sur le réchauffement climatique que 886 kg de CO<sub>2</sub> correspondant à 20 aller-retour Bordeaux-Paris en avion. <sup>[40]</sup>

De plus, il existe une augmentation constante des rejets de GH utilisés en anesthésie, notamment celles du desflurane. Par échantillonnage sur différents points du globe, des études ont démontré une accumulation rapide et la présence omniprésente de desflurane et de sévoflurane dans l'atmosphère. <sup>[36]</sup>

L'anesthésie inhalée représente 2,5% de l'ensemble des GES du secteur de soins au Royaume-Uni <sup>[44]</sup> et 1% du GES des Etats-Unis. <sup>[5]</sup>

Les émissions globales de GES produites par l'anesthésie inhalée s'élevaient à 3,1 ± 0,6 Mt Eq.CO<sub>2</sub> en 2014, équivalant aux émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 650 000 véhicules de tourisme. <sup>[36]</sup>

La contribution mondiale des GH au réchauffement planétaire est estimée à 0,01% (excluant l'odontologie, et la médecine vétérinaire). <sup>[32] [41]</sup> Ce chiffre, souvent accusé d'être négligeable, a été extrapolé à partir des pratiques d'un établissement américain qui n'utilisait pratiquement pas de desflurane et les auteurs n'avaient pas inclus le N<sub>2</sub>O dans leurs calculs. Ainsi, cette étude avait rapporté une moyenne de 17 kg d'Eq.CO<sub>2</sub> par acte d'anesthésie alors que les blocs qui utilisaient du desflurane et tenaient compte du N<sub>2</sub>O rapportaient une moyenne de 175 à 220 kg d'Eq.CO<sub>2</sub> par acte. <sup>[36]</sup> L'étude à l'origine de ce pourcentage minime avait donc probablement sous-estimé la contribution mondiale des anesthésiques inhalés.

Aux Etats-Unis, les GH qui ne sont pas recyclés ou réutilisés coûtent près de 1 milliard de dollars. <sup>[45]</sup>

En 2012, la société américaine d'anesthésie (ASA) promouvait déjà des techniques visant à réduire leur impact écologique par la réduction des DGF et le choix éclairé de l'agent volatil. [46]

Pour l'ASA, utiliser un DGF minimal correspondant à la consommation d'O<sub>2</sub> du patient (VO<sub>2</sub>) c'est à dire 5ml/kg/min maximum (ce qui reviendrait à 0,35L/min à 100% de fraction inspirée en O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub>) pour un patient de 70kg), minimise les coûts et les rejets dans l'atmosphère. Afin de prévenir du risque de mélange hypoxique, les monitorages des FiO<sub>2</sub> et de la fraction expirée d'oxygène (FeO<sub>2</sub>), et un réglage des alarmes, seraient alors primordiaux dans ce type de pratique. Selon Feldman *et al.* [47], pour obtenir un DGF minimal lors de l'entretien anesthésique tout en assurant la sécurité du patient, il faut pouvoir fournir assez d'O<sub>2</sub> pour satisfaire la VO<sub>2</sub>, qui varie selon les temps anesthésiques et selon le patient. Il existe un rapport entre le poids et la consommation d'O<sub>2</sub> chez les mammifères qui estime la VO<sub>2</sub> entre 3 et 5 ml/kg/min, appelé « estimation de Brody ». Une règle plus simple consiste à utiliser 5 ml/kg/min comme estimation approximative de la VO<sub>2</sub>. Cette règle surestime la VO<sub>2</sub> par rapport à la formule de Brody et crée une marge de sécurité.

Une fois la concentration expirée du GH proche de la concentration inspirée et de la CAM souhaitée, l'absorption par les poumons est diminuée et le DGF peut être réduit.

Sur les respirateurs modernes, les fuites potentielles peuvent être ignorées car elles sont quantifiées par le circuit pendant un autotest, et sont compensées automatiquement par un supplément en DGF. Ainsi, pendant l'entretien de l'anesthésie, le DGF pourrait être limité à 1l/min maximum sauf chez les adultes ayant une VO<sub>2</sub> plus élevée, par exemple pendant la grossesse. Pour de nombreux patients, des débits encore plus faibles sont possibles. [48]

C'est ainsi que le C2DS propose qu'une attention particulière soit faite quant à l'utilisation des GH et promeut la construction de BO « N<sub>2</sub>O free ».

Actuellement, en raison de la nécessité médicale des GH en anesthésie, aucune réglementation préalable sur les émissions n'a été émise.

### **3. Constatation de nos pratiques**

Au BO du CHU AP, les principales filières de déchets étaient les DAOM dans des sacs noirs, les DASRI dans des sacs jaunes ou des fûts en plastique et la filière des cartons. En décembre 2016, lorsque nous avons démarré notre travail, nous avons constaté une différence importante entre les habitudes du personnel à la maison et sur leur lieu de travail vis à vis de leur démarche écologique.

D'ailleurs, près de deux ans après le début de notre projet, une enquête de Juillet 2018 du CHU AP avait montré que 97,5% des répondants réalisaient un tri des déchets chez eux, mais seulement 74,7% reproduisaient ces gestes dans leur vie professionnelle <sup>[50]</sup>.

Nous avons ainsi constaté l'absence d'action de DD au sein de notre service. Les personnes sensibilisées à cette problématique dans leur vie personnelle ne trouvaient pas de moyen d'appliquer des gestes durables dans leur vie professionnelle au BO, les filières de recyclage ou de valorisation des déchets étant absentes ou en tout cas peu exploitées.

De plus, les médecins n'étaient ni sensibilisés ni formés pendant leur cursus. Quant au personnel paramédical, il y avait peu de sessions de formation pour leur rappeler les règles de base concernant le tri des déchets DASRI et DAOM par exemple.

Nous avons ainsi constaté de nombreuses erreurs dans le tri des déchets au sein du BO : en effet la proportion de DASRI était trop importante. En 2016, l'équivalent de 7700 l par jour de DASRI sortait du BO contre l'équivalent de 9000 l de DAOM <sup>[49]</sup>, donnant un pourcentage de DASRI éloigné des objectifs nationaux qui était de 10%. <sup>[50]</sup>

Cet excès de DASRI provenant du BO trouvait ses origines dans le manque de formation du personnel et dans le grand nombre de sacs DASRI mis à disposition incitant aux erreurs.

D'ailleurs, un rapport d'un département d'anesthésie australien constatait en 2012 que l'une des barrières face au recyclage était un mauvais tri entre DASRI et DAOM. <sup>[51]</sup>

Concernant les déchets valorisables, et notamment les cartons, la filière existait mais n'était pas bien utilisée. En effet, seuls les gros cartons déballés en zone de « décartonnage » étaient recyclés. Les cartons de petite taille des salles du BO étaient jetés avec les DAOM.

Pour les papiers, les plastiques et les métaux, aucune filière n'existait au BO. Le recyclage du verre médical de type 3 était et reste inexistante à ce jour en France.

Enfin, concernant les piles et accumulateurs, la filière existait dans notre ES mais n'était pas mise en œuvre au BO. Pour les cartouches d'encre, toners et dispositifs électroniques (DEEE), la filière existait au BO mais n'était pas clairement affichée.

Dans les pays anglo-saxons, la part des déchets potentiellement recyclables pouvait atteindre 40% sur certaines séries. <sup>[14][52]</sup> Ainsi, nous avons un potentiel d'amélioration.

Concernant les GA, il n'existait pas de protocole local spécifique pour une utilisation raisonnée intégrant leur coût écologique. Par ailleurs, le personnel d'anesthésie n'avait jamais effectué de formation pour connaître leurs effets environnementaux. Les arguments pour leurs utilisations résidaient dans des habitudes personnelles et des données de la littérature, sans recommandations strictes des sociétés savantes.

Nous nous sommes alors posés la question du DD au BO : est-il possible de continuer à prodiguer des soins en prenant en compte la sécurité du patient, l'économie et l'efficacité thérapeutique, tout en ayant le plus faible impact environnemental possible ?

Selon McGain *et al.* le personnel d'anesthésie tient un rôle de leader sur le sujet de l'écologie au BO <sup>[53]</sup> et à partir de ces constats, nous avons décidé de créer un groupe de réflexion sur l'éco-responsabilité au BO, pour analyser les dysfonctionnements et améliorer nos pratiques notamment sur la gestion des déchets et des GA.

#### 4. Evaluation des pratiques professionnelles (EPP)

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), « les démarches d'EPP trouvent leur source dans le constat d'une hétérogénéité des pratiques avec un écart défavorable entre l'état du savoir médical et la réalité des pratiques ». L'EPP peut être définie comme « la conduite d'une action explicite d'amélioration par rapport à une pratique cible définie au regard des données de la littérature ». <sup>[54] [55]</sup>

Pour répondre à notre problématique, nous avons appliqué les règles d'une EPP au domaine l'éco-responsabilité sur les thèmes du tri des déchets et de l'utilisation médicale des GA.

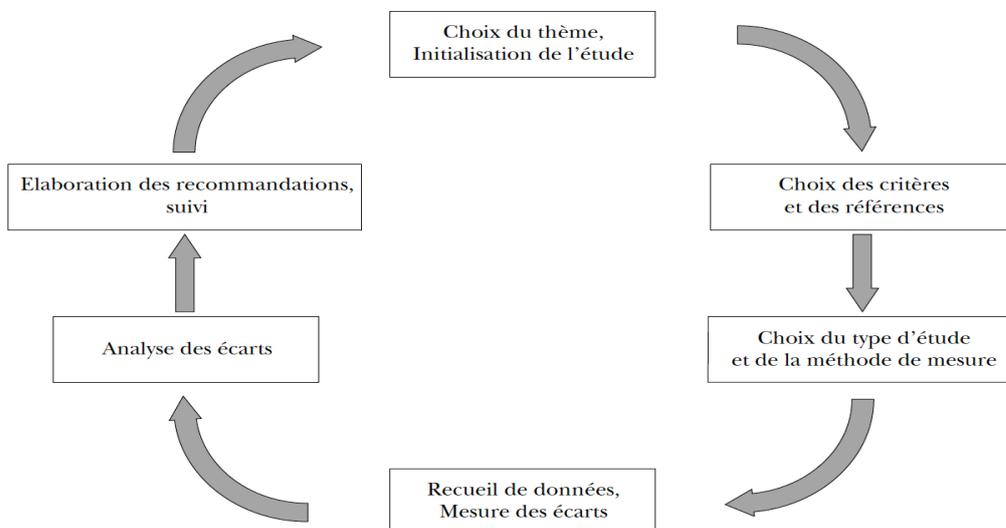


Figure 2 : La boucle de l'EPP d'après Moty *et al.* <sup>[55]</sup>

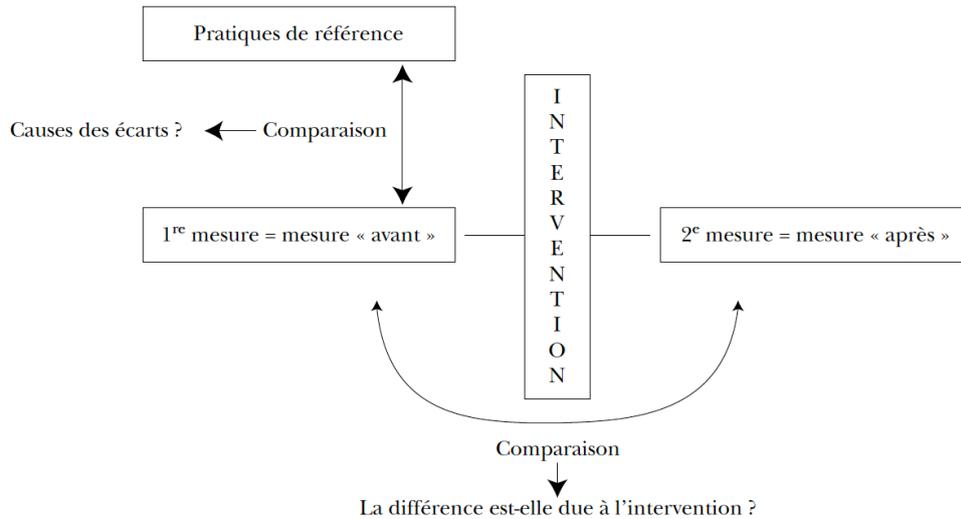


Figure 3 : Analyse des écarts dans les études avant/après d'après Moty *et al.* [55]

## 5. Objectifs

Notre objectif principal était d'évaluer l'impact d'une formation initiale du personnel du BO sur les effets environnementaux de certaines de nos activités par la mesure de bénéfices écologiques et économiques. Celle-ci passait par une gestion plus éco-responsable des déchets et des GA.

## MATERIELS ET METHODES

### 1. Type d'étude

Notre étude était médico-environnementale et économique, prospective et interventionnelle. Elle était mono-centrique, au module 1 du BO du CHU AP et la durée totale de l'étude s'est étendue sur 2 ans entre les mois de Février 2017 et Février 2019.

Cette EPP était de type quantitative, basée sur un schéma « avant/après », et a été réalisée par les investigateurs de l'étude : un médecin anesthésiste-réanimateur (MAR) et un interne d'anesthésie-réanimation (IAR).

Nous avons d'abord observé les pratiques professionnelles selon les habitudes de service et les réglementations en cours, puis nous avons suivi l'évolution de ces pratiques après avoir formé le personnel de BO sur deux thèmes : la gestion des déchets du BO et la gestion des GA.

Le schéma d'étude était linéaire comprenant plusieurs étapes s'appliquant en parallèle sur les deux thèmes : un audit des pratiques avant intervention en simple aveugle (les intervenants étant les investigateurs de l'étude), un questionnaire testant la faisabilité d'une formation, une formation suivi d'application de nouveaux protocoles et enfin un audit des pratiques après intervention en simple aveugle.

### 1.1. Critères de jugement

Concernant la gestion des déchets, le critère de jugement principal (CJP) reposait sur une diminution du poids des DASRI et les critères de jugement secondaire (CJS) s'appuyaient sur l'observation de gains économiques et écologiques. Concernant la gestion des gaz d'anesthésie, le CJP était une réduction de la quantité de GH utilisés en anesthésie, et les CJS portaient sur la diminution des DGF lors de l'entretien d'une anesthésie inhalée, une diminution des quantités de GH commandées par la pharmacie hospitalière, et des avantages économiques et écologiques.

### 1.2. Critères d'inclusion

Le module 1 du BO comptait 10 salles d'interventions dont 2 dédiées aux chirurgies urgentes, et 8 dédiées aux interventions programmées (2 à la chirurgie viscérale, 2 à la chirurgie urologique, 2 à la chirurgie gynécologique et 2 à la chirurgie pédiatrique). Notre recherche concernait 4 salles d'interventions programmées de ce module, une par spécialité (pédiatrie, urologie, gynécologie et viscérale). Les périodes de mesures s'étendaient sur les heures et les jours ouvrables du BO et sur deux semaines.

Pour la constitution de notre échantillon, nous estimions que les salles étudiées étaient représentatives des activités du BO et la collecte des données a été pratiquée en fonction de l'activité du BO.

### 1.3. Critères de non inclusion

Nous avons choisi de ne pas inclure les interventions en urgence et celles en dehors des heures ouvrables. Pour l'axe concernant les déchets, il n'a pas été inclus les interventions avec déchets à risques cytotoxiques telles une Chimiothérapie Hyperthermique Intra-Péritonéale (CHIP) et les interventions dont les patients étaient porteurs de BHRe (Bactéries Hautement Résistantes émergentes) pour des raisons de sécurité et d'hygiène. Pour l'axe concernant les GA, les interventions sous Anesthésie Loco-Régionale (ALR) seule et sous anesthésie intraveineuse seule n'ont pas été incluses.

Notre méthode d'évaluation était quantitative par la mesure du poids des déchets concernant la première partie, et par le recueil de données chiffrées des respirateurs d'anesthésie pour la seconde partie. Ces variables correspondaient aux critères sélectionnés pour analyser les pratiques et mesurer les écarts entre les pratiques observées avant et après. Les données ont été exprimées sous forme de nombre ou de pourcentage. Notre étude respectait les aspects éthiques et réglementaires en vigueur.

## 2. Chronologie

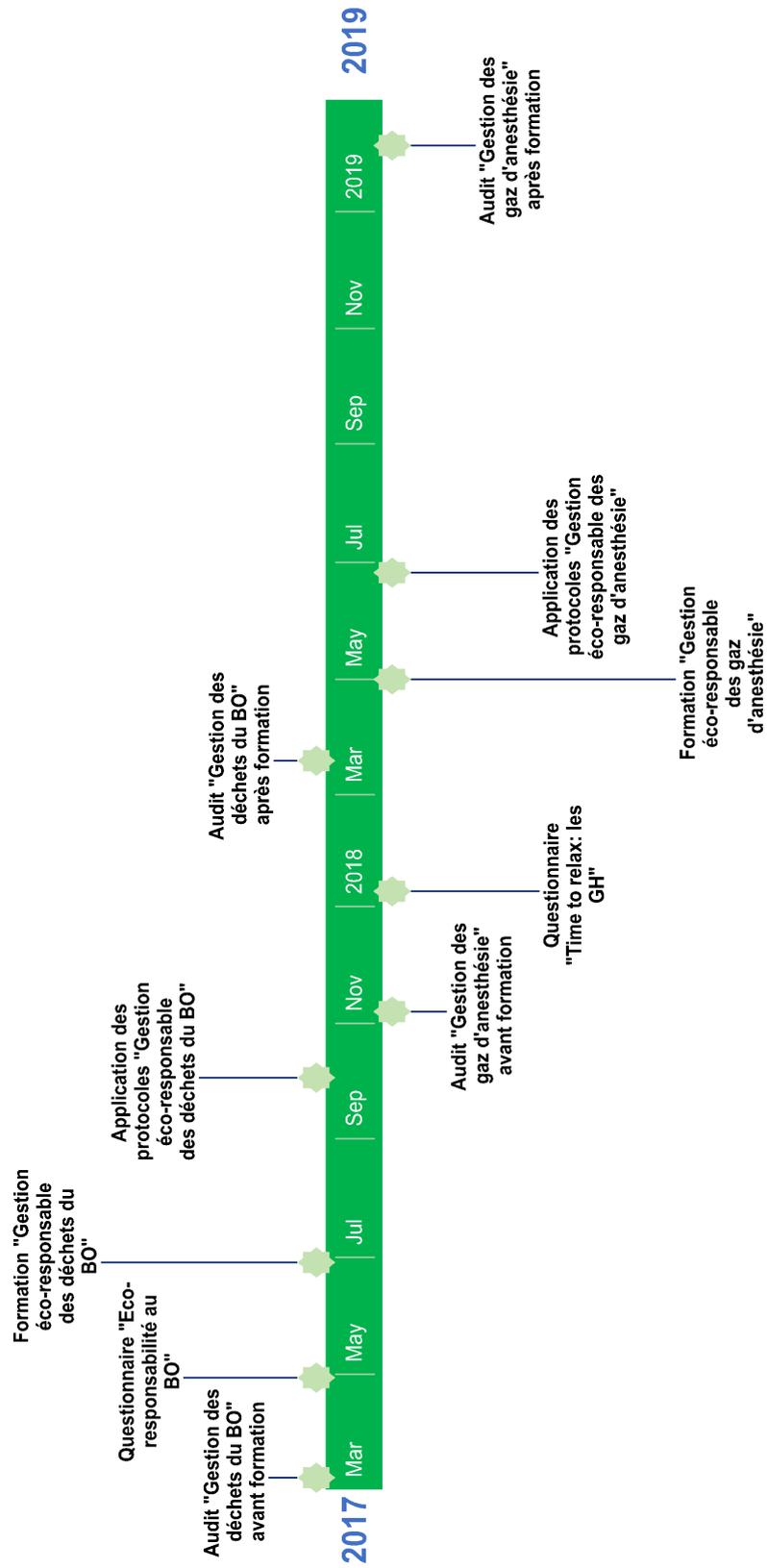


Figure 4: Chronologie de l'étude

### **3. Audits avant intervention.** <sup>[56]</sup>

Notre thème était celui de l'éco-responsabilité au BO étendu selon 2 axes : la gestion des déchets du BO et la gestion des GA. Les deux audits avant formation nous ont permis de repérer les dysfonctionnements à propos de ces 2 axes sur lesquels nous pouvions appliquer des mesures correctives.

