



**HAL**  
open science

# Étude de l'impact écologique et économique de la mise en place d'actions de développement durable ciblant les dispositifs médicaux au bloc opératoire: durabloc

Ninon Rouvière

## ► To cite this version:

Ninon Rouvière. Étude de l'impact écologique et économique de la mise en place d'actions de développement durable ciblant les dispositifs médicaux au bloc opératoire: durabloc. Sciences pharmaceutiques. 2021. dumas-03524630

**HAL Id: dumas-03524630**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03524630v1>**

Submitted on 13 Jan 2022

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

**MÉMOIRE  
DU DIPLÔME D'ÉTUDES SPECIALISÉES  
DE PHARMACIE  
OPTION PHARMACIE HOSPITALIERE PRATIQUE  
ET RECHERCHE**

Soutenu le 15 Octobre 2021

Par Mme ROUVIERE Ninon  
Née le 20/09/1994

Conformément aux dispositions de l'Arrêté du 04 octobre 1988  
tenant lieu de

**THÈSE  
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN  
PHARMACIE**

---oOo---

**ETUDE DE L'IMPACT ECOLOGIQUE ET ECONOMIQUE DE  
LA MISE EN PLACE D' ACTIONS DE DEVELOPPEMENT  
DURABLE CIBLANT LES DISPOSITIFS MEDICAUX AU  
BLOC OPERATOIRE : DURABLOC**

---oOo---

**JURY :**

Président : Monsieur le Professeur Pascal RATHELOT  
Membres : Madame le Docteur Virginie CHASSEIGNE  
Madame le Docteur Géraldine LEGUELINEL  
Madame Fanny AUGER



**MÉMOIRE  
DU DIPLÔME D'ÉTUDES SPECIALISÉES  
DE PHARMACIE  
OPTION PHARMACIE HOSPITALIERE PRATIQUE  
ET RECHERCHE**

Soutenu le 15 Octobre 2021

Par Mme ROUVIERE Ninon  
Née le 20/09/1994

Conformément aux dispositions de l'Arrêté du 04 octobre 1988  
tenant lieu de

THÈSE  
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN  
PHARMACIE

---oOo---

**ETUDE DE L'IMPACT ECOLOGIQUE ET ECONOMIQUE DE  
LA MISE EN PLACE D' ACTIONS DE DEVELOPPEMENT  
DURABLE CIBLANT LES DISPOSITIFS MEDICAUX AU  
BLOC OPERATOIRE : DURABLOC**

---oOo---

**JURY :**

Président : Monsieur le Professeur Pascal RATHELOT  
Membres : Madame le Docteur Virginie CHASSEIGNE  
Madame le Docteur Géraldine LEGUELINEL  
Madame Fanny AUGER

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05  
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

**ADMINISTRATION :**

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, M. David BERGE-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, Mme Frédérique GRIMALDI, M. Guillaume HACHE
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Patrice VANELLE, M. Pierre TIMON-DAVID,
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Henri PORTUGAL, M. Philippe CHARPIOT
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Aurélie BELENGUER
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Nathalie BESNARD

**DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE**  
Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

**PROFESSEURS**

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE	M. Philippe PICCERELLE

## MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI  
Mme Odile RIMET-GASPARINI  
Mme Pascale BARBIER  
M. François DEVRED  
Mme Manon CARRE  
M. Gilles BREUZARD  
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Eric SEREE-PACHA  
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,  
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE  
M. Emmanuel CAUTURE  
Mme Véronique ANDRIEU  
Mme Marie-Pierre SAVELLI

BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE ET BIOTHERAPIES  
PHARMACO ECONOMIE, E-SANTE

M. Jérémy MAGALON  
Mme Carole SIANI

## ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Angélique GOODWIN

### DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Françoise DIGNAT-GEORGE

## PROFESSEURS

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE  
Mme Laurence CAMOIN-JAU  
Mme Florence SABATIER-MALATERRE  
Mme Nathalie BARDIN

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN  
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET  
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

**MAITRES DE CONFERENCES**

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	M. Thierry AUGIER M. Edouard LAMY Mme Alexandrine BERTAUD Mme Claire CERINI Mme Edwige TELLIER M. Stéphane POITEVIN
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Aurélie LEROYER M. Romaric LACROIX Mme Sylvie COINTE
MICROBIOLOGIE	Mme Michèle LAGET Mme Anne DAVIN-REGLI Mme Véronique ROUX M. Fadi BITTAR Mme Isabelle PAGNIER Mme Sophie EDOUARD M. Seydina Mouhamadou DIENE
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Carole DI GIORGIO M. Aurélien DUMETRE Mme Magali CASANOVA Mme Anita COHEN
BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

**ATER**

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	Mme Anne-Claire DUCHEZ
BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE	Mme Alexandra WALTON

**A.H.U.**

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Mélanie VELIER
----------------------------	--------------------

**DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE**

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

**PROFESSEURS**

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine BADENS
CHIMIE PHYSIQUE - PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. David BERGE-LEFRANC
CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE - CHIMIE THERAPEUTIQUE	M. Pascal RATHELOT M. Maxime CROZET
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE	M. Patrice VANELLE M. Thierry TERME
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOGNOSIE	Mme Evelyne OLLIVIER

**MAITRES DE CONFERENCES**

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS M. Charles DESMARCHELIER
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Pierre REBOUILLON
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Sandrine ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE Mme Fanny MATHIAS
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE	M. Riad ELIAS Mme Valérie MAHIOU-LEDDER Mme Sok Siya BUN Mme Béatrice BAGHDIKIAN

**MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)**

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Anne-Marie PENET-LOREC
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Cyril PUJOL
DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE	M. Marc LAMBERT
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA

**A.H.U.**

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	M. Mathieu CERINO
--	-------------------

**ATER**

CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Dujé BURIC
--	---------------

**DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE**

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

**PROFESSEURS**

PHARMACIE CLINIQUE	M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Bruno LACARELLE Mme Frédérique GRIMALDI M. Joseph CICCOLINI

**MAITRES DE CONFERENCES**

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

**A.H.U.**

PHYSIOLOGIE / PHARMACOLOGIE PHARMACIE CLINIQUE	Mme Anaïs MOYON M. Florian CORREARD
---	--

**ATER.**

TOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE	Mme Anne RODALLEC
----------------------------------	-------------------

## **CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE**

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Marie-Hélène BERTOCCHIO, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Sylvain GONNET, Pharmacien titulaire

Mme Florence LEANDRO, Pharmacien adjoint

M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire

M. Patrick REGGIO, Pharmacien conseil, DRSM de l'Assurance Maladie

Mme Clémence TABELLE, Pharmacien-Praticien attaché

Mme TONNEAU-PFUG, Pharmacien adjoint

M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier

M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

Mise à jour le 23 janvier 2020

# REMERCIEMENTS

Aux membres du jury,

***Monsieur le Professeur Pascal RATHELOT,***

Merci de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon respect.

***Madame Fanny AUGER,***

Merci pour ton aide dans l'aboutissement de ce travail. Ce fut un plaisir de pouvoir travailler avec toi sur ce sujet. Tu as toujours su te rendre disponible pour m'aider à mener à bout ce travail. C'était une superbe expérience de partager ce travail.

***Madame le Docteur Géraldine LEGUELINEL,***

C'est une chance immense d'avoir pu croiser ton chemin lors de la dernière année de ma vie d'interne, et d'avoir pu bénéficier de tes précieux conseils. Un grand merci pour ta gentillesse et ta bienveillance.

***Madame le Docteur Virginie CHASSEIGNE,***

Virginie, le plus grand des merci ne suffirait pas. Merci de m'avoir donné la chance de travailler sur ce sujet passionnant et de m'avoir fait confiance au cours de toute cette année. Merci pour ton aide, ton soutien, tes précieux conseils, ta bienveillance, ta disponibilité, ton dynamisme, ta ténacité et bien plus encore. Je suis très reconnaissante d'avoir pu travailler en ta compagnie tout au long de cette belle année qui m'aura tant appris. Je suis si fière de pouvoir aujourd'hui présenter ce travail que nous avons mené ensemble. Je garderai un très beau souvenir de cette année. Merci pour tout !

Et aussi,

***A tous les membres de DURABLOC, du bloc à la stérilisation,***

Un grand merci ! Rien n'aurait été possible sans vous ! J'ai pu m'épanouir grâce à vous tous dans l'élaboration de ce beau projet. J'espère que ce n'est que le début.

***A toute l'équipe pharmaceutique de Nîmes.*** Et quelle belle équipe !

Merci à Claire et Delphine pour votre aide. Vous avez toujours été disponibles pour répondre à mes sollicitations. J'ai une chance immense d'avoir pu apprendre à vos côtés cette année.

Aux meilleures préparatrices : Virginie, Marine et Nathalie, merci de m'avoir tant appris pendant ces 6 mois avec vous. Vous avez été un vrai rayon de soleil, j'ai beaucoup de chance.

Merci à Olivier pour ta bonne humeur et ton soutien ! Quelle chance d'avoir pu apprendre à tes côtés.

Aux chouettes co-internes et pharmaciens avec qui j'ai pu partager cette dernière année !

***A toutes les personnes avec qui j'ai eu la chance de travailler pendant ces 4 années.***

Marjorie, merci pour ta douceur lors de mon premier semestre. Tu as su m'accompagner dans mes premiers pas de pharmacien.

A Béné, tu es un exemple, merci pour tout ce que tu m'as appris et merci pour tous ces moments de vie partagés. Et aussi à Steph et Audrey, vous avez été un réel soutien, ce semestre à vos côtés avec Elo<sup>2</sup> reste bien gravé dans mes souvenirs !

A toute la team de Castelluccio, j'ai vécu un merveilleux semestre à vos côtés. Merci pour tout, et notamment ces belles soirées Corses. Vous me manquez, j'ai hâte de pouvoir venir vous voir.

A ma famille,

**A mon Papa.** Comment ne pas profiter de cette occasion pour te témoigner encore un fois tout mon amour. Tu me manques chaque seconde. Je suis certaine que là où tu es, tu es fier de ce travail, toi à qui cette belle cause tenait tant à cœur, je te dédie ce travail. J'ai pensé à toi à chaque moment important de ce travail, que j'aurai tant aimé partager avec toi. C'est notamment grâce à toi que j'en suis là aujourd'hui, tu m'as appris à ne rien lâcher, et ça n'est pas prêt de s'arrêter. Merci pour tout, je t'aime de tout mon cœur.