Par analyse de la littérature, et en se référant à des réglementations et des recommandations, nous avons rédigé des protocoles validés par différentes cellules de l'hôpital en rapport avec l'hygiène hospitalière, le circuit des déchets hospitaliers, l'administration du BO et les responsables médicaux du service.

Pour apprécier la période de recueil, nous avons choisi les jours de semaine ouvrables sur deux semaines après avoir lu des études similaires réalisées sur ce thème. <sup>[9] [15] [57]</sup>

Les audits et les formations ont été pratiqués par les investigateurs de l'étude.

Pour plus de clarté, nous avons nommé les audits comme suit :

Pour la gestion des déchets :

- Audit avant formation = Audit 1
- Audit après formation = Audit 2

Pour la gestion des GA:

- Audit avant formation = Audit 3
- Audit après formation = Audit 4

#### 3.1. Audit 1

Il a permis un état des lieux concernant l'organisation de l'élimination des déchets du BO avant la mise en place de nos actions. Son but était d'objectiver notre façon de trier les déchets du BO, les quantités de déchets produits, et si une partie était valorisable.

Les sacs DASRI et DAOM étaient identifiés par une étiquette avec le numéro indiquant la salle de provenance puis étaient acheminés dans une salle de triage dédiée dans le module 1.

Seuls les ASH, les membres du groupe d'éco-responsabilité et les cadres de santé validant ce travail connaissaient nos actions.

La manipulation des déchets s'effectuait seulement dans ce lieu et selon une fiche de règles d'hygiène, avec des gants et sur-gants, une blouse de protection, des sur-chaussures et un masque. Le sol de la salle était protégé par un drap et le lavage des mains était obligatoire avant et après chaque manipulation. Deux balances électroniques (Smart Weigh ACE200™) identiques étaient utilisées pour la pesée des sacs de déchets.

Avec l'aide de l'ADEME, nous avons conçu une grille d'évaluation en s'inspirant d'actions similaires (CHU de Rennes et ES Gustave Roussy). En adéquation avec l'article 1335-1 du Code de Santé Publique, les nouveaux protocoles de répartition des déchets en DAOM, DASRI et matériaux valorisables avaient été validés en amont par les cellules qualité et hygiène afin de respecter les textes règlementaires.

La grille d'évaluation était divisée en 3 parties : DAOM, DASRI et matières valorisables.

Nous avons recueilli les poids journaliers des DAOM et des DASRI par spécialité. Cela correspondait donc à 40 observations pour chaque type de déchets (poids par salle et par jour sur 10 jours et 4 spécialités).

Les sacs étaient pesés une première fois. Nous avons ensuite ouvert chaque sac et trié les déchets. Après nouvelle répartition, nous réalisons une seconde pesée. Pour la catégorie des matières valorisables, nous pesions les métaux à UU, le verre, les cartons et les plastiques.

Pour les plastiques, nous nous basions sur le système à 7 codes. En théorie, la plupart des plastiques était recyclable mais n'étaient réellement recyclés en France que les n° 1 et 2 (PETE et HDPE) pour des raisons de coût. <sup>[58]</sup> Dans notre ES, une filière de recyclage des plastiques n'existait pas et il n'y avait également pas de filière de recyclage du verre médical en France. Nous avons calculé un pourcentage de déchets valorisables avec et sans ces 2 types de matières, non recyclés dans notre centre mais valorisables en théorie.

### 3.2. Audit 3

Grâce à un logiciel de recueil des données installé par la société Dräger™ (Option « Exportation du journal » licence n° 5) et l'utilisation de clés de stockage USB (Integral™ 8 GB) nous avons enregistré les paramètres de ventilation mécanique des respirateurs Perseus™. Il y avait 4 clés de stockage USB, une pour chaque salle étudiée.

Le recueil des données était effectué en fin de journée, une fois les salles fermées administrativement afin de ne pas gêner le bon déroulement du service. Il consistait en la sauvegarde du journal de bord quotidien de chaque respirateur via une interface de récupération des paramètres.

Ce journal de bord contenait plusieurs types de données pour chaque intervention et nous avons exploité les suivantes : la durée du cas (minutes), les consommations de chaque GH (millilitres ou ml), de N<sub>2</sub>O (litres ou l) et d' O<sub>2</sub> (l), les durées pour chaque DGF appliqué (minutes) et la fraction inspiratoire minimum en O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub> min en pourcentage). D'autres informations ne concernaient pas notre recherche et n'ont pas été exploitées.

A partir des DGF relevés et leur durée, une intégrale a été calculée pour obtenir le DGF moyen pour chaque intervention. La durée moyenne d'intervention globale (sur l'ensemble des cas audités) et le temps moyen d'utilisation des GH global ont été calculés.

En chirurgie infantile, seul le sévoflurane était utilisé car le desflurane n'était pas recommandé augmentant le risque de bronchospasme chez l'enfant.

#### **4. Questionnaires**

Grâce au site en ligne Survey Monkey™, nous avons édité 2 questionnaires concernant chaque axe de notre recherche. Un lien, envoyé par mail aux participants, leur permettait d'accéder aux questionnaires en ligne, et les répondants ne pouvaient y répondre qu'une seule fois. Nous avons utilisé des questions fermées avec un nombre de réponses pair afin d'éviter à la personne interrogée d'exprimer sa neutralité par rapport à la proposition.

Les questions étaient soumises à des blocs logiques, regroupés par thème, afin d'améliorer la compréhension globale de l'enquête. Certains blocs de questions avaient une distribution aléatoire afin de ne pas influencer sur le reste des questions. Enfin, un bloc de deux questions bénéficiait de propositions ouvertes. Les réponses ont été recueillies et analysées par le site en ligne Survey Monkey™. Via ce site, nous avons obtenu des résultats imagés et des graphiques avec des échelles en pourcentages ou en chiffres absolus.

##### **4.1. « Eco-responsabilité au bloc opératoire »**

Le questionnaire préliminaire concernait particulièrement la gestion des déchets. Il était intitulé « Eco-responsabilité au BO » et interrogeait les participants sur leur vision du DD dans leur vie personnelle et sur leur lieu de travail.

Il comprenait 5 questions démographiques, 2 questions sur les pratiques personnelles en terme d'écologie, 6 questions sur leurs pratiques éco-responsables au BO, 2 questions sur l'intérêt d'une formation et enfin 2 questions ouvertes sur les actions éco-responsables possibles à appliquer dans le service (cf. Annexe I).

##### **4.2. « Time to relax : les gaz halogénés »**

Le questionnaire concernant la gestion des GA s'intitulait «Time to relax : les gaz halogénés » et comprenait 20 questions : 6 étaient démographiques, 6 concernaient les habitudes de consommation des gaz d'anesthésie, 7 interrogeaient sur leurs coûts et leurs impacts environnementaux et 1 question portait sur l'intérêt d'une séance d'information (cf. Annexe II).

## 5. Formations

### 5.1. Pour une gestion éco-responsable des déchets

Pendant les mois de mai, juin et septembre 2017, nous avons organisé des sessions d'information de 15 minutes dans une salle de repos du module 1. Les séances se sont déroulées sur 10 jours et de manière volontaire. Une feuille d'émargement était présente.

Au total nous avons formé 58 professionnels du module 1 sur un effectif approximatif de 151 [4/7 brancardiers, 0/1 agent d'accueil, 5/9 agents de service hospitalier (ASH), 20/42 infirmiers de BO diplômés d'état (IBODE), 15/24 infirmiers anesthésistes diplômés d'état (IADE), 1/39 chirurgiens, 5/19 MAR, 8/10 IAR].

Grâce à un document PowerPoint™, nous avons présenté les résultats du questionnaire, ceux de l'audit 1, et les protocoles : recyclage des métaux à UU, gestion du verre médical, amélioration du tri sélectif des cartons, nouvelle disposition des sacs de déchets (cf. Annexe III). Cet exposé comprenait 21 diapositives avec des photos illustrant les dysfonctionnements. Nous redéfinissions le rôle de chaque soignant dans la mise en place de ces actions, le nouveau conditionnement des déchets et leur lieu d'acheminement. Nous avons expliqué notre rôle dans le processus de valorisation du métal en soulignant le partenariat avec l'entreprise de recyclage. Enfin, nous avons laissé à disposition des participants des supports papiers donnant les informations principales de notre support informatisé, afin qu'elles puissent être lues et comprises par tous (cf. Annexe IV).

### 5.2. Pour une gestion éco-responsable des gaz d'anesthésie

Les séances d'information se sont adressées aux élèves IADE et aux IAR du CHU AP lors des sessions de cours des mois de mai et juin 2018. Nous l'avons aussi présenté aux IADE lors de 3 réunions dans une salle du département d'anesthésie-réanimation du CHU AP en juin 2018. Nous n'avons pas présenté oralement notre projet aux MAR par manque de moyen pour les rassembler sur un lieu et un temps unique.

Une feuille d'émargement avait été distribuée lors des différentes séances de formations.

Nous avons formé 29 IADE du BO du CHU AP dont 18 IADE du module 1, 35 élèves IADE, dont la totalité des 20 élèves de 1<sup>ère</sup> année et 15 des 19 élèves de 2<sup>ème</sup> année, et approximativement 35 IAR sur un effectif de 60 toutes promotions confondues.

La présentation intitulée « Utilisation éco-responsable des gaz d'anesthésie » comprenait 102 diapositives. Elle exposait les résultats du questionnaire et donnait les réponses sur les conséquences écologiques de leurs pratiques de l'anesthésie inhalée et ses coûts, en

s'appuyant sur les données de la littérature et des articles scientifiques. Nous exposons les résultats de l'audit 3 en comparant aux autres études.

Enfin nous proposons des solutions pour adopter une attitude éco-responsable : diminution de l'utilisation du desflurane (limitée aux longues interventions chez le patient obèse), diminution des DGF en prévenant le risque de mélange hypoxique par le calcul de la  $VO_2$  du patient pour lui en assurer les besoins métaboliques, réglage des alarmes afin d'assurer la sécurité du patient, arrêt d'utilisation du  $N_2O$ .

Nous soulignons le fait de pouvoir modifier la profondeur d'anesthésie en modifiant le curseur de l'évaporateur du gaz choisi, c'est à dire en faisant varier la fraction inspirée en GH plutôt qu'en augmentant le DGF. <sup>[47]</sup> Pour une gestion anticipée du réveil, nous proposons une fermeture précoce de l'évaporateur et une ouverture du circuit en fin d'intervention.

Enfin, nous avons insisté sur l'absence de recommandation incitant à utiliser le  $N_2O$ , dont l'impact environnemental défavorable pesait plus que son bénéfice médical. Il était moins utile en anesthésie par le développement de l'anesthésie intraveineuse, l'ALR, et la recherche d'une réduction des nausées et vomissements post-opératoires dont il est pourvoyeur. <sup>[59]</sup>

## **6. Application des protocoles**

Les protocoles de gestion éco-responsable des déchets ont été appliqués à partir du 2 octobre 2017 au module 1 puis à l'ensemble du BO à partir du 8 janvier 2018.

Des pancartes, rappelant les objectifs du projet, étaient affichées à l'entrée de chaque salle de bloc. Il y avait une fiche rappelant la définition d'un DAOM et ses exemples, ainsi qu'une fiche sur les DASRI et les exemples correspondants. Ces deux affiches soulignaient que chaque soignant était le seul à apprécier le statut du déchet en fonction du type et de la quantité de la souillure et surtout en fonction du statut infectieux du patient devant être connu par le personnel soignant.

Enfin, nous avons affichés une troisième pancarte résumant les différents protocoles mis en place (cf. Annexe V). Il n'y a pas eu de séparation des matières plastiques.

Concernant les protocoles de gestion des GA, nous avons placé deux fiches d'information au sein des salles de BO du module 1 à partir de mai 2018. Celles-ci étaient à proximité des respirateurs ou des chariots d'anesthésie et s'adressaient aux professionnels de l'anesthésie.

Une première fiche d'information résumait quelques réponses aux questionnaires.

La seconde informait sur les effets néfastes des GH, leurs utilisations médicales, et quelques conclusions de l'audit 3. Elle résumait les bénéfices écologiques et économiques d'une réduction d'usage du desflurane, du  $N_2O$  et d'une diminution du DGF (cf. Annexe VI et VII).

## **7. Audits après intervention**

### 7.1. Audit 2

L'audit sur la gestion des déchets après intervention a été également pratiqué en simple aveugle. Seuls les ASH qui identifiaient les sacs de déchets, les membres de notre groupe d'éco-responsabilité et les cadres de santé connaissaient nos actions. Il s'est déroulé dans le même lieu et selon les mêmes pratiques. Les mêmes balances électroniques ont été utilisées pour la pesée.

Nous avons recueilli les poids journaliers des DAOM, des DASRI et des déchets recyclables par spécialité. Cela correspondait donc à 40 observations pour chaque type de déchets (poids par spécialité par jour sur 10 jours et 4 spécialités).

Faute de filière existante, le verre médical et les plastiques ont été comptabilisés dans le poids des DAOM. Nous avons enregistré les données chiffrées sur des grilles d'audit simplifiées. Grâce aux chiffres collectés auprès du pôle logistique du CHU AP, nous avons également souligné l'évolution du tonnage des DASRI sur les années 2017 et 2018.

### 7.2. Audit 4

Pour l'audit sur la gestion des GA après intervention, nous avons recueilli et analysé les paramètres identiquement à l'audit 3. Nous avons sauvegardé et exploité le journal de bord quotidien de chaque respirateur Perseus™ des salles étudiées avec la même méthode. Grâce aux données collectées auprès de la pharmacie du CHU AP, nous avons étudié l'évolution des consommations pharmaceutiques des GH sur les années 2017 et 2018.

## **8. Considérations économiques et écologiques**

### 8.1. Concernant la gestion des déchets

En se référant aux prix de rachats par les sociétés en partenariat avec le CHU AP (70€ la tonne de DAOM et 350€ la tonne de DASRI), nous avons calculé les économies réalisées à l'échelle de nos audits, et à l'échelle du CHU AP.

L'incinération des DASRI produisait 880kg de CO<sub>2</sub> par tonne incinérée et 60g de N<sub>2</sub>O par tonne incinérée. Avec l'ajout des conséquences liées au transport et au fonctionnement de ces filières, le facteur d'émission était de 932 kgCO<sub>2</sub>Eq/t. <sup>[60]</sup> Nous avons utilisé ce facteur pour convertir nos résultats en gains écologiques. Selon la littérature, une tonne Eq-CO<sub>2</sub> correspondait à 1 aller-retour Paris/New-York en avion pour une personne. Nous avons utilisé cette mesure pour illustrer nos résultats. <sup>[61][62]</sup>

## 8.2. Concernant la gestion des GA

Selon la pharmacie, un flacon de sévoflurane de 250mL coûtait 73€ et un flacon de 240mL de desflurane coûtait 79,72€ pendant la période considérée. Nous avons converti les consommations (ml) en nombre de flacons pour calculer l'économie réalisée par type de GH et de façon globale. Les économies réalisées ont été calculées selon nos audits, à l'échelle du module 1 et pour l'ensemble du BO grâce aux chiffres des commandes mensuelles des GH.

L'Equivalent Carbone sur 20 ans (CDE20), calculé grâce au PRG à 20 ans des GH utilisés, a été calculé à partir des quantités de GH consommés lors des audits, sur les années 2017 et 2018 au module 1 et sur l'ensemble du BO du CHU AP. Le PRG à 20 ans est une mesure fréquemment utilisée dans la communauté scientifique. <sup>[42]</sup>

Pour nos audits, la formule utilisée était :  $CDE20 (g/h) = anes(g/h) \times anesPRG20$  <sup>[42]</sup>.

Avec,  $anes(g/h) = [anes(L/h) / 24(L/mol)] \times M$  et  $anes(L/h)$  était la consommation du GH par heure.

Pour les consommations annuelles de la pharmacie, la formule utilisée était : <sup>[63]</sup>

$CDE20 (g/an) = anes(g/an) \times anesPRG20$

Avec,  $anes (g/an) = [(anes(L/an) / 24(L/mol))] \times M$  et  $anes(L/an)$  était la consommation du GH par an.

Cette formule applicable pour une année n'a pas pu être utilisée pour un seul semestre.

Pour les 2 formules,  $anesPRG20$  était le PRG à 20 ans pour le GH concerné et  $M$  était la masse moléculaire en g/mol (168 pour le desflurane et 200 pour le sévoflurane). <sup>[42]</sup>

Selon la littérature, le PRG20 du sévoflurane était de 440 et le PRG20 du desflurane était de 6810. <sup>[40]</sup> Les consommations en GH ont ensuite été illustrées par l'équivalent kilométrique d'un véhicule particulier français (diesel ou essence) aux normes UE dont les émissions de CO<sub>2</sub> étaient de 111g/km et 1766 kg/an en 2017. <sup>[64]</sup>

Le parcours annuel moyen en France métropolitaine en 2017 était de 13184 km pour ce type de véhicule. <sup>[65]</sup>

## 9. Statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel MedCalc Statistical Software™ version 11.11.3 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium).

Les variables continues ont été exprimées en moyenne +/- écart type ou en médiane (25-75<sup>ème</sup> percentile) selon la distribution normale ou non des valeurs mesurées. Les variables quantitatives étaient exprimées en nombres absolus (la proportion en pourcentage).

La normalité de la distribution des variables a été testée par le test d'Agostino-Pearson. La comparaison des deux groupes a été effectuée à l'aide d'un test *t* de Student ou d'un test de Mann et Whitney pour les variables quantitatives continues selon le test adapté.

Les analyses ont été effectuées avec un risque de première espèce  $\alpha$  à 5%. Le seuil de significativité retenu est  $p < 0,05$ .

Aussi, nous avons extrapolé les résultats de chaque audit au nombre moyen d'intervention annuel. Nous avons également collecté des données auprès du CHU AP et calculé des taux d'évolution (en pourcentage). Ils concernaient les poids des déchets de nos audits, de l'ensemble du BO du CHU AP et des commandes de boîtes d'objets piquants, coupants, tranchants (OPCT) du module 1 du BO, cela sur l'année précédant l'application de nos protocoles puis sur l'année suivante. Pour les GH, les taux d'évolution portaient sur les nombres de flacons de GH commandés auprès de la pharmacie du CHU AP entre le 1<sup>er</sup> semestre 2018 et le 2<sup>nd</sup> semestre 2018 car la formation sur les GH s'était effectuée aux mois de mai et juin 2018.

## **RESULTATS**

### **1. Effectifs sur la période**

Sur les périodes étudiées, le nombre d'interventions est resté stable.

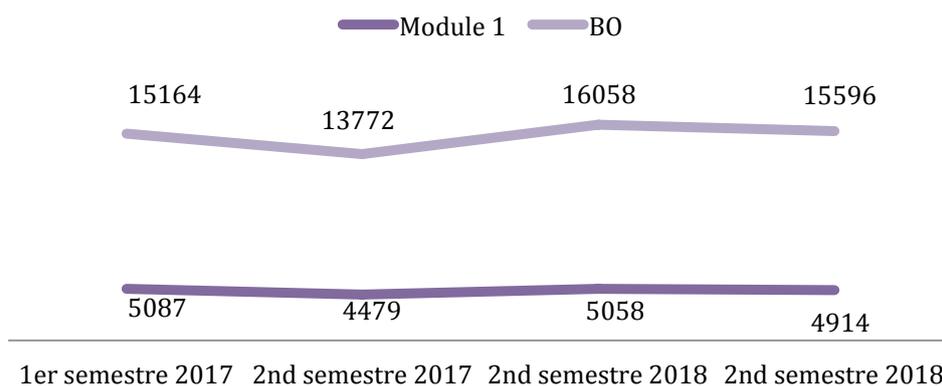


Figure 5: Nombre d'interventions sur les années 2017 et 2018 au **module 1** et au **BO**.

### **2. Gestion des déchets**

#### **2.1. Audit 1 et amélioration prévisionnelle**

Nous avons étudié 116 des 131 interventions programmées du 23 mars 2017 au 7 avril 2017, correspondant à un taux de 88,5% d'interventions étudiées.

	<b>Avant formation</b>
<b>Nombre de cas sur la période</b>	131
<b>Nombre de cas inclus</b>	116
<b>Nombre de perdus de vue</b>	15
<b>Poids des déchets pesés (en kg)</b>	597,56
<b>DAOM totaux (kg)</b>	212,86
<b>DASRI totaux (kg)</b>	384,7
<b>Déchets recyclables (kg)</b>	0

Tableau 1 : Résultats du premier audit sur la gestion des déchets

Les perdus de vue (15 cas correspondant à 11,5% des interventions) étaient dus à des fins de programmes tardives empêchant l'exercice sur ces interventions. Nous n'avions pas pris en compte les fûts et boîtes d'OPCT car le risque d'accident d'exposition au sang était élevé.

Après redistribution selon la nouvelle grille de tri, nous avons retrouvé 0,97kg de DASRI et 42 kg de déchets potentiellement recyclables parmi les 212kg de DAOM. Parmi les 384kg de DASRI, nous avons retrouvé 216,5 kg de DAOM et 8,5 kg de déchets potentiellement recyclables. Au total on retrouvait 8,5% de déchets valorisables potentiels, mais lorsqu'on retirait les matières plastiques et le verre médical, qui ne sont pas recyclés au CHU AP, 30,95 kg soit 5,2% de matières valorisables (métaux et cartons) étaient retrouvés. Une quantité non négligeable de matériels neufs ou en tout cas non utilisés a été retrouvée (gants et blouse stériles, flacon d'eau stérile).

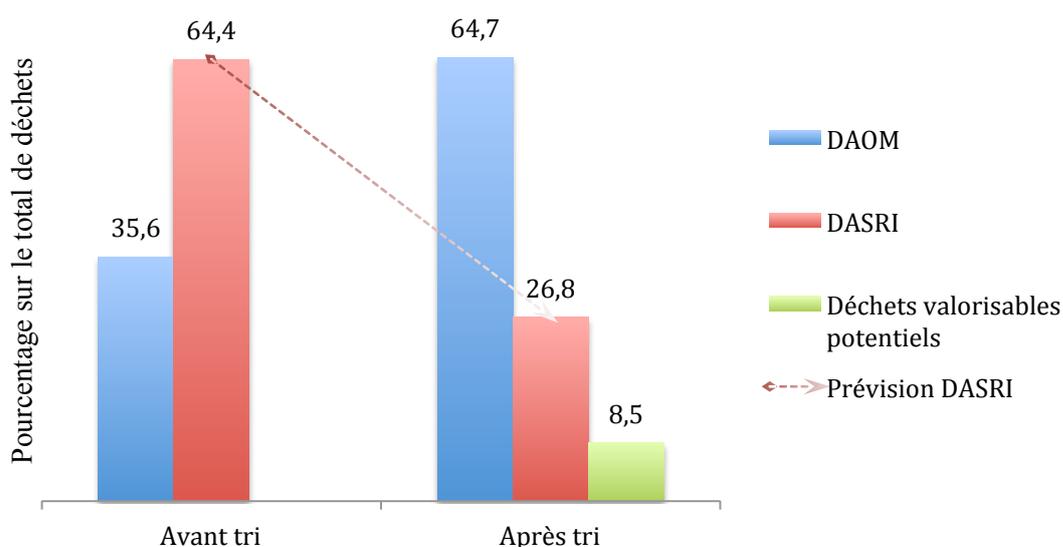


Figure 6 : Evolution prévisionnelle selon le premier audit.

## 2.2. Questionnaire

Il a été envoyé au personnel de BO du module 1 du CHU AP du 2 avril 2017 au 2 juin 2017. Il y a eu 241 mails envoyés contenant le lien d'accès au questionnaire en ligne (59 IAR, 73 MAR, 44 chirurgiens, 26 IADE, 25 IBODE, 1 cadre de santé, 13 ASH et brancardiers). Nous avons recueilli 158 réponses, soit un taux de réponse de 65,5%.

Un score moyen de 9/10 était donné au souhait de recevoir une information. Un score de 8/10 était donné à l'importance de la mise en place d'actions éco-responsables au BO.

Près de 80% des individus se sentaient régulièrement ou quotidiennement concernés par les questions environnementales cependant 70% n'avaient jamais ou qu'occasionnellement mis en place des actions éco-responsables au sein du BO, par défaut d'information ou de moyen pour plus de 50% des individus. 90% des interrogés ne connaissaient pas du tout ou que partiellement les conséquences environnementales des activités d'un BO.

## 2.3. Audit 2

### 2.3.1. Résultats principaux

Du 12 mars au 26 mars 2018 nous avons évalué 104 des 120 interventions programmées soit un taux de 87% d'interventions étudiées.

Il y a eu une diminution de 60,5% de la quantité de DASRI.

	<b>Avant</b>	<b>Après</b>
<b>Nombre de cas sur la période</b>	131	120
<b>Nombre de cas inclus</b>	116	104
<b>Poids des déchets pesés (kg)</b>	597,56	595,35
<b>DAOM totaux (kg)</b>	212,86	419,6
<b>DASRI totaux (kg)</b>	384,7	151,75
<b>Déchets recyclables (kg)</b>	0	24

Tableau 2 : Résultats comparatifs « avant/après » intervention sur la gestion des déchets

Nous avons pesé 7,8kg de métaux, 16,2 kg de cartons ou assimilés. Les 9,9kg de verre médical et les plastiques n'ont pas été comptabilisés dans le poids des déchets valorisables. Ils étaient inclus dans le poids des DAOM.

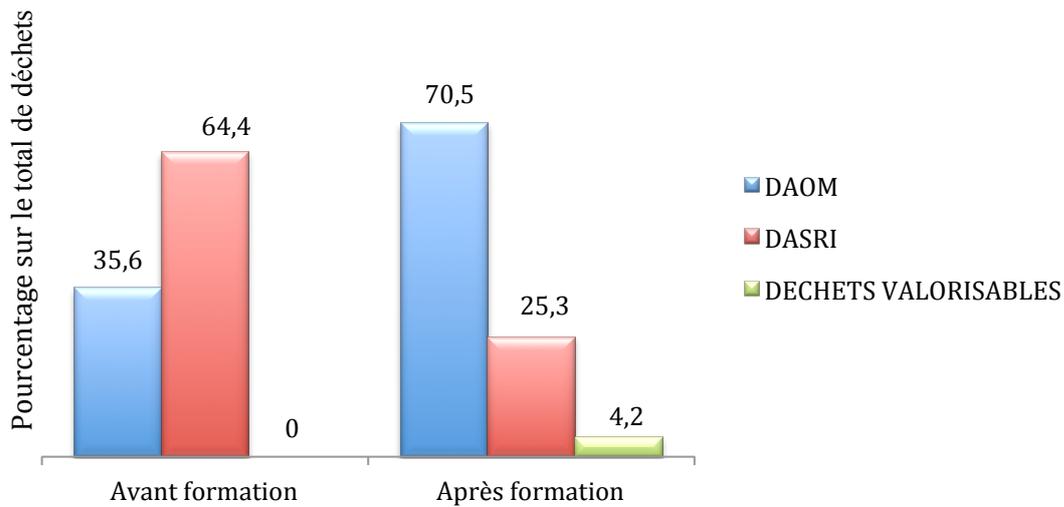


Figure 7 : Evolution de la gestion des déchets avant et après intervention

Les résultats étaient statistiquement significatifs.

Il n'y avait pas assez d'effectif pour utiliser des tests paramétriques.

	Avant (n=40)	Après(n=40)	p*
<b>DAOM</b> (kg)	5,0 (3,0 – 6,8)	10,8 (6,7 – 12,4)	<0,0001*
<b>DASRI</b> (kg)	9,8 (7,4 – 11,5)	3,8 (1,1 – 6)	<0,0001*

Tableau 3 : Médiane du poids journalier par spécialité des DAOM et DASRI. Comparaison Avant/Après (Les données sont exprimés en médiane +/- percentiles.)

### 2.3.2. Bénéfices financiers et écologiques

Concernant nos audits, le coût d'élimination des déchets s'élevait à 149,5€ en 2017 et à 82,4€ en 2018. Il y a donc eu une économie de 67,1€ sur une moyenne de 110 interventions. Par extrapolation au nombre moyen annuel d'intervention, l'économie s'élevait à 18 358€ sur l'ensemble du BO.

A l'échelle de notre étude, nous avons réalisé une économie de 217 kgCO<sub>2</sub>Eq sur la réduction des DASRI. A l'échelle du module 1, par extrapolation sur le nombre d'intervention annuel moyen, nous pouvons économiser 19,2 tCO<sub>2</sub>Eq. A l'échelle du BO, le gain écologique pouvait s'élever à 59,7 tCO<sub>2</sub>Eq par extrapolation, correspondant à près de 60 aller-retour Paris/New-York en avion pour une personne.

### 2.3.3 Selon les chiffres du CHU

Il y a eu une diminution de 67,37t de DASRI entre septembre 2017 et septembre 2018, avec une augmentation de 66t de DAOM et valorisables.

La différence de 1,4t pouvait être due aux poids des métaux que nous avons recyclés.

Sur le plan économique, cela correspondait à une économie 18 960€. Les gains écologiques étaient de 62,8 tCO<sub>2</sub>Eq correspondant à près de 60 aller-retour Paris/New-York en avion pour une personne. Ces chiffres étaient similaires aux estimations faites par extrapolation.

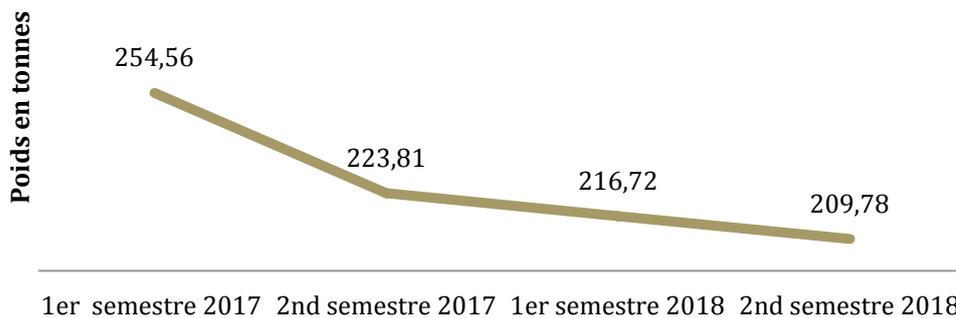


Figure 8: Evolution du tonnage des DASRI à l'échelle du CHU en 2017 et 2018

Nous avons diminué les consommations des 3 types de boîtes d'OPCT du module 1 du BO.

Concernant l'année 2017, il avait été commandé 229 collecteurs de 0.8L (135.72€), 210 collecteurs de 2L (172.90€) et 192 collecteurs de 5L (361.10€)

Concernant l'année 2018, il avait été commandé 110 collecteurs de 0.8L (63.58€), 100 collecteurs de 2L (81,30€) et 139 collecteurs de 5L (258.54€).

Il y a eu une réduction de 51,97% des contenants de 0,8L et 52,38% des contenants de 2L. Les commandes de contenants de 5L ont diminué de 27,6%. Nous avons donc économisé 266,3 euros sur une année sur le seul module 1.

## 3. Gestion des gaz d'anesthésie

### 3.1. Questionnaire

Les mails contenant le lien d'accès au questionnaire en ligne ont été envoyés entre le 18 décembre 2017 et le 14 février 2018. A Amiens, 169 mails ont été envoyés (61 IADE, 53 MAR et 55 IAR). Le taux de réponse était de 63%.

Le score moyen accordé à l'importance de bénéficier d'une session d'information était de 9/10. 85,71% répondaient que le sévoflurane était le gaz qu'ils utilisaient le plus souvent,

avec pour arguments, une facilité d'utilisation (60%), des habitudes personnelles (49%) ou des recommandations de bonne pratique (48%).

23,3% utilisaient le plus souvent le desflurane. Les raisons évoquées pour son utilisation étaient un terrain d'obésité ou une insuffisance rénale.

88% savaient que les GA étaient des GES. Pour 56%, le gaz le plus néfaste pour l'environnement était le N<sub>2</sub>O, le desflurane se situant en 3<sup>ème</sup> position après l'isoflurane. La moyenne du poids accordé à l'effet polluant du GA dans la balance bénéfice/risque pour son utilisation était de 5 sur 10, et 56,61% des participants changeaient leur habitude d'utilisation des GA sur le seul argument écologique. Concernant le N<sub>2</sub>O, 22% l'utilisaient encore, notamment en co-induction anesthésique, pour la pose de perfusion en pédiatrie, en pré-hospitalier, ou encore pour un effet de potentialisation d'anesthésie.

Concernant le DGF, 74% des individus l'utilisaient entre 0,9 et 1,5 l/min. Les arguments pour le régler étaient d'ordre économique ou par habitudes personnelles.

Lorsqu'on comparait les médecins et infirmiers, 25% des IADE utilisaient le desflurane contre seulement 3,57% chez les MAR. Mais 68% des IADE étaient prêts à changer leur habitude d'utilisation des gaz sur le seul argument écologique contre 44% des médecins.

### 3.2. Caractéristiques des audits

L'audit 3 s'est déroulé du 20 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2017, l'audit 4 du 4 au 15 février 2019.

	<b>Avant</b>	<b>Après</b>
<b>Nombre de jours</b>	10	10
<b>Salles</b>	2, 4, 6, 8	2, 4, 6, 8
<b>Type de respirateur</b>	Perseus™ (Dräger™)	Perseus™ (Dräger™)
<b>Nombre total de cas</b>	131	130
<b>Nombre de cas inclus</b>	116	108
<b>Durée moyenne par cas (h)</b>	2h15	2h06
<b>Temps moyen sous GH (h)</b>	1h51	1h42

Tableau 4 : Caractéristiques des audits sur l'utilisation des GA.

### 3.3. Résultats principaux

Nous avons réduit la consommation globale en GH de 1900mL. La consommation de sévoflurane a augmenté de 32,14% et celle de desflurane a diminué de 86,15%.

Le nombre de cas utilisant le desflurane est passé de 53 sur 116 à 10 sur 108.

	<b>Avant</b>	<b>Après</b>
<b>GH (ml)</b>	5156,5	3256,4
<b>Sévoflurane (ml)</b>	2149,2	2840
<b>Desflurane (ml)</b>	3007,3	416,4
<b>O2 (L)</b>	34937	33378
<b>N2O (L)</b>	150	225

Tableau 5 : Consommation des GA.

Les différences de consommations de sévoflurane et desflurane étaient statistiquement significatives. Concernant les temps d'entretien sous GH et les temps par intervention, il n'y avait pas de différence statistiquement significative. Les 2 échantillons pouvaient donc être comparables. Concernant le DGF, la différence n'était pas statistiquement significative avant et après formation. Les consommations horaires, liées au DGF, sont passées de 29,1 ml/h à 26,2 ml/h pour le desflurane et de 18,75 ml/h à 16,78 ml/h pour le sévoflurane.