**A ma Maman.** J'ai une chance immense de pouvoir partager ce moment avec toi. Merci de m'avoir soutenu à chaque instant de ma vie, jusqu'au bout de ce travail (c'était mieux que pour le TPE hein !). Encore un immense merci pour ta relecture appliquée de ce travail, tu as été d'un soutien infaillible. Je n'aurai pas pu rêver d'un meilleur environnement pour grandir m'épanouir chaque instant grâce à vous. Merci d'avoir toujours été là, merci de m'avoir aimé si fort, merci de m'avoir tant appris. Tu as une force incomparable et te voir heureuse aujourd'hui est pour moi un des plus beaux cadeaux de la vie. Je t'aime de tout mon cœur.

**A mon frère.** Lolo. A tous nos souvenirs d'enfance à tous ceux à venir. Merci pour tout, et j'ai hâte de continuer à créer de beaux moments. Je t'aime, même si tu me tirais dessus au pistolet à billes...

**Et à Charlotte.** Tant de belles années et de beaux souvenirs à tes côtés. Merci pour ta douceur et ton soutien à chaque fois que j'en ai eu besoin (ah ça oui, tu es un exemple de persévérance !). Pleins d'amour et de bonheur pour votre nouvelle vie !

**A mes grands-parents.** Vous m'avez tant appris depuis toujours, je suis reconnaissante de pouvoir vous présenter ce travail. J'ai une chance immense de pouvoir vous dire que je vous aime. Merci pour votre amour toutes ces années.

**A toute ma famille.** J'ai une chance d'avoir grandi parmi vous tous. Tout mon amour.

**A Thomas.** Mon Tomtom, merci pour ton soutien sur cette dernière ligne droite. Merci de me supporter (je sais que c'est pas facile tous les jours), merci de me faire rire, de m'aimer. Je t'aime.

A mes amis,

**A toute la bande du collège et lycée.** Je ne peux tous vous citer, mais sachez que je suis très heureuse d'avoir pu grandir avec vous. Nous avons eu une chance immense d'évoluer ensemble pendant toutes ces années ! Merci pour tous ces souvenirs #Vieurlals et bien d'autres... J'espère que ce n'est pas prêt de s'arrêter.

**A mes cops du volley.** Des plus vieilles amitiés (hein Morgane, merci pour ce beau filleul que tu m'as offert) aux plus récentes (ma Lolo, ma Clem et tant d'autres)... 20 ans que j'ai le plaisir d'évoluer dans ce sport plein de belles valeurs. Merci pour ces beaux souvenirs et pour votre soutien dans ces derniers moments.

**A mes cops de la fac, les Fabroutes.** Ophélie, Chacha, Cec, Jeannou, Mélou... Nous avons partagé tellement de choses pendant toutes ces années. Toute ces soirées, ces skis, ces voyages, ces repas au resto-U, ces manades, ces gossips... Merci pour tous ces souvenirs et pour votre soutien. Sachez que je vous aime, et je ne vous remercierai jamais assez de m'avoir fait passer de si belles années.

**Et à tous les amis géniaux que j'ai rencontré.** Math, Nico, Loulou, Anas, Dédé, Mouf, et tant d'autres !

**A ces belles rencontres pendant l'internat.** Entre Marseille, Ajaccio et Montpellier... Lulu, Elo, Ségo, Milinda (cointerne de mon cœur, j'ai eu tellement de chance de partager 7mois aux côtés d'une si belle personne... ), Marianne, Marinou (la plus douce des gériatres), tous les ajacciens (vous me manquez tant !).

**A la team medpo.** Marine, Marie, Max et Lolo... Quelle chance d'être tombée sur vous pour ce dernier semestre. Je suis heureuse d'avoir pu boucler mon internat avec des personnes aussi chouettes que vous. Oui vous êtes beaux, mais tellement plus que ça. J'espère vous revoir très vite ! Pleins de belle choses à vous 4 pour la fin de vos internats, vous êtes au top !

Et enfin, celles sur qui j'ai toujours pu compter, jusqu'à ce jour (encore !)

**Adèle.** La plus géniale des futures médecins. Je n'ai pas les mots suffisant pour te remercier, te témoigner tout mon amour et toute mon admiration. Merci pour ton soutien depuis tant d'années, on aura tout partagé, de loin ou de près (et c'est pas prêt de s'arrêter !). Tu es une personne exceptionnelle, ne doutes jamais de toi. Tout mon amour.

**Clarissou.** On ne comptera pas les années, j'ai l'impression de te connaître depuis toujours. Tant de beaux souvenirs depuis la seconde (et merci à ma Marion d'amour) ! Quelle chance j'ai eu de te croiser ce premier jour de lycée. Tu as toujours été d'un soutien immense, dans toutes les épreuves de la vie, des plus belles aux plus difficiles. Tu es un exemple de bienveillance, de dynamisme et d'ambition (parmi tant d'autres choses !). Je suis tellement reconnaissante de t'avoir près de moi. Je t'aime.

Et à tous ceux que je n'ai pas cité mais que je porte dans mon cœur.