	<b>Avant (n=116)</b>	<b>Après (n=108)</b>	<b>p*</b>
<b>Consommation desflurane (ml)</b>	25,9 +/- 42,5	3,8 +/- 12,7	<0,0001*
<b>Consommation sévoflurane (ml)</b>	18,5 +/- 25,3	26,2 +/- 18,4	0,0098*
<b>DGF moyen en entretien (l/h)</b>	1,18 +/- 0,50	1,16 +/- 0,48	0,81
<b>Consommation d'O2 (l)</b>	301,1 +/- 163,9	309 +/- 151,9	0,71
<b>Temps d'entretien sous GH (min)</b>	111,4 +/- 85,9	102,8 +/- 71,7	0,41
<b>Temps par intervention (min)</b>	135,3 +/- 89,2	126,6 +/- 73,4	0,42

Tableau 6 : Comparaison avant/après des résultats principaux du recueil des données sur respirateurs d'anesthésie. (Les valeurs sont exprimées en moyenne +/- écart type.)

### 3.4. Evolution en fonction des consommations de la pharmacie

#### 3.4.1. Module 1

Entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>nd</sup> semestre 2018, il y a eu une diminution de 44,81% de desflurane et une augmentation de 49,63% de sévoflurane.

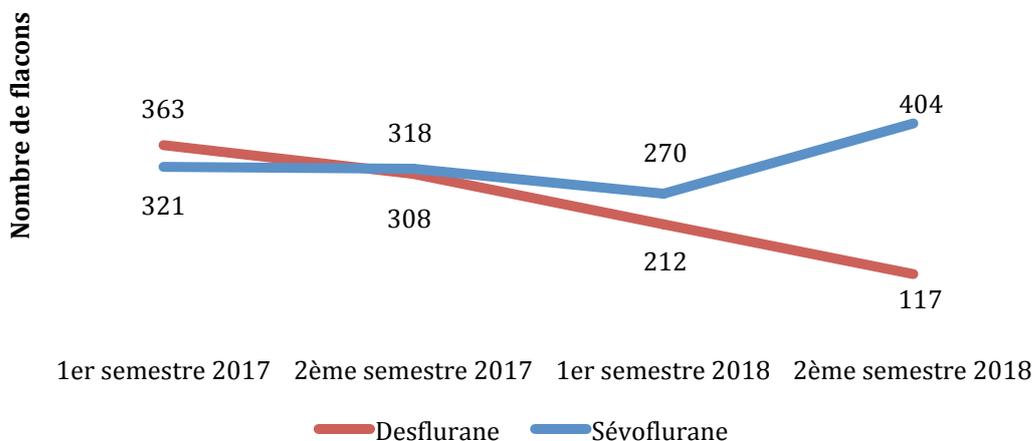


Figure 9: Evolution des consommations en GH selon le nombre de flacons commandés en pharmacie au **module 1**.

### 3.4.2. Ensemble du BO

Entre les 1<sup>ers</sup> et 2<sup>nd</sup> semestres 2018, il y a eu une diminution de 45,27% de desflurane contre une augmentation de 9,69% de sévoflurane.

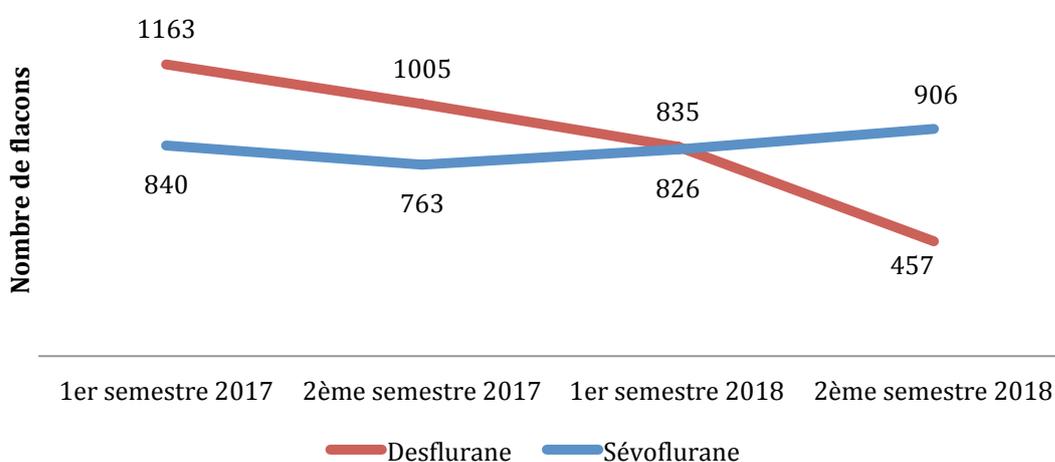


Figure 10: Evolution des consommations des GH selon le nombre de flacons commandés en pharmacie sur le **BO**.

## 3.5. Impact économique

### 3.5.1. Selon notre étude

Il y a eu une diminution du coût total en GH avec une économie de 658,82€ sur une moyenne de 112 interventions. Il y a eu une diminution de 40,51% sur le coût total des GH, avec une

diminution de 86,15% du coût en desflurane et une augmentation de 31,16% du coût en sévoflurane. En extrapolant au nombre moyen d'intervention par an, l'économie était de 178 204€.

	<b>Avant</b>	<b>Après</b>
<b>GH (€)</b>	1626,4	967,58
<b>Sévoflurane (€)</b>	627,5	829,28
<b>Desflurane (€)</b>	998,9	138,3

Tableau 7 : Coût calculé d'après les consommations en GH

### 3.5.2. Selon les données de la pharmacie

Au module 1, entre le 1er et le 2<sup>nd</sup> semestre 2018, il y a eu une réduction de 44,81% du coût en desflurane et une augmentation 49,63% de coût en sévoflurane. Il n'y pas eu de diminution du coût global en GH sur cette période.

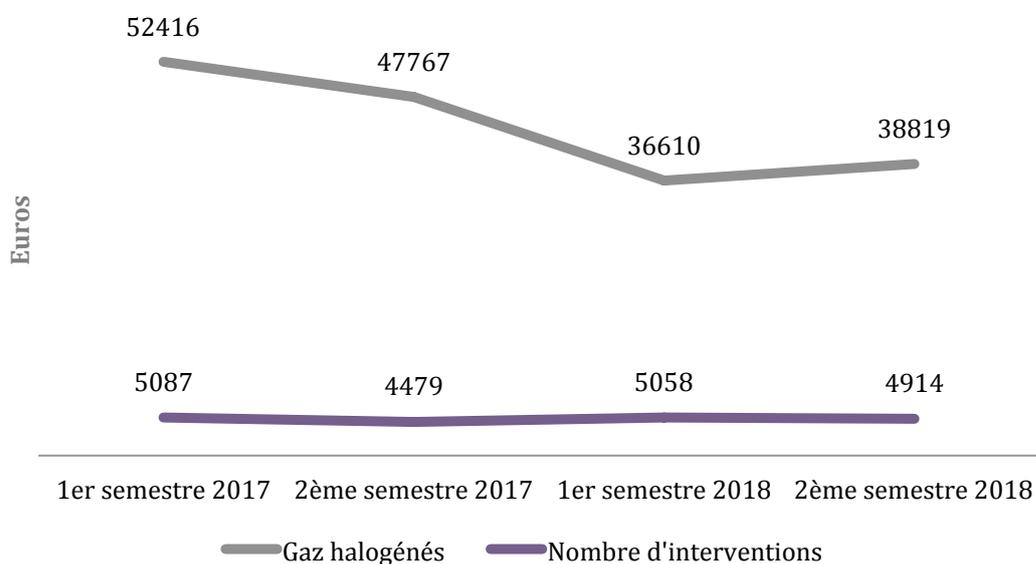


Figure 11: Evolution du coût global en GH au **module 1**.

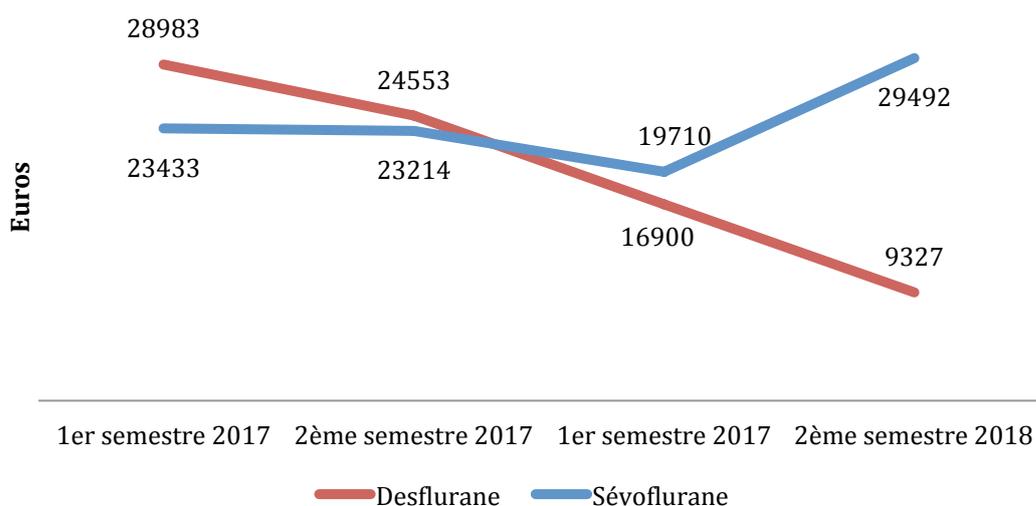


Figure 12: Evolutions comparées des coûts en sévoflurane et desflurane au **module 1**.

A l'échelle de l'ensemble du BO, entre les 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> semestres 2018, il y a eu une réduction de 19,15% en GH, avec une diminution de 45,27% du coût en desflurane et une augmentation de 9,69% du coût de sévoflurane. Nous avons économisé 24 294€.

On peut noter une économie de 51 464€ entre le 1<sup>er</sup> semestre 2017 et le 2<sup>nd</sup> semestre 2018.

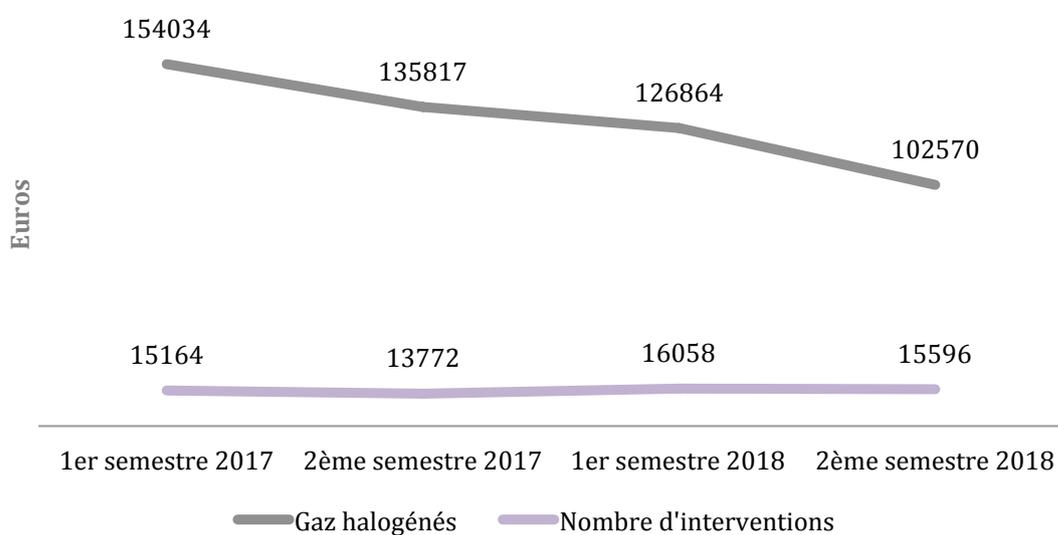


Figure 13: Evolution du coût global en GH au **BO**.

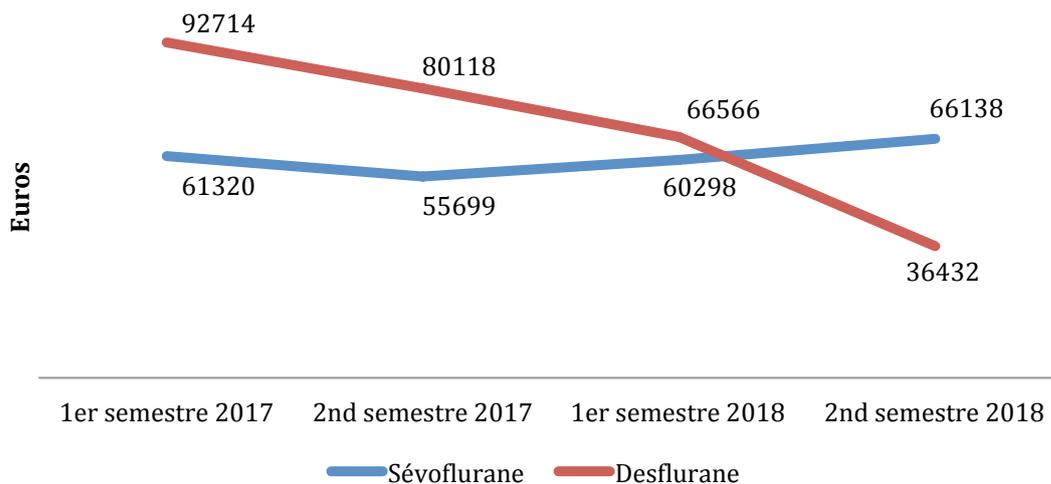


Figure 14: Evolutions comparées des coûts en sévoflurane et desflurane au **BO**.

### 3.6. Impact écologique

#### 3.6.1. Selon notre étude

L'audit 3 retrouvait un CDE<sub>20</sub> (g/h) à 1387 pour le desflurane et 68,7 pour le sévoflurane. L'audit 4 retrouvait un CDE<sub>20</sub> (g/h) à 1248,8 pour le desflurane et 61,7 pour le sévoflurane. Le gain de CDE<sub>20</sub> sur nos audits était de 145,4g/h correspondant à 1273 kg/an, équivalent aux émissions de GES de 0,7 voiture pendant un an.

#### 3.6.2. En fonction des données de la pharmacie

Nous n'avons pas pu comparer 2 semestres car la formule était applicable pour une année. A l'échelle du module 1, nous retrouvons un CDE<sub>20</sub> de 7985 kg/an en 2017 et 3765 kg/an en 2018 pour le desflurane. Nous retrouvons un CDE<sub>20</sub> de 585 kg/an en 2017 et 618 kg/an en 2018 pour le sévoflurane. Entre 2017 et 2018, nous avons donc gagné 4187 kg/an, correspondant aux émissions de GES de 2,3 voitures pendant un an. C'est à dire l'équivalent de 30353 km.

A l'échelle de l'ensemble du BO, nous retrouvons un CDE<sub>20</sub> de 24 809 kg/an en 2017 et 14 784 kg/an en 2018 pour le desflurane. Nous retrouvons un CDE<sub>20</sub> de 1469 kg/an en 2017 et 1588 kg/an en 2018 pour le sévoflurane. Entre 2017 et 2018, nous avons donc gagné 9906 kg/an, correspondant aux émissions de GES de 5,6 véhicules pendant un an. C'est à dire l'équivalent de 73 830 km.

## **DISCUSSION**

### **1. Résultat principal**

Notre schéma d'étude a permis de répondre aux objectifs fixés. Les différentes formations que nous avons dispensées aux professionnels du BO ont permis une amélioration de l'impact environnemental de notre activité quotidienne.

Nous avons effectivement amélioré notre gestion des déchets apportant des bénéfices écologiques, économiques et sociaux. La médiane du poids journalier des DASRI est passée de 9,8kg (7,4-11,5) à 3,8kg (1,1 – 6) ( $p < 0,0001$ ). L'audit 1 avait objectivé la possibilité de réduire les DASRI de 64,4% à 26,8% grâce à un tri sélectif strict. L'audit 2 effectué un an plus tard, après des séances de formations et une information continue (affichage de pancartes au BO), a montré que ces résultats pouvaient être reproduits en pratique puisque les DASRI correspondaient à 25,3% (-60,5%). Nous avons aussi généré 4,2% de déchets valorisables. La création et l'optimisation des filières de déchets ont créé des économies pour l'établissement (environ 18000€/an), des bénéfices environnementaux (équivalent à environ 60 A/R Paris New-York en avion) mais aussi la cohésion d'une équipe dans un projet commun. La meilleure connaissance des DASRI a permis aussi un progrès sur le plan réglementaire.

Une gestion éco-responsable des GA a pu être soulignée. Nous avons observé une diminution de la consommation moyenne de desflurane de 25,9 ml (+/- 42,5) à 3,8 ml (+/- 12,7) ( $p < 0,0001$ ) correspondant à une réduction de 86,15% de sa consommation totale entre nos deux audits. Cette réduction a logiquement entraîné une augmentation de la consommation de sévoflurane car ce sont les deux seuls GH utilisés en anesthésie au CHU AP. Cependant la consommation globale des GH a diminué de 36,85%. Les impacts financiers se sont manifestés par une économie de 658€ concernant nos audits, et de 51 464€ sur le BO entre le 1<sup>er</sup> semestre 2017, début de notre projet, et le 2<sup>nd</sup> semestre 2018. Sur le plan environnemental cela correspondait à une économie d'émissions de GES équivalent à 73 830 km pour une voiture moyenne, soit 1,8 fois le périmètre terrestre.

Cependant, notre formation initiale n'a pas eu de conséquence sur la gestion des DGF car la différence avant/après n'était pas statistiquement significative.

### **2. Forces et faiblesses de notre étude**

Au CHU AP, cette étude innovante et originale est la première recherche médico-environnementale apportant des bénéfices réels et mesurables. En apportant une expertise locale, nous éclairons nos pratiques et notre potentiel d'amélioration. Le bénéfice de cette

étude entraîne des conséquences non seulement sur les patients mais aussi sur l'ensemble de la population car réduire l'impact environnemental d'un BO, c'est réduire les risques pour notre santé et celle de la planète. Les conséquences de notre travail pourront se pérenniser à l'échelle locale mais les personnes s'engageant dans ce type de travail dans d'autres ES pourront s'en inspirer.

Selon l'ANAES, une action peut être considérée comme la « cause » d'une amélioration des pratiques professionnelles quand celle-ci respecte trois propriétés. <sup>[55]</sup> Premièrement, elle est effectivement associée aux progrès des pratiques. C'est le « principe d'association » dont l'analyse repose sur l'estimation d'un paramètre de comparaison. Deuxièmement, l'action a commencé avant que les progrès soient constatés. C'est le « principe d'antériorité » qui est souvent présent dans une étude prospective. Troisièmement, il faut écarter les biais de confusion qui influencent les résultats observés.

Même s'il est difficile de le garantir, il n'y a pas eu d'autres actions similaires dans notre ES donc nous avons pu attribuer les résultats à notre étude.

De plus, les répercussions de notre étude au sein des équipes ont rapidement été observées, notamment après la mise en ligne des questionnaires, ce qui a pu engendrer des changements dans les habitudes de nos équipes. Ce processus, aussi appelé « Effet Hawthorne », a probablement entraîné de nouvelles pratiques avant l'implantation des nos protocoles. C'est le cas de la réduction précoce des consommations de desflurane au cours de l'année 2017, avant le début de nos formations. Cependant, dès la fin du premier audit sur l'utilisation des GH, nous avons transmis des informations sur leurs conséquences environnementales, qui commençaient à être connues par le grand public via la publication d'articles sur des journaux non spécialisés. Ces changements ont tout de même duré et ont entraîné de réels résultats.

Sur la période considérée, le nombre de cas est resté stable, les audits étaient réalisés en simple aveugle sans que les équipes n'en soient informées et des résultats concrets ont été observés. De plus, nos deux échantillons étaient comparables.

Notre étude a répondu à plusieurs critères de DD. Elle s'est voulue écologique, économique mais également sociale. Ce projet impliquait en effet chaque corps de métier d'un BO. Les ASH étaient garants de la bonne mise en place des protocoles et participaient au bon acheminement de nos déchets. Le personnel de stérilisation participait à la décontamination du métal recyclé et son stockage sécurisé. Les infirmiers étaient les principaux acteurs du tri des déchets, de la gestion des métaux, du verre médical et des cartons tout au long de notre intervention. Les cadres de santé ont été responsables de la bonne mise en œuvre de

l'organisation et de la mise en application des protocoles. Les MAR et les chirurgiens étaient acteurs et promoteurs de ces nouvelles dispositions, avec en plus une responsabilité dans le choix des produits utilisés. Nous avons également sollicité la cellule communication pour l'impression des pancartes informatives. De nombreuses personnes nous ont fait part de leur implication et de leur satisfaction quant à la solidarité que notre projet avait su créer.

Les taux de réponses des deux questionnaires étaient supérieurs à 60%. Cela a permis de poursuivre le projet avec la conviction que les équipes adhèreraient aux nouvelles pratiques.

Parmi les limites de ce travail, nous pouvons noter le caractère mono-centrique de l'étude, des périodes de recueil courtes et un échantillon de seulement 4 spécialités chirurgicales. Nous avons supposé que les périodes choisies et les spécialités recensées étaient représentatives des activités du BO sur une année.

Concernant la gestion des déchets, l'audit 1 avait retrouvé 5,2% de déchets valorisables au CHU AP contre 4,2% lors de l'audit 2. La différence peut être imputable au fait qu'il a été difficile de collecter et quantifier la totalité des matières valorisables sans en informer le personnel. Certaines matières suivaient leur filière de recyclage avant notre recueil et une quantité non négligeable de métaux à UU n'a donc pas pu être pesée.

Concernant la gestion des GA, les DGF à l'induction et au réveil n'ont pas été pris en compte, augmentant probablement le DGF moyen sur une intervention. Cependant les chirurgies infantiles sous anesthésie inhalée gardée au masque, ont été prises en compte et ont pu augmenter les valeurs de DGF moyen. Pour des raisons logistiques, les MAR n'ont reçu l'information sur la nouvelle gestion des GA que par les supports papiers mis à leur disposition. L'absence de réduction des DGF pouvait être attribuable à ce défaut de formation. Mais il y a eu un changement significatif sur les consommations de GH, soulignant le rôle de l'IADE dans le choix du GH lors d'une anesthésie. L'absence de résultat significatif dans la gestion des DGF peut être aussi attribuer à deux autres raisons : les DGF avant formation étaient déjà bas à 1,18l/min donc avec un moindre potentiel de réduction, et l'utilisation de bas DGF demandait un calcul de  $VO_2$  pas toujours à la portée du personnel d'anesthésie non formé.

Le poids des patients, indispensable au réglage du DGF en entretien, n'a pas toujours été renseigné sur les respirateurs audités. Il n'a pas été pris en compte dans notre étude. Il faudra probablement prendre en considération ce paramètre pour une étude ultérieure.

Selon les laboratoires qui le commercialisent, le principal avantage retenu pour le desflurane était un réveil plus rapide par rapport au sévoflurane, argument non validé par la totalité de

l'analyse de la littérature. Ainsi, nous aurions pu étudier les temps d'occupation en salle d'intervention sur les 2 périodes évaluées afin de savoir si une réduction de l'utilisation du desflurane pouvait être associée à une augmentation du temps passé en salle de BO. Cependant, le nombre d'intervention restait stable sur les 2 périodes observées (130 avant et 131 après). On pourrait donc supposer que le temps d'occupation des salles n'a pas augmenté.

### **3. A propos d'autres études**

#### **3.1. Questionnaires**

En 2012, McGain *et al.* <sup>[53]</sup> ont questionné 780 agents de BO. 90% recyclaient à la maison comme dans notre étude et 90% souhaitaient recycler au BO. Seulement 11% recyclaient réellement au BO. Il y avait déjà 30% du personnel de bloc du CHU AP qui recyclaient au moins régulièrement dans notre étude, ce qui peut expliquer les bons résultats observés dans l'application de nos protocoles. Les limites au recyclage, retenus par McGain *et al.* étaient un défaut de moyen et d'information. Dans notre travail, nous retrouvions les mêmes éléments mais également un manque temps pour 48% de nos répondants. Rosenblatt *et al.* <sup>[66]</sup> avait examiné le travail imposé par le recyclage et au-delà du temps requis pour la formation initiale du personnel, il n'y avait pas eu de majoration en terme de charge de travail et de temps.

Dans une étude américaine de 2016 <sup>[67]</sup> le taux de réponses d'un questionnaire similaire au notre approchait 42%. En comparaison, notre taux de réponses à 65,5% était particulièrement satisfaisant. Bien que 30% des répondants connaissaient les conséquences environnementales de leurs activités contre seulement 10% dans notre étude, seulement 13,4% des répondants faisaient le choix du GH sur l'argument écologique, similaire aux 10% de notre travail.

Dans une récente étude française de Février 2019 <sup>[59]</sup> paru dans *Anesthésie-Réanimation*, sur l'utilisation des GA en 2018 en France, nous apprenons que 71% des répondants utilisaient un DGF<1L/min, comme dans notre travail (74% entre 0,9 et 1,5l/min) et que moins de 30% utilisaient encore du N<sub>2</sub>O, ils étaient 22% dans notre enquête. De manière similaire à l'étude américaine de 2016 <sup>[67]</sup> 20% utilisaient le plus souvent le desflurane. Une amélioration peut être soulignée dans l'utilisation du DGF, puisque dans une enquête française identique de 2012, celui ci était < 1l/min pour seulement 53% des répondants. <sup>[68]</sup>

#### **3.2. Gestion des déchets**

Dans une étude de 2012 <sup>[15]</sup> il avait été retrouvé un poids total de 1265 kg sur 237 opérations. Ces chiffres sont similaires aux nôtres puisque nous avons environ 600kg sur 115

interventions. Les DAOM comptaient pour 45% (contre 35% dans notre étude), et il y avait 32% de DASRI (65% pour nous). Ils retrouvaient 23% de matières recyclables dont 58% de plastiques. Les filières de recyclage n'avaient pas augmenté les coûts d'élimination. En effet le recyclage de leurs plastiques avec des entreprises locales avait été rentable, ce qui pourrait motiver nos institutions pour élargir les filières au sein de notre ES.

Dans cette étude, une période de recueil de 4 semaines avait été jugée plus pertinente pour être représentative de toute autre semaine de l'année.

Dans une étude publiée en 2017 <sup>[9]</sup>, sur 16 salles sur 24 d'un BO d'un ES américain de Seattle (adulte, pédiatrie, ambulatoire, traumatologie), et sur 2 semaines, les investigateurs avaient évalué la gestion des déchets en appliquant un design similaire au notre. Le second audit avait montré un poids journalier des déchets diminué de 12%. Le poids des équivalents DASRI avait réduit de 59%, comme dans notre étude où il a été réduit de 60,5%.

Le poids des déchets recyclables avait augmenté de 19% alors que notre étude retrouvait une augmentation de seulement 4,2% de ces déchets. Cela peut être dû aux pertes de vus parmi les métaux, mais aussi au fait que les Etats-Unis possèdent des filières de recyclage des plastiques et du verre médical. <sup>[9] [69]</sup>

Dans cette étude de Seattle, le volume des boîtes OPCT d'anesthésie était passé de 15,2 litres à 7,6 litres. En moyenne, la boîte de 15,2 L était remplacée tous les 10 jours (environ 4,5 kg une fois plein) avant intervention alors que la boîte de 7,6 L avait été remplacée tous les 12 jours ou plus (environ 2 kg lorsque plein) après intervention montrant une réduction de plus de 50% des déchets OPCT. Ce résultat est similaire au nôtre puisque dans notre étude, les contenants OPCT d'anesthésie (0,8L et 2L) ont diminué de 52,16% entre 2017 et 2018.

Une étude <sup>[70]</sup> de 2003 avait quantifié les flacons en verre utilisés dans les salles de BO en vue d'un potentiel recyclage. La quantité moyenne de verre recueilli était de 3,15 kg par mois. Le coût d'élimination des OPCT étant de 0,46 \$/kg, l'économie moyenne était de 8,95 \$/mois en éliminant ce verre hors des boîtes OPCT. Dans notre étude, les diminutions ont été plus importantes sur les contenants utilisés en anesthésie (0,8L, et 2L) que sur les contenants de 5L utilisés en chirurgie seulement, renforçant l'imputabilité de nos résultats à notre travail. Nous avons économisé 266€/an soit une moyenne de 22€/mois seulement sur le module 1.

Enfin, les coûts de traitement des DASRI sont particulièrement faibles à Amiens comparés à d'autres ES. Par exemple, ils sont de 600€/tonne au groupe hospitalier Diaconesses-Croix Saint Simon et de 1000€/tonne à l'ES Gustave Roussy. Nos progrès sur l'inversion du rapport DAOM/DASRI auraient pu donc avoir un impact économique plus grand dans ces ES.

Les prix de rachats des déchets valorisables du CHU AP par des prestataires sont également faibles. Par exemple, le prix de rachat des métaux en 2016 était de 30€/tonne, très éloigné des prix de rachat du partenaire avec qui nous avons travaillé. Ainsi, au 2<sup>nd</sup> trimestre 2016, il y a eu un rachat de 61,7t de matières recyclables dont 3,24t de métaux. L'ensemble avait rapporté 2980.55€ au CHU, alors que sur 6 mois, nous avons rapporté 1200€ seulement avec 1,6 tonnes de métaux à UU du BO.

### 3.3. Gestion des GA

Dans une étude prospective française présentée au congrès ESA de 2018 <sup>[57]</sup>, le type de GH utilisé, sa consommation horaire et les données de pharmacie sur les consommations annuelles de sévoflurane et desflurane avaient été recueillis chez 100 patients, avant et après l'implantation de nouveaux protocoles. Cette méthode était similaire à notre travail.

La consommation moyenne initiale de sevoflurane et de desflurane était respectivement de 11 ml/h et de 21 ml/h. Après la formation, les deux consommations n'étaient pas significativement différentes. Cependant, la consommation de sevoflurane en pharmacie avait augmenté de 13%, tandis que celle de desflurane avait diminué de 23%, générant une économie de 5000€/an et entraînant une réduction de 43 TeqCO<sub>2</sub> de l'empreinte carbone. L'absence de réduction de la consommation horaire pouvait être liée au DGF faible déjà utilisé car le DGF moyen initial était déjà à 0,86 L/min.

En comparaison, nos consommations horaires de GH étaient plus élevées (26,2 ml/h pour le desflurane et 16,78 ml/h pour le sévoflurane) car le DGF moyen était plus haut à 1,16 l/min. Cependant, notre consommation de sévoflurane a augmenté de 32,14% et celle de desflurane a diminué de 86,15%.

Une étude de 2014 réalisée au CHU de Grenoble sur l'ensemble du BO <sup>[63]</sup> avait montré qu'en diminuant les DGF à 1 l/min, on pouvait réduire de 27 % la consommation de desflurane, soit une économie de 4234 kg/an de CDE20. Sur les 157 observations, le DGF moyen était de 1,24l/min. Les économies réalisables estimées par la formule de DION étaient de 39 % pour le desflurane et 40 % pour le sévoflurane.

Dans notre étude, la consommation de desflurane avait diminué de 86,17%, avec une épargne écologique à 9906 kg/an sans modification des DGF. Cette étude de Grenoble montre qu'en diminuant nos DGF, on pourrait observer des gains économiques et écologiques supplémentaires.

#### **4. Recyclage du métal et association « Les p'tits doudous d'Amiens »**

Notre projet étant rapidement et réellement efficace sur la diminution des DASRI, les instances de la direction du BO nous ont accordé un créneau pour informer l'ensemble du plateau technique du CHU des nouveaux protocoles (BO, radiologie interventionnelle, maternité et endoscopie), lors d'une réunion le 8 Janvier 2018 dans l'amphithéâtre du CHU intitulée *2018 : Bienveillance et Positive Attitude pour une organisation durable*. Ainsi nos actions ont pu s'étendre à l'ensemble de ce plateau technique.

Le recyclage du métal a bénéficié d'un franc succès. Entre Octobre 2017 et Avril 2018, nous sommes parvenus à revendre 1595kg de métal à UU destiné à être recyclé grâce à un partenariat avec une entreprise de récupération de matières d'Amiens. Grâce aux bénéfices financiers engendrés par la revente des métaux, nous avons eu des fonds pour investir dans l'achat de matériels visant à améliorer l'accueil des enfants au BO pédiatrique et la qualité de vie du personnel du BO.

Nous avons donc réuni 1200€ sur les 6 premiers mois. Un tiers de ces recettes a permis d'acheter une nouvelle cafetière pour chaque module, la salle de réveil, et la stérilisation afin de remercier les équipes pour leur investissement dans ce projet. Nous avons créé l'association « Les p'tits doudous d'Amiens », filière de l'association « Les p'tits doudous » du CHU de Rennes, d'ailleurs lauréate du concours 2018 de la fondation « La France s'engage ». La majeure partie des recettes a permis d'acheter de nombreux produits destinés aux enfants à l'arrivée au BO (gommettes, doudous, boîtes de crayons de couleurs).

Cela a créé un effet positif sur les professionnels du BO, qui se sont sentis impliqués et soudés dans une action commune, au point que beaucoup d'entre eux nous ont félicité. Malheureusement, des difficultés quant à la poursuite de ce projet de recyclage du métal ont été rencontrées. Le processus qui permettait la récupération des métaux du CHU jusqu'à l'acheminement et la revente au ferrailleur semblait poser problème sur le plan juridique et pouvait causer des difficultés à l'hôpital en cas d'accident avec le matériel ou les personnes qui en avaient la responsabilité. La création d'une filière de recyclage institutionnelle prise en charge par le pôle logistique du CHU avec un reversement des bénéfices sur le pôle d'intéressement du BO a été proposée. Le recyclage des métaux à UU du BO est donc toujours d'actualité mais ils ne serviront plus à financer l'association « Les p'tits doudous d'Amiens ».

## 5. Perspectives

### 5.1. Gestion des déchets

Afin d'améliorer encore l'impact environnemental de nos activités, une multitude d'options s'offrent à nous. Les instances hospitalières pourraient financer des filières de recyclage des plastiques indispensables pour des établissements qui en produisent autant. Des études pour imaginer une filière de recyclage du verre médical pourraient également être subventionnées. Avec le concours des pharmacies hospitalières et des cellules d'hygiène, nous pourrions envisager de diminuer l'UU, important pourvoyeur de déchets. <sup>[71]</sup>

La création d'une cellule institutionnelle d'éco-responsabilité pourrait permettre de dégager du temps aux médecins et à tous ceux qui voudraient participer à des projets de DD.

### 5.2 Gestion des GA

La question de l'emploi plus fréquent de l'anesthésie intraveineuse seule pourrait se poser pour diminuer l'utilisation des GH. Le propofol a en effet moins d'impact global sur les émissions de GES en prenant en compte l'énergie utilisée par les seringues électriques. Cependant le propofol non employé et rejeté dans l'environnement peut avoir des impacts autres que les émissions de GES. On ignore actuellement les effets directs de ce type de produit sur l'écosystème. <sup>[72]</sup>

Pour réduire de façon significative nos consommations tout en assurant la sécurité des patients, des systèmes de contrôle automatisé du DGF peuvent être appliqués. Ainsi, le système AINOC (Anesthésie INhalée à Objectif de Concentration), déjà employé dans de nombreux ES, a prouvé ses bénéfices. En effet, il peut réduire de 27% les coûts financiers et de 44% les émissions de GES en rapport avec l'utilisation des GH. <sup>[73]</sup>

Aux Etats-Unis, un outil appelé Smart Anesthesia Manager™ analyse les paramètres d'une anesthésie par inhalation en temps réel et prévient les utilisateurs si le DGF dépasse un certain seuil. La moyenne du DGF est passée de 2,10l/min à 1,60l/min après mise en application de cet outil et a permis une économie annuelle de 104 916\$. <sup>[74]</sup>

On pourrait aussi analyser l'impact économique et écologique d'une diminution de la FiO<sub>2</sub>. A l'heure actuelle, la quasi-totalité des ES français se fournissent en O<sub>2</sub> médical par des livraisons dans des réservoirs. Par sa production (dont on ignore le cout énergétique par manque de publication à son sujet), son transport, son stockage et son utilisation, la consommation d'O<sub>2</sub> médical a probablement un impact environnemental majeur.

De plus, un investissement dans la recapture des rejets des GH pourrait être envisagé. Les prises SEGA redirigent les gaz éliminés par le patient vers l'extérieur sans traitement

préalable. Déjà en 2002, une étude avait montré que le système Deltazite™ pouvait complètement éliminer l'isoflurane qui était traité par extraction à la vapeur ou distillation pour sa réutilisation. [75]

Plus récemment, Blue-Zone Technologies™, une société canadienne privée, et la société américaine Spacelabs Healthcare™, proposaient une technologie baptisée Deltasorb™, capable de capturer, purifier et recycler les GH éliminés en agents volatils réutilisables. [76]

Ces nouvelles technologies sont encore au stade expérimental. Des études sont en cours pour confirmer leur sécurité.

Enfin, on pourrait utiliser de nouvelles applications pour Smartphone comme Yale Gassing Greener™ qui peuvent calculer l'impact carbone en temps réel de notre pratique anesthésique.