« C'est une triste chose de songer que la nature parle et que le genre humain ne l'écoute pas »

**Victor Hugo**

**L'UNIVERSITE N'ENTEND DONNER AUCUNE APPROBATION, NI  
IMPROBATIONS AUX OPINIONS EMISES DANS LES THESES. CES OPINIONS  
DOIVENT ETRE CONSIDEREES COMME PROPRES A LEURS AUTEURS.**

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABREVIATIONS .....	3
LISTE DES FIGURES.....	4
LISTE DES ANNEXES .....	5
INTRODUCTION .....	6
<b>1. ECO-RESPONSABILITE AU BLOC OPERATOIRE : FOCUS SUR LE DISPOSITIF MEDICAL.....</b>	<b>7</b>
1.1. DEVELOPPEMENT DURABLE AU BLOC OPERATOIRE.....	7
1.1.1. <i>Définition du développement durable</i> .....	7
1.1.2. <i>Développement durable et santé humaine</i> .....	8
1.1.3. <i>Législation et environnement dans le domaine de la santé</i> .....	8
1.1.4. <i>Le bloc opératoire au centre de la production des déchets hospitaliers</i> .....	10
1.2. DEVELOPPEMENT DURABLE AU BLOC OPERATOIRE ET INITIATIVES NATIONALES .....	11
1.2.1. <i>Acteurs et partenaires nationaux</i> .....	11
1.2.2. <i>Exemples d'actions</i> .....	12
1.2.2.1. <i>Optimisation de la balance du tri DASRI/DAOM</i> .....	12
1.2.2.2. <i>Recyclage et valorisation des métaux</i> .....	13
1.2.2.3. <i>Réflexion sur l'usage unique et l'usage multiple</i> .....	14
1.2.2.4. <i>Intégration du développement durable aux achats de dispositifs médicaux</i> .....	15
1.2.2.5. <i>La qualité de vie au travail</i> .....	17
1.3. DEVELOPPEMENT DURABLE AU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NIMES .....	18
1.3.1. <i>Données générales et dynamisme de l'établissement</i> .....	18
1.3.2. <i>Focus sur le bloc opératoire</i> .....	19
1.3.2.1. <i>Données d'activités</i> .....	19
1.3.2.2. <i>Les déchets</i> .....	19
1.3.2.2.1. <i>Définition DAS</i> .....	19
1.3.2.2.2. <i>Définition DASRI</i> .....	20
1.3.2.2.3. <i>Organisation du circuit des déchets</i> .....	20
1.4. DURABLOC : LA CREATION D'UN GROUPE DE TRAVAIL PLURIDISCIPLINAIRE VISANT A PROMOUVOIR LE DEVELOPPEMENT DURABLE AU BLOC OPERATOIRE DU CHU DE NIMES.....	21
1.4.1. <i>La genèse du groupe de travail</i> .....	21
1.4.2. <i>Organisation et missions du groupe de travail</i> .....	22
1.4.3. <i>Moyens et méthodologie</i> .....	23
1.4.3.1. <i>Mesure d'impact écologique</i> .....	23
1.4.3.2. <i>Mesure d'impact économique</i> .....	25
1.4.4. <i>Enquête préliminaire auprès du personnel du bloc opératoire et de la stérilisation</i> ..	26
<b>2. ARTICLE .....</b>	<b>27</b>
2.1. INTRODUCTION.....	30
2.2. METHODS.....	31
2.2.1. <i>Study design</i> .....	31
2.2.2. <i>Creation of the working group and staff survey</i> .....	31
2.2.3. <i>Sustainable actions and their feasibility</i> .....	32
2.2.4. <i>Data collection</i> .....	33
2.2.5. <i>Ecological impact</i> .....	33
2.2.6. <i>Economic impact</i> .....	33
2.3. RESULTS.....	34

2.3.1. <i>Awareness study</i> .....	34
2.3.2. <i>Sustainable actions</i> .....	34
2.3.3. <i>Ecological impact</i> .....	34
2.3.4. <i>Economic impact</i> .....	35
2.4. DISCUSSION .....	36
3. DISCUSSION ET PERSPECTIVES .....	51
BIBLIOGRAPHIE .....	59
ANNEXES .....	63

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

ACV : analyse du cycle de vie

AS : aide-soignant

CH : centre hospitalier

CHU : centre hospitalo-universitaire

CMP : code des marchés publics

CTPE : centre de tri et de protection de l'environnement

DAOM : déchets assimilés aux ordures ménagères

DAS : déchet d'activité de soin

DASRI : déchet d'activité de soin à risque infectieux

DD : développement durable

DM : dispositif médical

DMI : dispositif médical implantable

DMR : dispositif médical réutilisable

DMS : dispositif médical stérile

DMSUM : dispositif médical stérile à usage multiple

DMSUU : dispositif médical stérile à usage unique

ETS : établissements de santé

GES : gaz à effet de serre

HAS : haute autorité de santé

IBODE : infirmier de bloc opératoire diplômé d'état

QVT : qualité de vie au travail

SFAR : société française d'anesthésie et réanimation

TMS : troubles musculo-squelettiques

## **LISTE DES FIGURES**

**Figure 1** - *Les principaux piliers du développement durable*

**Figure 2** – *Proposition de questionnaire sur le thème des DM à intégrer aux appels d’offre*

**Figure 3** - *Analyse du cycle de vie*

## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe 1** - Fiches SFAR développement durable

**Annexe 2** – Charte « éco-gestes » du CHU de Nîmes

**Annexe 3** – Exemples de newsletters élaborées par le groupe de travail DURABLOC

**Annexe 4** – Enquête préliminaire de sensibilisation au développement durable diffusée à l'ensemble du personnel du bloc et de la stérilisation