### 5.3 A l'échelle de notre ES

Nous pourrions adopter des nouveaux types de gouvernance à l'instar de sociétés certifiées "B Corp" répondant à des obligations sociétales, environnementales et de démocratie participative. On pourrait aussi se pencher sur la réduction du gaspillage alimentaire au sein des ES. Tous les ans, chaque français jette en moyenne 29kg d'aliments encore consommables dont 7 kg encore emballés. De la nourriture produite, transportée, et emballée est donc gaspillée, source de gâchis énergétique et de ressources. [77]

Enfin, nous devrions promouvoir des éco-gestes au quotidien : utiliser des escaliers plutôt que l'ascenseur, limiter les impressions en papier et les gobelets en plastique, soutenir les transports « verts », éteindre les ordinateurs et les salles vides. Une politique d'achats responsables (connaître les méthodes de production et de distribution d'un produit, sa durée de vie et sa potentielle valorisation, son respect de normes environnementales, sa labellisation) permettrait de réduire également notre impact. Des guides d'achats éco-responsables fournis par l'ADEME et le ministère de la transition écologique pourraient aider nos institutions dans l'application de ces nouvelles pratiques. Une politique d'économie circulaire, entrée dans la loi en 2015, est d'ailleurs un objectif national (code de l'environnement article L110-1-1).

## CONCLUSION

Grâce à un programme de formation, des bénéfices sont nés d'une gestion éco-responsable de nos activités hospitalières. En effet, notre projet a fonctionné car il s'intégrait dans une démarche globale invitant à modifier nos comportements pour concilier écologie, économie et interactions sociales. Et devant l'urgence climatique actuelle, des actions similaires devront être étendues à l'ensemble des établissements, publics et privés.

La quête de rentabilité économique freine encore nos efforts alors qu'elle peut être intrinsèque aux progrès écologiques. Mais des initiatives comme la création du comité de développement durable de notre société savante permet d'envisager un avenir plus durable.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- 1 : Crutzen PJ, Stoermer EF The anthropocene, International Geosphere-Biosphere Programme Newsletter, 2000, n°41, p17
- 2 : James Hansen, Makiko Sato, Reto Ruedy, Gavin A. Schmidt, Ken Lo, Avi Persin, Global Temperature in 2017, Rev. Geophys, 18 January 2018
- 3 : Will Steffen *et al.* Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, PNAS August 14, 2018 115 (33) 8252-8259; published ahead of print August 6, 2018 Disponible sur <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
- 4 : Data Lab, Chiffres clés du climat France, Europe et Monde Edition 2019, Ministère de la transition écologique et solidaire. Disponible sur [https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2018/11/Chiffres-Clefs-du-Climat\\_2019.pdf](https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2018/11/Chiffres-Clefs-du-Climat_2019.pdf)
- 5 : Sherman J, Eckelman M. Estimate of carbon dioxide equivalents of inhaled anesthetics in the United States. San Francisco (CA): American Society of Anesthesiologists; 2014.
- 6 : ADEME – Règlementation sur les bilans GES consultable sur <http://bilans-ges.ademe.fr>
- 7 : CH des Quatre villes – Bilan Carbone 2012 - Disponible sur le site <https://www.ch4v.fr>
- 8 : Eckelman M, Sherman J. Environmental impacts of the U.S. health care system and effects on public health. PLoS One 2016; 11(6):e0157014.
- 9 : Deanna M. Martin, N. David Yanez, Miriam M. Treggiari, An Initiative to Optimize Waste Streams in the Operating Room: REcycling in the Operating Room (RECOR) Project, AANA Journal April 2017 Vol. 85, N° 2
- 10 : ADEME - Déchets chiffres clés Edition 2016 – source : Les filières de responsabilité élargie du producteur - Mémo 2015 – Disponible sur <https://www.ademe.fr>
- 11 : Bilan Carbone Rapport réglementaire - Documentation interne CHU Amiens Picardie - 2015 – Disponible sur <http://www.chu-amiens.fr>
- 12 : Lee BK, Ellenbecker MJ, Moure-Eraso R. Analyses of the recycling potential of medical plastic wastes. Waste Manag 2002; 22:461–70
- 13 : Chung JW, Meltzer DO. Estimate of the carbon footprint of the US health care sector. JAMA 2009; 302:1970–2
- 14 : Sherman JD, Ryan S. Ecological responsibility in anesthesia practice. Intern Anesthesiol Clin 2010; 48:139—51.
- 15 : Forbes McGain, Katherine Maria Jarosz, Martin Ngoc Hoai Huong Nguyen,, Samantha Bates, and Catherine Jane O'Shea, Auditing Operating Room Recycling: A Management Case Report, Anesthesia & Analgesia Case Reports. 2015; 5:47–50
- 16 : Andrea J MacNeill, Robert Lillywhite, Carl J Brown The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems The Lancet Planet Health 2017 ; 1 :e381-88 Vol 1 December 2017
- 17 : Franc Aurélie, Les blocs opératoires sont aussi des pollueurs silencieux, Le figaro, publication 21 mai 2018
- 18 : Jodi Sherman, Forbes McGain, Environmental Sustainability in Anesthesia Pollution Prevention and Patient Safety, Advances in Anesthesia 34 (2016) 47–61
- 19 : *Primum Non Nocere* - Accompagnement Certifications – Disponible sur <http://primum-non-nocere.fr>
- 20 : Legifrance - Arrêté du 8 mai 2007 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique » - Disponible sur <https://www.legifrance.gouv.fr>
- 21 : Ministère de la santé, de la jeunesse, des sports et de la vie associative - Circulaire DHOS F2/2007/248 du 15 juin 2007 relative au plan hôpital 2012 – Disponible sur <https://solidarites-sante.gouv.fr>
- 22 : CertiVéa - Référentiel de certification NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE – Disponible sur <https://www.certivea.fr>
- 23 : Code de l'environnement - Article L54 2 - Disponible sur <https://www.legifrance.gouv.fr>
- 24 : Code de l'environnement - Article L541-1 – Paragraphe 4 - Disponible sur <https://www.legifrance.gouv.fr>
- 25 : Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement - Version consolidée 04 mars 2019 – Disponible sur <https://www.legifrance.gouv.fr>
- 26 : ADEME – Etude sur le bilan du traitement des DASRI en France – 2013 – Disponible sur <https://www.ademe.fr>
- 27 : Documentation interne du CHU Amiens Picardie – 2018 - Chiffres fournis par le pôle logistique

- 28 : Ministère de la santé et des sports - Guide technique Environnement et santé. Déchets d'activité de soins à risques Comment les éliminer ? - 3e édition, décembre 2009 Mise à jour - version finale du 20 novembre 2009
- 29 : ADEME- Référentiel national des coûts de gestion du service public d'élimination des déchets en 2007-2008 - Disponible sur <https://www.ademe.fr>
- 30 : Code de la santé publique - art. R 1335-3 - Disponible sur <https://www.legifrance.gouv.fr>
- 31 : DASRI Guide de bonne gestion – ARS Ile de France – Unité Aménagement Durable – Direction de l'Environnement Service Prévention et Gestion des Déchets Ile de France  
Disponible sur <https://www.iledefrance.ars.sante.fr>
- 32 : M. P. Sulbaek Andersen, S. P. Sander, O. J. Nielsen, D. S. Wagner, T. J. Sanford Jr and T. J. Wallington  
Inhalation anaesthetics and climate change *Br J Anaesth* 2010;105:760–6.
- 33 : Odin I, Nathan N. Anesthésiques halogénés. EMC (Elsevier SAS, Paris), Anesthésie-Réanimation, 36-285-A-10, 2005.
- 34 : Feiss P, Demontoux MH, Colin D, Anesthetic gas and vapor sating with minimal flow anaesthesia, *Acta anaesthesiol Belg* 1990 ;41 :249-51
- 35 : Directives Parlement Européen - annexe II de la directive 2003/87/CE du 13 octobre 2003 - JO L 275 du 25.10.2003, p. 32. Disponible sur le site <https://eur-lex.europa.eu>
- 36 : Vollmer M. K., T. S. Rhee, M. Rigby, D. Hofstetter, M. Hill, F. Schoenenberger, and S. Reimann (2015), Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 42, 1606–1611
- 37 : Ravishankara AR, Daniel JS, Portmann RW. Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. *Science* 2009; 326:123–5
- 38 : Yumiko Ishizawa, General Anesthetic Gases and the Global Environment, *Anesth Analg* 2011; 112:213–7
- 39 : Mc Gain, Why anaesthetists should no longer use nitrous oxide *Anaesthesia and Intensive Care*, Vol. 35, No. 5, October 2007
- 40 : Mads P. Sulbaek Andersen, Ole J. Nielsen, Timothy J. Wallington, Boris Karpichev, and Stanley P. Sander, Assessing the Impact on Global Climate from General Anesthetic Gases, *Anesth Analg* 2012;114:1081–5
- 41 : Sulbaek Andersen, Nielsen OJ, Karpichev B, et al. Atmospheric chemistry of isoflurane, desflurane, and sevoflurane: kinetics and mechanisms of reactions with chlorine atoms and OH radicals and global warming potentials. *J Phys Chem A* 2012; 116:5806–20.
- 42 : Ryan SM, Nielsen CJ. Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use. *Anesth Analg* 2010; 111: 92–8
- 43 : Matt Campbell, Atmospheric science, anaesthesia, and the environment, *BJA Education*, 15 (4): 173–179 (2015)
- 44 : Sustainable Development Unit. Carbon footprint from anaesthetic gas use 2013. London (England): National Health Service; 2013.
- 45 : Jake Margulies, Dirk Bahoravitch, Shawn Collins, PhD, Ian Hewer, Environmental Impact of Inhaled Anesthetics: A Literature Review *Anesthesia eJournal - Online*  
ISSN 2333-2611 Volume 5 - No. 1 2017
- 46 : Huncke TK, Ryan S, Hopf HW, et al. Greening the Operating Room: Reduce, Reuse, Recycle, and Redesign. Schaumburg, IL: American Society of Anesthesiologists; 2012.
- 47 : Feldman J.M. - Managing fresh gas flow to reduce environmental contamination. *Anesth. Analg.*, 2012 ; 114(5) : 1093-1101.
- 48 : ASA 2017 - Susan Ryan The Environmental Impact of Inhaled Anesthetics -Greening the Operating Room and Perioperative Arena: Environmental Sustainability for Anesthesia Practice – Disponible sur le site <https://asahq.org>
- 49 : Documentation interne du CHU Amiens Picardie – 2018 - Chiffres fournis par le pôle logistique
- 50 : CHU Amiens Picardie – Journal « Repères » n° 26 - Documentation CHU Amiens Picardie – Disponible sur le site <http://www.chu-amiens.fr>
- 51 : McGain E, Hendel SA, Story DA. An audit of potentially recyclable waste from anesthetic practice. *Anaesth Intensive Care*. 2009; 37(5):820–3.
- 52 : McGain F, Story D, Hendel S. An audit of intensive care unit recyclable waste. *Anaesthesia* 2009; 62:1299–302
- 53 : McGain F, White S, Mossenson S, Kayak E, Story D. A survey of anesthesiologists' views of operating

- room recycling. *Anesth Analg* 2012; 114:1049–54
- 54 : HAS - L'évaluation des pratiques professionnelles dans le cadre de l'accréditation des établissements de santé - Document HAS 2005 – Disponible sur le site <https://has-sante.fr>
- 55 : Moty C, Barberger-Gateau P, Salmi L-R, How to Critically Read an Evaluation of Professional Practices, *Rev Med Ass Maladie* 2001;32,2:185-91
- 56 : ANAES- Agence Nationale pour le Développement de l'Évaluation Médicale. L'évaluation des pratiques professionnelles dans les établissements de santé. L'audit clinique. - Disponible sur le site <https://has-sante.fr>
- 57 : Matezak, Pauchard, Guerquin, Billard, Bourgain, Muret, Halogenated anesthetics choice and management can decrease environmental impact and improve the benefits, *ESA 01 AP 13-6* - Disponible sur le site <https://esahq.org>
- 58 : R. Farhi, C. Morel, J. Chéron - Matières plastiques et adjuvants – hygiène et sécurité – INRS ED 638 Oct 2006 - Disponible sur <http://www.inrs.fr>
- 59 : Ecoffey C, SFAR, Sustainable development and anaesthesia : Survey on the use of halogenated gas and nitrous oxid in France in 2018, *Anesth Reanim.* 2019 ; 5 : 110-111
- 60 : ADEME : Eco-profil du stockage des déchets dangereux : Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone. Documentation Base Carbone Version 11.1.0 - 2014. Disponible sur <https://www.ademe.fr>
- 61 : Eco-Calculateur - DGAC (direction générale de l'aviation civile) - Disponible sur <https://eco-calculateur.dta.aviation-civile.gouv.fr>
- 62 : Ministère la transition écologique et solidaire. DGAC Rapport environnement 2007 – Disponible sur <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr>
- 63 : Guthinger G, Guerquin L, Zafiriou Y, Briot C, Chapuis C, Bosson JL, et al. Impact économique et écologique d'une réduction du débit gaz frais sur la consommation d'halogénés. *Ann Fr Anesth Reanim* 2014; 33:A410.
- 64 : Données véhicule en service en 2017 - Insee – Disponible sur <https://www.insee.fr>
- 65 : Evolution Taux CO2 – ADEME Chiffres clés – Disponible sur <http://carlabelling.ademe.fr>
- 66 : Rosenblatt, W. H., Chavez, A., Tenney, D., Silverman, D. G. Assessment of the economic impact of an overage reduction program in the operating room. *Journal of Clinical Anesthesia*, 9(6), 478–481. 1997.
- 67 : John L. Ard, Katherine Tobin, Tessa Huncke, Richard Kline, Susan M. Ryan and Charlotte Bell, A Survey of the American Society of Anesthesiologists Regarding Environmental Attitudes, Knowledge, and Organization, *Anesthesia and analgesia* 2016;6:208–16.
- 68 : Benhamou D, et al. Use of volatile anaesthetic agents in anaesthesia: A survey of practice in France in 2012. *Anaesth Crit Care Pain Med* (2015)
- 69 : Yoan Kagoma, Nathan Stall, Edward Rubinstein, Douglas Naudie, People, planet and profits: the case for greening operating rooms *Canadian Medical Association Journal*, November 20, 2012, 184(17)
- 70 : R. R. Gaiser, T. G. Cheek and B. B. Gutsche, Glass recycling in the labour suite is environmentally sound and Economical, *Br J Anaesth* 2004; 92: 584-6
- 71 : D. Axelrod, W. Harriet, Environmentally conscious use of intravenous anesthetics and other pharmaceuticals, *Greening the OR 2012*, American Society of Anesthesiologist
- 72 : Jodi Sherman, Cathy Le, Vanessa Lamers, and Matthew Eckelman, Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Anesthetic Drugs, *Anesthesia Analgesia Anesth Analg* 2012; 114:1086–90) May 2012 Vol114 Nb 5
- 73 : S. Tay, L. Weinberg, P. Peyton, D. Stor y, J. Bried, Financial and environmental costs of manual versus automated control of end-tidal gas concentrations, *Anaesth Intensive Care* 2013; 41: 95-101
- 74 : Bala G. Nair, Gene N. Peterson, Moni B. Neradilek, Shu Fang Newman, Elaine Y. Huang, Howard A. Schwid, Real-time Decision Support to Notify of Excessive Fresh Gas Flow *Anesthesiology*, V 118 • No 4 874 April 2013
- 75 : Doyle DJ, Byrick R, Filipovic D, Cashin F. Silica zeolite scavenging of exhaled isoflurane: a preliminary report. *Can J Anaesth* 2002; 49:799–804
- 76 : Deltasorb® - Anesthetic Collection Service. Disponible sur <http://www.bluezone.ca>
- 77 : Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt : Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie - Rapport de Guillaume Garot, Député de la Mayenne et Ancien Ministre délégué à l'Agroalimentaire - Au Premier Ministre – Lutte contre le gaspillage alimentaire : propositions pour une politique publique – 2015

## ANNEXES

### ANNEXE I : Questionnaire « Eco-responsabilité au bloc opératoire »

**Eco-responsabilité au bloc opératoire**

**Dans le cadre d'un travail de thèse concernant la mise en place d'un projet de développement durable au sein de nos salles d'intervention, je vous propose un questionnaire afin d'évaluer les consciences et pratiques écologiques parmi les différents acteurs de notre bloc opératoire. Merci pour votre participation**

1. Qui êtes-vous ?

Homme

Femme

2. Quel est votre âge ?

< 25 ans

Entre 25 et 35 ans

Entre 36 et 50 ans

> 50 ans

3. Quelle profession exercez-vous au sein du bloc opératoire (BO) ?

4. Dans quel type d'établissement travaillez-vous ?

CHR - CHU

Centre hospitalier général

Clinique ou Hopital privé

5. Depuis combien d'années travaillez-vous dans le milieu hospitalier ?

< 5 ans

Entre 5 et 10 ans

Entre 10 et 20 ans

> 20 ans

6. Vous sentez-vous concernés par les questions environnementales en général ?

- Jamais
- Occasionnellement
- Régulièrement
- Tous les jours

7. Avez-vous déjà mis en place des actions pour diminuer l'impact environnemental de votre vie personnelle ?

- Jamais
- Occasionnellement
- Régulièrement
- Tous les jours

8. Selon vous, quel est le degré d'impact sur l'environnement du BO ?

- Très faible
- Faible
- Important
- Extrême

9. Connaissez-vous les conséquences environnementales de vos activités au BO ?

- Pas du tout
- Partiellement
- En grande partie
- Totalement

Si oui, pouvez-vous en citer une ou plusieurs ?

10. Donneriez-vous de l'importance à la mise en place d'actions de développement durable au BO ?

0 - Pas du tout

10 - Totalement, et j'encouragerai mes collègues

11. Selon vous, en plus des bénéfices pour notre planète, des actions de développement durable au BO pourrait entrainer d'autres atouts sur:

- La qualité de soins
- La qualité de vie au travail
- Le bien-être du patient
- L'économie du service
- La renommée du service
- La cohésion d'équipe au travail
- Le fonctionnement du service
- La philosophie soignante
- La sécurité sanitaire

12. Avez-vous déjà mis en place des actions pour diminuer votre impact environnemental au BO ?

- Jamais
- Occasionnellement
- Régulièrement
- Tous les jours

Si oui, quelles sont-elles ?