**Annexe 5** – Schématisation des impacts écologiques des actions menées au CHU de Nîmes

**Annexe 6** – Proposition d'échantillothèque digitale mise en place par le groupe de travail

**Annexe 7** – Proposition de questionnaire développement durable à l'attention des fournisseurs à intégrer aux appels d'offre

## INTRODUCTION

Dans le contexte actuel de changement climatique, pour lequel l'impact de l'activité humaine est indéniable, une prise de conscience collective semble indispensable. Les 5 dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées et les événements climatiques extrêmes se sont enchaînés. Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a publié en 2021 un rapport fournissant les connaissances les plus avancées et les plus récentes sur la science du climat, venant confirmer l'influence indiscutable de l'homme, la nécessité de limiter le réchauffement climatique et l'importance d'agir au plus tôt pour tenter d'inverser la tendance (1). Les activités de soins entraînent chaque année la production d'une quantité importante de déchets. Les notions de développement durable (DD) et d'écoresponsabilité sont devenues des enjeux majeurs de notre société et notamment dans les établissements de santé (ETS). Il y a une urgence à repenser les modes de fonctionnement et les pratiques de soins, notamment au niveau des blocs opératoires, qui consomment une quantité importante de ressources telles que l'eau, l'énergie et également des consommables à usage unique, dont les dispositifs médicaux stériles (DMS) ou non ainsi que les médicaments (dont les gaz d'anesthésie).

Le traitement des nombreux déchets générés contribue à la pollution de l'air, et également à celle de l'eau. Cette prise de conscience collective doit aboutir à une adaptation des pratiques de soins afin de réduire massivement l'empreinte carbone des ETS et notamment des blocs opératoires, en diminuant la quantité de déchets et en améliorant leur orientation.

Le DD s'inscrit dans une démarche de qualité, d'efficacité et de sécurité du parcours de soin. L'ensemble du parcours de soins peut être repensé en considérant une approche plus écoresponsable et notamment le secteur des dispositifs médicaux (DM). D'une façon générale, plusieurs axes peuvent être pris en compte lorsque l'on envisage de débiter une démarche de DD en lien avec les DM : l'écoconstruction, les économies d'eau et d'énergie, la réduction des gaz à effet de serre, la gestion des déchets, les transports, les achats responsables et la notion de qualité de vie au travail.

A l'heure où nous vivons, dans une société de surconsommation, les mentalités semblent évoluer avec une prise de conscience collective sur les enjeux écologiques de demain, préoccupation que l'on retrouve également dans le milieu des professionnels de santé. Étant fort consommateur en produits de santé et donc générant un volume non négligeable de déchets, le bloc opératoire semble être le lieu idéal pour la mise en place d'actions de DD.

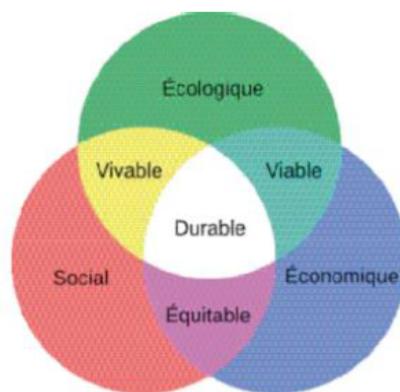
## 1. ECO-RESPONSABILITE AU BLOC OPERATOIRE : FOCUS SUR LE DISPOSITIF MEDICAL

### 1.1. Développement durable au bloc opératoire

#### 1.1.1. Définition du développement durable

Le DD a été défini dans le rapport de l'ONU paru en 1987, (connu sous le nom de rapport de Brundtland) comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (2).

Ces dernières années, la promotion du DD est passée par de nombreuses évolutions législatives, notamment avec l'arrivée de la politique de responsabilité sociétale et environnementale (RSE), ayant pour objectif d'intégrer cette notion de DD aux différentes organisations, comme les ETS. Le DD doit être abordé en tenant compte des 3 piliers suivants : économique, environnemental et social. Le concept même du DD a la particularité de se situer au carrefour de ces 3 piliers, se devant d'être économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable : le social doit être un objectif, l'économie un moyen et l'environnement une condition. Il s'agit d'une approche d'intérêt général visant à assurer la pérennité de nos sociétés, de notre écosystème, de notre économie...



**Figure 1** – Les principaux piliers du développement durable

Source : site UVED (Université Virtuelle Environnement et Développement durable)

En pratique, le DD doit être considéré en tenant compte de 5 axes : Réduire, Réutiliser, Recycler, Repenser et Rechercher. Il est important de réfléchir autour de ces différents leviers afin de repenser les modes de fonctionnement et de consommation des ETS de la façon la plus globale possible. A titre d'exemple, si l'on fait un focus sur la réduction des déchets au bloc opératoire, différents axes sont à repenser : l'optimisation de la réalisation du tri dans les deux principales filières qui sont les déchets assimilables aux ordures ménagères (DAOM) et les

déchets d'activité de soins à risque infectieux (DASRI), la diminution de « l'overage » (ou surconsommation), la révision de la composition des plateaux d'instruments chirurgicaux, la pertinence des doubles emballages de certains DM...

### **1.1.2. Développement durable et santé humaine**

L'activité hospitalière, dont le rôle est de préserver la santé des populations locales, engendre paradoxalement un impact négatif sur cette dernière, notamment en lien avec son impact carbone non négligeable en contribuant à la pollution de l'air, à la contamination de l'eau et à d'autres formes de dégradation de l'environnement. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) prévoit d'ici 2030 une surmortalité due au changement climatique de 250 000 décès par an, dont 38 000 dus à la chaleur, 48 000 à la diarrhée, 60 000 au paludisme et 95 000 à la malnutrition infantile (3). Ces décès seraient en relation directe avec les phénomènes météorologiques extrêmes et les effets indirects tels que la production alimentaire, les ressources en eau, la pollution atmosphérique et les maladies infectieuses.

Une prise de conscience collective semble importante, notamment avec le contexte actuel de crise sanitaire (COVID-19), comme le mentionne un rapport de la plateforme intergouvernementale pour la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) indiquant que : « Les maladies infectieuses émergentes chez les espèces sauvages, les animaux domestiques, les plantes ou les populations humaines peuvent être amplifiées par des activités humaines telles que le défrichement et la fragmentation des habitats (...)» (4).

### **1.1.3. Législation et environnement dans le domaine de la santé**

Concernant le vaste domaine qu'est la santé, on observe plusieurs évolutions législatives dont une part croissante qui concerne la thématique environnement. Par exemple, le PNSE (Plan national santé environnement) et les déclinaisons régionales lancées pour la période 2015-2019 identifiaient 107 actions à mettre en œuvre afin d'améliorer la santé des français en lien avec la qualité de leur environnement (5). Si l'on considère le secteur hospitalier, les réflexions collectives sur la thématique de l'environnement ont également donné naissance à plusieurs évolutions au cours de ces dernières années.

La Grenelle de l'environnement, publiée en juillet 2007 a abouti à l'élaboration d'une convention d'engagement des ETS signée entre le ministère de l'Écologie, l'Agence de l'environnement et la maîtrise de l'énergie (ADEME), la Fédération Hospitalière de France

(FHF) et la Fédération des établissements hospitaliers et d'aide à la personne (Fehap). Son double objectif est de penser la stratégie écoresponsable des établissements et d'en mesurer leurs performances. Elle oriente ses objectifs sur une meilleure gestion des énergies et sur la diminution de la production de déchets avec l'obligation de réaliser un bilan sur la production des GES tous les 3 ans. Cette réglementation concerne environ 700 établissements sanitaires et médico-sociaux en France, incluant la totalité des Centre hospitaliers universitaires (CHU) (6). Cette convention a été renouvelée en 2017.

En 2010, la certification de la Haute Autorité de santé (HAS) introduit plusieurs critères relatifs au DD et au respect de l'environnement. L'objectif est d'engager les ETS à promouvoir le DD dans leur management stratégique et de gestion des ressources, en tant qu'acteurs sociaux et de santé publique, et aussi en tant que structures consommatrices de ressources et émettrices de GES (7).

La certification environnementale ISO 14001 repose sur une démarche volontaire d'amélioration de la performance environnementale, applicable à tout organisme souhaitant établir un système de management environnemental (8). Il s'agit d'un système de management de l'environnement (SME) fournissant des outils pour mesurer et améliorer l'impact environnemental d'une organisation et permettant de faire reconnaître les bonnes pratiques environnementales auprès de toutes les parties intéressées : clients, investisseurs, assureurs, fournisseurs, riverains ou pouvoirs publics. Cette norme utilise la même structure-cadre que l'ISO 9001 bien connue, ce qui permet de l'intégrer facilement dans le système de management ISO déjà en place dans certains ETS.

Concernant les déchets, la réglementation est très stricte puisque stipule que l'ensemble du circuit du déchet, de la production à l'élimination, est sous la responsabilité du producteur même du déchet dans le cadre de son activité professionnelle. D'après les articles L541-1-1-1 et L541-21-2 du Code de l'Environnement : 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. Ceci consiste 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 encourage les entreprises à favoriser la part des déchets faisant l'objet d'une valorisation (9).

#### 1.1.4. Le bloc opératoire au centre de la production des déchets hospitaliers

Au niveau international, le National Health Service (NHS) Britannique et le Lancet Countdown ont présenté une estimation de l'empreinte carbone du système de santé des années 1990 à 2019. Au Royaume Uni en 2019, l'empreinte carbone de l'ensemble du NHS était estimé à 25 mégatonnes d'équivalent carbone, soit 4 à 5% des émissions totales du Royaume Uni. Parmi ces émissions, 62% provenaient de la chaîne d'approvisionnement (fabrication de médicaments 32%, fabrication de DM 17%, transport de marchandise 5%) (10).

Les chiffres parlent d'eux-mêmes, la quantité de déchets produits par lit d'hospitalisation est environ 3 fois supérieure à celle produite par habitant. Une opération chirurgicale classique génère plus de déchets qu'une famille de 4 personnes en une semaine, dont 80% sont produits avant l'entrée du patient en salle (11). En France, plus de 700 000 tonnes de déchets sont produits chaque année par les hôpitaux, soit 3.5% de la production nationale et 20 à 30% des déchets proviennent du bloc opératoire, alors qu'il ne représente qu'une faible surface au sein des ETS. Le bloc opératoire contribue de façon importante aux émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur hospitalier en raison des gaz anesthésiques, des équipements à forte consommation énergétique et de la production de nombreux déchets.