13. Quelles limites pourriez-vous rencontrer au BO pour appliquer des actions de développement durable ?

- Coût
- Temps
- Accès / Moyens
- Sécurité du patient
- Défaut d'information
- Administration
- Je ne me sens pas concerné

14. Aimeriez-vous bénéficier d'une **information** concernant quelques solutions écologiques à adopter au BO ?

- Pas du tout
- Probablement
- Certainement
- Absolument

15. Aimeriez-vous bénéficier d'une **formation** concernant quelques solutions écologiques à adopter au BO ?

- Pas du tout
- Probablement
- Certainement
- Absolument

16. Selon vous, quelle pourrait être la 1ère action à mener au BO pour limiter notre impact écologique ?

17. Souhaitez-vous rajouter un commentaire concernant l'éco-responsabilité au BO ?

## ANNEXE II : Questionnaire « Time to relax : Gaz halogénés »



### Gaz halogénés

**Merci à tous de participer à ce questionnaire sur la responsabilité écologique au bloc opératoire, plus particulièrement sur l'utilisation des gaz d'anesthésie. Cela va nous permettre d'approfondir notre évaluation des pratiques avant la mise en place d'un projet de développement durable. Veuillez répondre à nos questions sans support mais selon vos croyances.**  
***Merci encore pour votre participation***

\* 1. Quel est votre sexe ?

- Homme  
 Femme

\* 2. Quelle est votre âge ?

- < 25 ans  
 Entre 25 et 35 ans  
 Entre 36 et 50 ans  
 > 50 ans

\* 3. Dans quelle ville travaillez-vous ?

- Amiens  
 Bordeaux  
 Beauvais  
 Autre

Si autre, veuillez préciser

\* 4. Quelle est votre profession au sein du bloc opératoire ?

\* 5. Quelle est votre ancienneté au sein de votre profession ?

- < 3 ans
- Entre 3 et 10 ans
- Entre 11 et 20 ans
- > 20 ans

\* 6. Dans quel(s) type(s) d'établissement travaillez-vous ?

- CHU - CHRU
- CH général
- Clinique ou Hôpital privé

\* 7. Quel est le gaz halogéné que vous utilisez le plus souvent lors de votre entretien anesthésique ?

- Sévoflurane
- Desflurane
- Isoflurane

\* 8. Sur quels arguments faites-vous le choix du gaz halogéné lors de votre entretien anesthésique ?

- Recommandations de bonnes pratiques
- Habitudes personnelles
- Pratiques du site où vous exercez
- Lectures scientifiques / Articles
- Économiques
- Facilité d'utilisation / Maniabilité
- Autres

Si "autres", veuillez préciser

\* 9. D'après vous, les gaz d'anesthésie sont-ils considérés comme gaz à effet de serre (GES) ?

- Oui
- Non

10. Si oui, leur impact atmosphérique est selon vous:

- Très faible
- Faible
- Important
- Extrême

\* 11. Utilisez-vous encore du protoxyde d'azote ?

- Oui
- Non

Si oui, veuillez préciser dans quels cas ?

\* 12. Quel est le poids de 0 (très faible) à 10 (prioritaire) que vous accorderez à l'effet polluant du gaz d'anesthésie dans la balance bénéfique/risque pour son utilisation ?

0 10

\* 13. Changeriez-vous vos habitudes d'utilisation des gaz d'anesthésie sur le seul argument écologique ?

- Oui
- Non

\* 14. De façon générale, à quel niveau réglez-vous votre débit de gaz frais (DFG) dans votre pratique quotidienne ?

- Entre 0,4 et 0,8
- Entre 0,9 et 1,5
- Entre 1,6 et 3
- Plus de 3
- Utilisation d'AINOC (anesthésie inhalée à objectif de concentration)

\* 15. Sur quels arguments réglez-vous votre DGF ?

- Recommandations de bonnes pratiques
- Lectures scientifiques / Articles
- Habitudes personnelles
- Pratiques du lieu où vous exercez
- Economiques
- Maniabilité
- Autres

Si "Autres", veuillez préciser

\* 16. Pour quelles raisons utilisez-vous un entretien par gaz halogénés plutôt que par AIVOC ?

- Durée d'intervention
- Antécédents du patient
- Habitudes personnelles
- Habitudes du service
- Ergonomique
- Défaut d'information
- Défaut de formation
- Économique
- Autres

si Autre, veuillez préciser

\* 17. Selon vous, comment classer ces gaz d'anesthésie selon leur impact sur notre atmosphère ? (1= plus néfaste à 4= moins néfaste)

<input type="text"/>	<input type="text"/>	Isoflurane
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Desflurane
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Sevoflurane
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Protoxyde d'azote

\* 18. D'après vous, ces dernières années, le coût des gaz halogénés a plutôt :

- Diminué
- Stagné
- Augmenté

\* 19. Selon vous, comment classer ces gaz d'anesthésie selon leur coût ? (1= plus cher à 4= moins cher)

⋮	<input type="text"/>	Desflurane
⋮	<input type="text"/>	Sévoflurane
⋮	<input type="text"/>	Isoflurane
⋮	<input type="text"/>	Protoxyde d'azote

\* 20. Aimerez-vous bénéficier d'une information sur une utilisation plus éco-responsable des gaz volatils d'anesthésie ?

0 Pas du tout	10 Oui, et j'encouragerai mes collègues
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>

## **ANNEXE III : Protocoles pour une gestion éco-responsable des déchets**

### **Protocole d'organisation du parcours des métaux pour le recyclage**

#### **But et objet**

Cette action a pour objectif de définir le parcours nécessaire au recyclage des métaux.

Ce document a pour objectifs :

- définir le rôle de chaque soignant dans la mise en place de cette action
- de définir le conditionnement de ces déchets et le lieu d'acheminement
- de définir le rôle de l'association dans la récupération et la valorisation

#### **Exigences à appliquer**

Maintenir le système en sécurité pour les personnels du CHU.

Assurer le respect des règles d'hygiène.

Respecter les conditions de décontamination.

Assurer le lien entre les différents intervenants

#### **Responsabilités**

L'acheminement des métaux pour la décontamination est sous la responsabilité du personnel du bloc opératoire (IBODEs, IADEs)

La récolte et le transfert des métaux chez le ferrailleur pour la valorisation sont sous la responsabilité des membres du projet « Eco-responsabilité au bloc opératoire »

#### **Actions et méthodes**

##### LAMES EN METAL DE LARYNGOSCOPE A USAGE UNIQUE :

- Après l'intubation la lame utilisée est conservée dans son emballage d'origine jusqu'à la fin de l'intervention.
- A la fin de l'intervention, la lame en métal de laryngoscope à UU est déposée par l'IADE dans les bacs de décontamination, avec les autres instruments chirurgicaux.
  - La lame de laryngoscopie, ainsi que les autres métaux à recycler seront déposés auparavant dans un contenant spécifiquement identifié (panier) pour faciliter leur reconnaissance par le personnel de la décontamination.
- l'IBODE présente lors de l'intervention oriente les bacs vers la salle de décontamination : la lame de laryngoscopie est alors immergée dans un bain d'Aniosyme X3 au moins 5 minutes pour décontamination, avec le reste des métaux destinés au recyclage.
  - ceux-ci suivent donc le même circuit que les instruments chirurgicaux.
- Après cette décontamination effectuée par le personnel de la salle de décontamination, les lames sont rassemblées dans un sac poubelle fermé hermétiquement et stockées dans un carton.
- Les cartons de stockage des métaux destinés au recyclage doivent être clairement **identifiés** par des étiquettes
- Récupération des métaux destinés au recyclage par les membres du projet pour être valorisé, à la fin de chaque semaine
  - La **traçabilité** doit être organisée avant la sortie des métaux vers l'extérieur de l'hôpital pour recyclage

##### FILS DE BISTOURIS ELECTRIQUES A USAGE UNIQUE :

**Cette section concerne également tous les autres fils électriques d'instruments à usage unique**

- A la fin de l'intervention, le bistouri est récupéré par l'IBODE :
  - les deux extrémités sont coupées (stylo et prise) afin de **ne conserver que le câble**
  - ce câble suit alors le même circuit que les instruments chirurgicaux (cf supra procédure pour les lames de laryngoscopie)
- Après décontamination dans une solution d'Aniosyme X3 au moins 5 minutes effectuée par le personnel de la salle de décontamination, les câbles sont rassemblés dans des sacs poubelle fermés hermétiquement et stockés dans un carton
- Les cartons de stockage des métaux destinés au recyclage doivent être clairement **identifiés** par des étiquettes
- Récupération des métaux destinés au recyclage par les membres du projet pour être valorisé, à la fin de chaque semaine
  - La **traçabilité** doit être organisée **avant** la sortie des métaux vers l'extérieur de l'hôpital pour recyclage

##### AUTRES METAUX A USAGE UNIQUE

**Cette section concerne tous les instruments à usage unique en métal**

- Après utilisation d'un instrument métallique à usage unique, celui-ci est stocké temporairement par le personnel l'ayant utilisé.
- A la fin de l'intervention, les instruments métalliques à usage unique sont déposés par l'IADE ou l'IBODE dans les bacs de décontamination, avec les autres instruments chirurgicaux.
  - Les métaux à UU à recycler seront déposés auparavant dans un contenant spécifiquement identifié (panier), pour faciliter leur reconnaissance par le personnel de la décontamination.
- l'IBODE présente lors de l'intervention oriente les bacs vers la salle de décontamination : les instruments métalliques à usage unique sont alors immergés dans un bain d'Aniosyme X3 au moins 5 minutes pour décontamination
  - ceux-ci suivent donc le même circuit que les instruments chirurgicaux.
- Après cette décontamination effectuée par le personnel de la salle de décontamination, les instruments métalliques à usage unique sont rassemblés dans un sac poubelle fermé hermétiquement et stockés dans un carton.
- Les cartons de stockage des métaux destinés au recyclage doivent être clairement **identifiés** par des étiquettes
- Récupération des métaux destinés au recyclage par les membres du projet pour être valorisé, à la fin de chaque semaine
  - La **traçabilité** doit être organisée avant la sortie des métaux vers l'extérieur de l'hôpital pour recyclage

## Protocole de mise en place des sacs de déchets au bloc opératoire

### But et objet

Cette action a pour but d'améliorer le tri des déchets selon leur type (DAOM et DASRI) afin de diminuer le coût écologique et économique lié à l'élimination des DASRI.

Ce document a pour objectifs de :

- définir le type de sac (jaune ou noir) selon la localisation au sein d'une salle d'intervention, au sein des autres lieux du bloc opératoire
- définir le nombre de sacs de déchets dans chaque salle d'intervention et au niveau des autres lieux de bloc opératoire
- définir le rôle des ASH dans la mise en place de cette action

### Exigences à appliquer

Maintenir le système en sécurité pour les personnels du CHU

Assurer le respect des règles d'hygiène

Assurer le lien entre les différents intervenants

### Responsabilités

La mise en place des sacs poubelles selon leur type en fonction de la localisation est sous la responsabilité des ASH

Le bon fonctionnement de ces nouveaux protocoles est sous la responsabilité du cadre de santé de l'unité

### Définitions

- Sacs noirs : DAOM (déchets de soins associés aux ordures ménagères)
- Sacs jaunes : DASRI (déchets d'activités de soins à risques infectieux)

### Actions et méthodes

Au sein des salles d'interventions :

- Côté anesthésique: un seul sac noir 110L
- Côté chirurgical :
  - 1 grand sac jaune 110L et 1 grand sac noir 110L
  - 4 baquets roulants :
    - 4 sacs noirs 50L avant incision
    - 2 sacs jaunes 50L + 2 sacs noirs 50L après incision
  - 1 conteneur rigide à OPCT (Objets Piquants Coupants Tranchants) de grande taille (caisse outre)

Si un dispositif médical est fortement souillé du côté anesthésique (par exemple lors d'une pose de KT central) et nécessite d'être éliminé comme DASRI, ce dernier ira dans le conteneur rigide à OPCT de grande taille (caisse outre) côté chirurgical.

Exceptions :

- ✓ Dans les salles d'intervention accueillant un patient porteur de BHR (bactéries hautement résistantes) ou Clostridium difficile il faut utiliser uniquement des sacs jaunes (DASRI)
- ✓ Lorsque la chirurgie est considérée comme non sanglante (exemple : chirurgie urologique, chirurgie de surface...) et chez des patients non porteurs de BHR ou C.difficile il faut utiliser uniquement des sacs noirs (DAOM)

En dehors des salles d'interventions :

**Il n'y a pas lieu d'utiliser des sacs jaunes (DASRI) en dehors des salles d'interventions**

Sont concernés :

- La salle d'accueil du bloc opératoire
- La zone de préparation des patients au sein du bloc opératoire
- Le lieu de nettoyage des brancards
- Les chariots de nettoyage des ASH
- Les vestiaires, les salles de repos, les bureaux au sein du bloc opératoire

## Protocole du tri du verre au bloc opératoire

### But et objet

Cette action a pour but d'améliorer le tri des déchets selon leur type (verre médical) afin de diminuer le coût écologique et économique lié à l'élimination des déchets.

Ce document a pour objectifs de :

- Identifier le type contenant dans lequel seront jetés les déchets en verre
- définir la localisation de ces contenants de tri du verre au sein du bloc opératoire
- définir le rôle des personnels du bloc opératoire dans la mise en place de cette action

### Exigences à appliquer

Maintenir le système en sécurité pour les personnels du CHU

Assurer le respect des règles d'hygiène

Assurer le lien entre les différents intervenants

### Responsabilités

La mise en place des collecteurs de tri du verre est sous la responsabilité des IADE

Le bon fonctionnement de ces nouveaux protocoles est sous la responsabilité du cadre de santé de l'unité

### Actions et méthodes

Au sein des salles d'interventions :

- Côté anesthésie :
  - Disposition d'1 collecteur cartonné de petite taille facilement identifiable, sur lequel est inscrit « verre » côté anesthésie
  - Les déchets en verre (ampoules et flacons vides) seront stockés dans ce contenant spécifique jusqu'à ce qu'il soit plein au 2/3
  - Une fois le contenant plein au 2/3, il est fermé et jeté dans un sac noir (DAOM), le verre médical n'étant pour le moment non recyclable
  - Après élimination dans un sac noir (DAOM) les IADE replacent un collecteur cartonné de petite taille facilement identifiable, sur lequel est inscrit « verre » côté anesthésie. Ce contenant cartonné sera facilement trouvé au sein de l'arsenal de chaque module.

## Protocole de récupération des cartons pour recyclage au bloc opératoire

### But et objet

Cette action a pour but d'améliorer le tri des déchets selon leur type (cartons) afin de diminuer le coût écologique et économique lié à l'élimination des déchets.

Ce document a pour objectifs de :

- Identifier le type de sac dans lequel seront jetés les déchets cartons
- définir la localisation de ces sacs de tri des cartons recyclables au sein du bloc opératoire
- définir le rôle des personnels du bloc opératoire dans la mise en place de cette action

### Exigences à appliquer

Maintenir le système en sécurité pour les personnels du CHU

Assurer le respect des règles d'hygiène

Assurer le lien entre les différents intervenants

### Responsabilités

La mise en place des sacs de tri des cartons recyclables est sous la responsabilité des ASH

Le bon fonctionnement de ces nouveaux protocoles est sous la responsabilité du cadre de santé de l'unité

### Actions et méthodes

Au sein des salles d'interventions :

- Côté chirurgical :
  - 1 grand bac rigide type caisse outre, facilement identifiable, sur lequel est inscrit « cartons »
  - Ces bacs seront emportés par les ASH, à la fin de chaque intervention, en même temps que les autres types de déchets (DASRI et DAOM), et vidés dans le conteneur spécifique « cartons à recycler » en salle de stockage temporaire des déchets
  - Les ASH replacent avant chaque intervention le bac dédié, désinfecté et propre, dans sa salle d'intervention

Au sein de l'arsenal de chaque module :

- 2 grands bacs rigides type caisse outre, facilement identifiable, sur lesquels est inscrit « cartons »

# ANNEXE IV : Supports formation : «Gestion éco-responsable des déchets»

### Valorisation Cartons

Actuellement  
Une filière de recyclage des cartons existe mais est peu exploitée au BO

Petits et Moyens emballages

Gros Cartons

Papiers cartonnés

Au sein des salles d'interventions côté chirurgical

1 grand bac rigide (caisse outre) sur lequel est inscrit « cartons »

Bac pris en charge par les ASH après chaque intervention et vidé dans le conteneur spécifique « cartons à recycler » en salle de stockage temporaire des déchets

Les ASH replacent avant chaque intervention le bac dédié, désinfecté et propre, dans sa salle d'origine

OBJECTIFS

Diminuer les poids DAOM et DASRI  
Favoriser une seconde vie aux cartons  
Améliorer les filières de recyclage du CHU

### Valorisation Plastiques

Pas d'exploitation des filières de recyclage des plastiques au CHU

Actuellement il faut créer une filière

En attendant soyons attentifs aux plastiques éligibles à une valorisation

### Valorisation Verres Médicaux

Il n'existe actuellement pas de filière de recyclage du verre médical en France

Au sein des salles d'interventions côté anesthésie

Disposition d'1 collecteur cartonné de petite taille sur lequel est inscrit « verre »

Les déchets en verre seront stockés dans ce contenant spécifique jusqu'à ce qu'il soit plein au 2/3

Une fois le contenant plein au 2/3, il est fermé et jeté dans un sac noir DAOM

Après élimination dans un sac noir DAOM les LADES replacent un collecteur cartonné facilement identifiable côté anesthésie

Ces collecteurs cartonnés seront facilement trouvés dans l'arsenal de chaque module

OBJECTIFS

Diminuer le poids des DASRI  
Evaluer la faisabilité d'une nouvelle filière de recyclage du verre médical

## INVERSION DU RAPPORT DASRI / DAOM

Article 1385 du Code de santé publique

DASRI – présentent un risque infectieux, du fait qu'ils contiennent des micro-organismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'en raison de leur nature, de leur quantité ou de leur métalbolisme, ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants

**ETUDE MODULE 1**

116 interventions chirurgicales

600 kg de déchets sur 4 salles pendant

Catégorie	Poids en KG	Pourcentage
DAOM	~230	38,6%
DASRI	~410	64,4%
Recyclable	~6	0,9%

■ Avant redistribution selon la catégorie des déchets  
■ Après redistribution selon la catégorie des déchets

Protocole de mise en place des sacs de déchets au sein du BO

Améliorer le tri des déchets selon leur type (DAOM et DASRI) afin de diminuer le coût écologique et économique lié à l'élimination des DASRI

Au sein des salles d'intervention

**Côté anesthésique**

1 sac noir 110L

**Côté chirurgical**

1 sac jaune 110L + 1 sac noir 110L

4 bacs roulants

**Avant incision**

2 sacs jaunes 30L + 2 sacs noirs 30L

**Après incision**

4 sacs jaunes 30L

1 conteneur rigide à OPCT de grande taille (caisse outre)

Pas de sac jaune en dehors des salles d'intervention

Objectif  
DASRI < 40% en  
2018

ET AILLEURS  
IGR  
Travail d'éducation permettant une réduction du volume de DASRI de 43% en un an.

## VALORISATION DES METAUX

### METAUX CONCERNES

LAME LARYNGOSCOPE A UU  
FIL DE BISTOURIS ELECTRIQUES A UU  
AUTRES FILS ELECTRIQUES D'INSTRUMENTS A UU  
TOUS LES METAUX A UU

### PROTOCOLE POUR L'ORGANISATION DU RECYCLAGE DES METAUX

**LAMES DE LARYNGOSCOPE**  
Après intubation, conservation dans son emballage d'origine  
En fin d'intervention, déposées par l'IADE dans le contenant spécifiquement identifié  
L'IBODE présent oriente le contenant vers la salle de décontamination  
Immersion dans un bain d'AniosymeX3 effectuée par le personnel de la salle de décontamination  
Assemblées dans un sac fermé hermétiquement et stockées dans un carton  
Les cartons de stockage seront clairement identifiés par des étiquettes

**FILS D'INSTRUMENTS ELECTRIQUES A USAGE UNIQUE**  
A la fin de l'intervention, instrument récupéré par l'IBODE  
Extrémités coupées afin de ne conserver que le câble  
Même circuit : contenant spécifique puis salle de décontamination

BENEFICES ATTENDUS

ACCEUIL DES PATIENTS

=> Diminuer le stress péri opératoire  
Achats de jouets pour les enfants  
Tablettes multimédias  
Musicothérapie  
Aromathérapie

PERSONNEL

Subvention Formation  
Hypnose  
Matériel / Salle de repos  
Fontaine à eau  
Gourdes personnelles

Charte d'éco responsabilité

Inscription dans le règlement intérieur du BO sans notion d'obligation

Cellule d'éco responsabilité (Asso ou UF)

Projet commun

Cohésion d'équipe

ET AILLEURS  
CHU RENNES  
Création de l'association  
« Les petits doudous »

**ANNEXE V : Pancarte « gestion éco-responsable des déchets » affichée en salle de bloc**

# ECO RESPONSABILITE AU BLOC OPERATOIRE

**Diminution DASRI**



**DISPOSITION DES SACS**

**ÇOTE ANESTHESIE**  
1 SAC NOIR 110L

**ÇOTE CHIRURGIE**  
1 SAC JAUNE 110L + 1 SAC NOIR 110L

**BAQUETS ROULANTS**  
**AVANT INCISION**  
2 SACS JAUNES + 2 SACS NOIRS 50L

**APRES INCISION**  
4 SACS JAUNES 50L (OU 3+1)

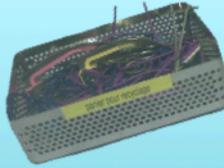


**ARTICLE R1335 – 1**  
**CODE DE SANTE**  
**PUBLIQUE**

**UN OBJET SOUILLE N'EST PAS TOUJOURS A RISQUE INFECTIEUX**

**RECYCLAGE METAUX**

1. Lames laryngoscopes
2. Câbles électriques d'instruments à UU
3. Instruments métalliques à UU



Conservation de la lame d'intubation dans son emballage d'origine

Extrémités des fils électriques coupées afin de ne conserver que le câble



En fin d'intervention, déposer les métaux dans le panier dédié

L'IBODE oriente le contenant vers la salle de décontamination

**VERRES MEDICAUX STOCKES DANS UN CONTENANT CARTONNE SPECIFIQUE QU'ON TROUVE DANS L'ARSENAL DE CHAQUE MODULE**



**UNE FOIS LE CONTENANT PLEIN AU 2/3, IL EST FERME ET JETE DANS UN SAC NOIR DAOM**

**COTE CHIRURGIE**

**METTRE LES CARTONS – PAPIERS CARTONNES DANS LE FUT SPECIFIQUE**

**LE FUT "CARTONS" EST PRIS EN CHARGE PAR LES ASH APRES CHAQUE INTERVENTION**

**IL EST VIDE DANS LE CONTENEUR SPECIFIQUE « CARTONS A RECYCLER » EN SALLE DE STOCKAGE DES DECHETS**

**LES ASH REPLACENT AVANT CHAQUE INTERVENTION LE BAC DEDIE, DESINFECTE ET PROPRE, DANS SA SALLE D'ORIGINE**

Référents : Dr Garnier (MAR), Dr Demailly (Chirurgien), François Joachim (Cadre), Caroline Lemault (IBODE), Sylvie Cantrelle (IADE), Mélanie Maréchal (ASH), Sébastien Bulant (Brancardier), Loïc Del Bove (Interne)

## ANNEXE VI : Support informatif sur les gaz d'anesthésie

### **FICHE D'INFORMATION POUR UNE GESTION ECO-RESPONSABLE DES GAZ D'ANESTHESIE** **(A laisser en salle svp)**

#### *Résumé des réponses au questionnaire*

Sur 106 interrogés (63% taux de réponse) : 100% souhaitaient une information.  
Le score moyen (côté de 0 à 10) accordé à l'importance d'une information était de 8,9.  
Le poids moyen (côté de 0 à 10) accordé à l'effet polluant des gaz d'anesthésie dans leur utilisation était de 5/10.  
Mais 60% des participants changeraient leurs habitudes sur l'argument écologique.

#### **HALOGENES**

*80% des professionnels de l'anesthésie utilisent le sévoflurane*

**Mais audit module 1 mars 2018 : 57% des interventions se font sous desflurane**  
(Pédiatrie inclus utilisant que le sévoflurane)

#### **GAZ A EFFET DE SERRE ? OUI**

3,1 millions tonnes Eq-CO2 = 1% des GES mais **10% de l'effet anthropique**

- Fort potentiel de réchauffement : 300 à 5000 fois plus que le CO2
- Absorption très forte des infrarouges + très stables dans l'atmosphère
- En augmentation constante

**Classement selon leur PRG** (potentiel de réchauffement global)  
(Du plus néfaste au moins néfaste)

**Desflurane > Isoflurane > Protoxyde d'azote > Sévoflurane**

Durée de vie dans l'atmosphère : desflurane 21 ans ◆ sévoflurane 4 ans

Potentiel de réchauffement climatique à 100 ans : desflurane 1620 ◆ sévoflurane 210

- 80% des effets climatiques de l'anesthésie inhalée sont imputables au desflurane  
(Production, transport, utilisation et élimination via la prise SEGA)

**1 flacon de desflurane ≈ 1 T Eq-CO2 = 20 AR Bordeaux-Paris en Avion**

*Principale cause d'utilisation du desflurane : capacité de réveil plus rapide*

#### **Cependant dans plusieurs études**

- Pas de différence dans le délai d'ouverture des yeux, d'extubation ou de temps passé en SSPI (seule différence : plus de NVPO avec le desflurane)
- Les études « pro-desflurane » concernent surtout l'obésité morbide
- Si différence statistique il y a, peu de différence en pratique clinique (moins de 5 min)
- Surtout aucune différence dans l'anesthésie de courte durée (ambulatoire)

### **PROTOXYDE d'AZOTE**

Réponse au questionnaire : encore 15% utilisent de N2O  
Audit Mars 2018 : 150L N2O utilisés en 10 jours ouvrables

- ✓ **Gaz à effet de serre : 3eme position** après le CO2 et le CH4 (méthane)
- ✓ Destructeur de la couche d'ozone
- ✓ Durée de vie dans l'atmosphère à 102 ans
- ✓ Potentiel de réchauffement climatique à 100 ans : 300

#### ***Arrêt de son utilisation***

- Bénéfices écologiques
- Protection pour la santé du personnel (altération ADN de façon dose dépendante)
- Intérêt médical : effets secondaires connus (dont NVPO)
- Peu d'avantage : la kétamine l'a supplanté concernant son effet anti NMDA

### **DEBIT DE GAZ FRAIS**

Réponse au questionnaire : près de 70% utilisent un DGF entre 0,9 et 1,5 (trop élevé)

Notion de **Low flow** entre 0,5 et 1L/min et **Minimal flow** entre 0,25 et 0,5 L/min

- Satisfaire la VO2 (consommation d'O2) patient = entre 3 et 5 ml/kg/min d'O2 frais
- En fonction du DGF et de la FiO2
- Avantages économiques + écologiques + médicaux (homéostasie corporelle)
- Moins d'exposition pour le personnel d'anesthésie (directive médecine du travail)
- Pas de toxicité retrouvée dans les études concernant un bas DGF

Solution

**Faire varier la Fraction Inspirée en gaz plutôt que le DGF lors de l'entretien**

### **COÛT**

Coût total en 2016 : desflurane 176 000€ ◆ sévoflurane 124000€  
**Audit Mars 2018 : 13 flacons (1071€) desflurane ◆ 10 flacons (798€) sévoflurane**

Classement des gaz d'anesthésie selon leur coût au CHU Amiens Picardie (prix 2018) :

**Desflurane 79€ > Sevoflurane 73€ (en baisse constante) > Isoflurane**

- Tendance équivalente dans d'autres études
- Pour une même profondeur d'anesthésie : 2 à 3 fois plus de desflurane utilisé

#### ***Rationnel***

- ❖ Absence de protocole d'utilisation raisonnée, local ou national, intégrant le coût écologique des agents halogénés
- ❖ Obligation légale RSE (responsabilité sociétale des entreprises)
- ❖ Ethique et humanitaire

**ANNEXE VII : Pancarte « gestion éco-responsable des gaz d'anesthésie » affichée en salle de BO**

*Ré inventons une façon de travailler  
« Etre Eco responsable »*

**UTILISATION ECO RESPONSABLE DES GAZ  
D'ANESTHESIE**



**Limiter l'utilisation du Desflurane**

(indication pertinente : anesthésie de longue durée chez le patient obèse)

Agent avec un fort impact écologique et un fort coût économique

	Durée de vie	Potentiel de réchauffement climatique		Potentiel d'augmentation de température	
		À 20 ans	À 100 ans	À 20 ans	À 100 ans
N <sub>2</sub> O	102 ans	290	300	300	320
Isosflurane	6 ans	1800	510	790	100
Desflurane	21 ans	5090	1620	3650	550
Sévoflurane	4 ans	720	210	260	40

**Travailler en circuit fermé**

DGF entre 0,5 et 1L/min, en tout sécurité car les besoins métaboliques en O<sub>2</sub> sont assurés  
Et c'est mieux pour la planète

**Ne plus utiliser le N<sub>2</sub>O**

Gaz à effet de serre puissant, destructeur de la couche d'ozone, avec peu d'avantages médicaux

## **RESUME**

**Introduction :** Les blocs opératoires (BO) participent au réchauffement climatique en rejetant une grande quantité de déchets et de puissants gaz à effet de serre, les gaz halogénés (GH). Notre objectif était d'évaluer, par la mesure de bénéfices écologiques et économiques, l'effet d'une formation du personnel de BO sur les impacts environnementaux de leurs activités.

**Matériels et Méthodes :** Sur 4 salles de BO, nous avons appliqué les règles d'une évaluation des pratiques professionnelles pour observer une réduction des déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) et des consommations de GH après formation.

**Résultats :** La médiane du poids journalier des DASRI est passée de 9,8kg (7,4-11,5) à 3,8kg (1,1 – 6) ( $p < 0,0001$ ). Cela correspond à une réduction de 60,5% de DASRI sur la durée de notre étude occasionnant une économie de 18960€ et 62,8 tCO<sub>2</sub>Eq sur le BO. La consommation de GH a réduit de 36,85%, avec une diminution de la consommation moyenne de desflurane de 25,9 ml (+/- 42,5) à 3,8 ml (+/- 12,7) ( $p < 0,0001$ ) entraînant une économie de 51464€/an sur le BO, et un gain de CDE20 de 9906 kg/an. Nous n'avons pas observé de diminution du DGF moyen en entretien (1,18 l/h +/- 0,50 versus 1,16 l/h +/- 0,48  $p = 0,81$ ).

**Discussion :** L'amélioration du tri et du recyclage au sein du BO trouve son utilité sur les plans économique, écologique et social. D'autres matières pourraient être valorisées en accentuant nos efforts. Pour optimiser l'utilisation des GH, il faudra renforcer la formation sur l'utilisation des bas DGF sans compromettre la sécurité du patient. Les perspectives d'avenir seraient de créer une cellule d'éco-responsabilité institutionnelle.

**Conclusion :** Un projet de développement durable a toute sa place au sein de la prise en charge globale du patient dans un établissement de soins. Ces démarches impliquent un soutien des instances hospitalières et des sociétés savantes.

**Mots clés :** développement durable – anesthésie – gaz halogénés – déchets hospitaliers – formation

## **ABSTRACT**

**Background:** Operating theaters (OR) contribute to global warming with a large quantity of disposal waste and anesthetic gases that are powerful greenhouse gases. Our goal was to evaluate by measuring ecological and economic benefits, impacts of training on OR staff on environmental consequences of their activities.

**Study Design:** On 4 OR rooms, we applied the rules of an evaluation of professional practices to observe a reduction of infectious waste and GH consumption after training.

**Results:** The median daily weight of infectious waste decreased from 9.8kg(7.4-11.5) to 3.8kg(1.1-6)( $p < 0.0001$ ) corresponding to a reduction of 60.5% of infectious waste over the duration of our study resulting in savings of €18960 and 62.8 tCO<sub>2</sub>Eq in the OR. GH consumption decreased by 36.85%, with a decrease in average desflurane consumption from 25.9 ml(+/- 42.5) to 3.8 ml(+/- 12.7) ( $p < 0.0001$ ) resulting in a saving of €51464/year on the OR, and a CDE20 gain of 9906 kg/year. We did not observe a decrease in mean DGF maintenance (1.18 l/h +/- 0.50 versus 1.16 l/h +/- 0.48  $p = 0.81$ ).

**Discussion :** The improvement of sorting and recycling streams within OR are useful in economic, ecological and social terms. Other materials could be valued by accentuating our efforts. To further improve our GH consumption, we will need to increase our training on the use of low FGF without compromising patient safety. The future would be to create an institutional ecological unit to free up time for this type of work.

**Conclusions :** A sustainable development plan can have a leading position within the global care in OR, but it is necessary to be supported by hospital and medical scholarly societies.

**Keywords :** sustainable development - anesthesia – halogenated anesthetic gases - hospital waste – training

**Titre : Impact d'une formation sur les conséquences environnementales des activités du bloc**

**opératoire : Pour une gestion éco-responsable des déchets et des gaz d'anesthésie**

**Introduction :** Les blocs opératoires (BO) participent au réchauffement climatique en rejetant une grande quantité de déchets et de puissants gaz à effet de serre, les gaz halogénés (GH). Notre objectif était d'évaluer, par la mesure de bénéfices écologiques et économiques, l'effet d'une formation du personnel de BO sur les impacts environnementaux de leurs activités.

**Matériels et Méthodes :** Sur 4 salles de BO, nous avons appliqué les règles d'une évaluation des pratiques professionnelles pour observer une réduction des déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) et des consommations de GH après formation.

**Résultats :** La médiane du poids journalier des DASRI est passée de 9,8kg (7,4-11,5) à 3,8kg (1,1 – 6) ( $p < 0,0001$ ). Cela correspond à une réduction de 60,5% de DASRI sur la durée de notre étude occasionnant une économie de 18960€ et 62,8 tCO<sub>2</sub>Eq sur le BO. La consommation de GH a réduit de 36,85%, avec une diminution de la consommation moyenne de desflurane de 25,9 ml (+/- 42,5) à 3,8 ml (+/- 12,7) ( $p < 0,0001$ ) entraînant une économie de 51 464€/an sur le BO, et un gain de CDE20 de 9906 kg/an. Nous n'avons pas observé de diminution du DGF moyen en entretien (1,18 l/h +/- 0,50 versus 1,16 l/h +/- 0,48  $p = 0,81$ ).

**Discussion :** L'amélioration du tri et du recyclage au sein du BO trouve son utilité sur les plans économique, écologique et social. D'autres matières pourraient être valorisées en accentuant nos efforts. Pour optimiser l'utilisation des GH, il faudra renforcer la formation sur l'utilisation des bas DGF sans compromettre la sécurité du patient. Les perspectives d'avenir seraient de créer une cellule d'éco-responsabilité institutionnelle.

**Conclusion :** Un projet de développement durable a toute sa place au sein de la prise en charge globale du patient dans un établissement de soins. Ces démarches impliquent un soutien des instances hospitalières et des sociétés savantes.

**Mots clés :** développement durable – anesthésie – gaz halogénés – déchets hospitaliers – formation

---

**Title: Impact of training on the environmental consequences of operating theater activities: sustainable management of waste and anesthetic gases**

**Background:** Operating theaters (OR) contribute to global warming with a large quantity of disposal waste and anesthetic gases that are powerful greenhouse gases. Our goal was to evaluate by measuring ecological and economic benefits, impacts of training on OR staff on environmental consequences of their activities.

**Study Design:** On 4 OR rooms, we applied the rules of an evaluation of professional practices to observe a reduction of infectious waste and GH consumption after training.

**Results:** The median daily weight of infectious waste decreased from 9.8kg(7.4-11.5) to 3.8kg(1.1-6)( $p < 0.0001$ ) corresponding to a reduction of 60.5% of infectious waste over the duration of our study resulting in savings of €18960 and 62.8 tCO<sub>2</sub>Eq in the OR. GH consumption decreased by 36.85%, with a decrease in average desflurane consumption from 25.9 ml(+/- 42.5) to 3.8 ml(+/- 12.7) ( $p < 0.0001$ ) resulting in a saving of €51464/year on the OR, and a CDE20 gain of 9906 kg/year. We did not observe a decrease in mean DGF maintenance (1.18 l/h +/- 0.50 versus 1.16 l/h +/- 0.48  $p = 0.81$ ).

**Discussion :** The improvement of sorting and recycling streams within OR are useful in economic, ecological and social terms. Other materials could be valued by accentuating our efforts. To further improve our GH consumption, we will need to increase our training on the use of low FGF without compromising patient safety. The future would be to create an institutional ecological unit to free up time for this type of work.

**Conclusions :** A sustainable development plan can have a leading position within the global care in OR, but it is necessary to be supported by hospital and medical scholarly societies.

**Keywords :** sustainable development - anesthesia – halogenated anesthetic gases - hospital waste - training