Différentes causes de surproduction de déchets au bloc opératoire peuvent être identifiées, notamment en lien avec les consommables à usage unique, le plus souvent en suremballages plastiques, dont les consommations ont nettement augmenté pour différentes raisons : coûts de productions très faibles dans les pays asiatiques où a lieu une majorité de la production, explosion de la demande par les ETS. D'autre part, il faut considérer l'impact important de l'« *overage* » provenant des consommables et des DM retirés de leurs emballages mais non utilisés pendant l'intervention, dont l'impact écologique et financier n'est pas négligeable (compresses, champs, fils de suture, gants... (12)). La majorité (environ 80%) des déchets liés à une intervention sont générés avant que le patient entre en salle, provenant des fournitures chirurgicales à usage unique, des équipements de protection individuelle, des champs et des emballages plastiques des DM (13). La plupart des déchets générés à cet instant sont des déchets qui pourraient être recyclés, mais qui ne le sont que rarement, faute d'une filière adaptée. De nombreuses pistes de recyclage sont à exploiter, mais le meilleur moyen d'améliorer l'empreinte environnementale reste la réduction de la quantité de déchets générés (14).

Une autre cause de surproduction de déchets identifiée est liée à la préparation de médicaments d'anesthésie non utilisés, éliminés *in fine* dans les eaux usées ou les sols (phényléphrine, éphédrine, atropine, thiopental, propofol, curares, midazolam..) (15). Ces médicaments utilisés en anesthésie présentent un risque environnemental important quantifié par l'index persistance, bio-accumulation, toxicité (PBT) défini par l'American Society of Anesthésiologist (ASA).

Une démarche visant à intégrer le DD au sein des pratiques hospitalières doit donc être transversale et considérer l'ensemble du circuit du médicament et du DM.

## **1.2. Développement durable au bloc opératoire et initiatives nationales**

### **1.2.1. Acteurs et partenaires nationaux**

A l'échelle des ETS, de nombreuses problématiques peuvent être identifiées : faiblesse du tri et du recyclage des déchets, surconsommation et gaspillage de DM, d'eau, d'énergie, de papiers, utilisation importante de gaz anesthésiants. Au sein des blocs opératoires, peuvent également être pris en compte différents aspects sociétaux du DD tels que le « bien-être au travail, l'égalité professionnelle, bien-traitance ». Le DD doit être abordé dans son ensemble. Pour que la démarche soit vertueuse, la prise de conscience doit être collective et soutenue par les directions.

Au niveau national, le dynamisme est lancé, notamment avec l'impulsion d'un comité formé au sein de la société française d'anesthésie réanimation (SFAR) en 2016. Ce comité est composé de 12 membres comprenant des médecins anesthésistes réanimateurs (MAR), des infirmiers anesthésistes diplômés d'état (IADE) et des infirmiers diplômés d'état (IDE) ayant pour objectif de représenter l'ensemble de la profession d'un point de vue géographique ou dans le type d'exercice. Plusieurs missions leur sont octroyées, notamment en répertoriant les initiatives locales et régionales en lien avec le DD à l'hôpital et en proposant des modèles et outils pour transposer ces initiatives. A ce jour, le comité a mis en ligne de nombreuses fiches pratiques visant à aider les établissements de santé à se lancer dans un système de soin plus écoresponsable (Annexe1). De plus, plusieurs sociétés savantes et associations professionnelles se sont regroupées en 2020 afin de créer un Collectif Eco-Responsabilité en santé (Ceres) visant à sensibiliser le monde de la santé à l'importance de son implication dans le DD. Le groupe fondateur est composé de membres de l'Association Française de Chirurgie (AFC), de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR), du Groupe francophone

de réhabilitation améliorée après chirurgie (Grace), des Société Française de Pharmacie clinique (SFPC) et d'hygiène hospitalière (SF2H), de l'Union nationale des associations d'infirmier(e)s de bloc opératoire diplômé(e)s d'état (Unaibode)...

Le Comité de Développement Durable en santé (C2DS) est une association visant à fédérer les acteurs de soin et les accompagner autour du DD dans le domaine de la santé. En 2021, il compte plus de 630 adhérents, établissements sanitaires et médico-sociaux de tous types d'activité et de tout statut juridique confondu ayant pour objectif d'informer les différents acteurs sur les avantages et les bonnes pratiques du DD en mettant à leur dispositions des guides, notamment le Guide Pratique du développement durable au bloc opératoire (édition 2017) (15). Le C2DS travaille en partenariat avec Primum non nocere, une agence de coaching en Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) experte dans les domaines du développement durable, de la santé environnementale et de la sécurité sanitaire.

De nombreux établissements ont entamé des démarches encourageantes dans différents domaines d'applications, notamment avec la création de l'association Les P'tits Doudous au CHU de Rennes en 2011, à l'initiative d'une infirmière anesthésiste. Cette association a pour objectif de récupérer le cuivre présent dans les bistouris à usage unique pour le revendre à des ferrailleurs et ainsi utiliser les bénéfices pour acheter des peluches pour les enfants hospitalisés.

## **1.2.2. Exemples d'actions**

### **1.2.2.1. Optimisation de la balance du tri DASRI/DAOM**

Un des axes important lorsque l'on s'intéresse au DD au bloc opératoire est l'optimisation du tri DASRI (déchet d'activité de soin à risque infectieux) /DAOM (déchet assimilé aux ordures ménagères). La finalité de ces déchets sera la même, à savoir l'incinération (dans la majorité des cas) , mais l'impact environnemental et économique sera différent. D'un point de vue réglementaire, selon l'arrêté du 7 septembre 1999, pour un ETS produisant plus de 100 kilos de DASRI par semaine, le délai entre chaque collecte ne doit pas excéder 72 heures et ces derniers doivent être stockés dans un local dédié (à l'abri de sources de chaleur, ventilé et éclairé, à l'écart du public) (16). De ce fait, la logistique de transport et de stockage présente un impact écologique plus néfaste que pour les DAOM. De plus, les déchets représentent un coût de traitement important et l'optimisation de la balance du tri DASRI/DAOM permet

d'éviter d'importantes dépenses au sein des ETS. En France, on retrouve de plus en plus d'initiatives portant sur l'optimisation du tri dans les ETS, en voici quelques exemples.

Au Centre Hospitalier du Mans, un travail a été effectué entre 2006 et 2018 visant à optimiser le tri de déchets de soins dans leurs 23 salles de bloc opératoire. Une analyse de l'ensemble des points critiques dans le circuit de gestion des déchets d'activité de soins a été réalisée mettant en évidence plusieurs non conformités : un dépassement de la limite de remplissage des sacs DASRI, une surévaluation du risque infectieux par le personnel médical et paramédical par rapport à la définition réglementaire des DASRI, ainsi qu'une logistique de stockage et d'évacuation des déchets non satisfaisante. Ce travail a été réalisé en plusieurs étapes, de la création d'un groupe de travail au bloc, à la réfection des grilles de tri des DAS jusqu'à l'adaptation des supports pour sacs poubelles dans les salles et la modification de la fréquence de ramassage des bacs pleins. D'après leur étude, une telle action devait permettre de réduire la quantité de DASRI de près de 15 tonnes par an (17).

Le CHU de Grenoble a réalisé une étude similaire après réalisation d'une nouvelle grille de tri et de formation des personnels démontrant une diminution du pourcentage de DASRI de 81% à 74% en un an. Cette diminution correspond à 8kg équivalent carbone (KgEqCO<sub>2</sub>) pour 100kg de déchets produits (équivalent à 120 voyages aller/retour Paris Londres en avion sur un an), et 7000€ d'économies (18).

Ces initiatives semblent reproductibles d'un établissement à l'autre, en insistant sur l'importance de la communication et de la formation auprès du personnel en cas de modification des habitudes. En effet, l'aspect psychologique rentre en compte de façon non négligeable dans les façons de réaliser le tri DASRI/DAOM d'où l'importance de réexpliquer les règles de tri et de rassurer le personnel.

#### **1.2.2.2. Recyclage et valorisation des métaux**

De nombreux métaux, certains plus précieux que d'autres, transitent dans les poubelles du bloc opératoire. La valorisation des DM à usage unique métalliques commence à se généraliser en France, grâce à des hôpitaux qui donnent l'exemple et des prestataires qui ont compris l'importance de ce marché.

Le CH de Dunkerque a organisé depuis 2013 sa propre filière afin de recycler toutes les lames de laryngoscope à usage unique, fabriquées en acier inoxydable et les confie à un prestataire local pour revalorisation. Au CHU de Strasbourg également, le recyclage des métaux s'étend

à l'ensemble des blocs opératoires, avec près de 276kg recyclés par an, représentant environ un gain annuel de 600€.

Au CHU de Rennes, le cuivre contenu dans les fils de bistouris électrique et l'inox contenu dans les lames de laryngoscope sont également valorisés, via l'association "Les P'tits Doudous" (19).

### **1.2.2.3. Réflexion sur l'usage unique et l'usage multiple**

En France, suite à l'émergence en 1996 des agents transmissibles non conventionnels, dont un variant entraîne la maladie de Creutzfeldt-Jacob, l'usage unique a été privilégié pour des raisons de sécurité sanitaire pour certains DM utilisés lors d'actes invasifs à risque. En parallèle, l'offre de consommables à usage unique en pleine expansion, combinée aux tarifs toujours plus attractifs, ont permis à de nombreuses unités de stérilisation de recentrer leur production sur les instruments chirurgicaux au détriment des petits consommables type cupules, poignées de scialytiques, pour faire face à l'augmentation d'activité des blocs opératoires. De plus, avec l'externalisation des services de stérilisation, augmentant ainsi les délais de traitement et de livraison du matériel réutilisable, certains ETS se sont orientés vers de nombreux DMSUU.

Le choix entre un DMSUU et un dispositif médical à usage multiple (DMSUM) est désormais une problématique à aborder en tenant compte des enjeux environnementaux. En effet, l'augmentation de l'usage des DMSUU entraîne une augmentation importante de la quantité de déchets (notamment les DASRI). Cependant, il est tout de même important de garder à l'esprit que l'utilisation des DMSUM n'est pas dénuée d'impact environnemental. En effet, après chaque utilisation, les DMSUM nécessitent un retraitement, comprenant plusieurs étapes : pré-désinfection, nettoyage, stérilisation, et conditionnement, impliquant une consommation d'énergie (eau, électricité...) importante. De plus, ces différentes étapes utilisent des produits chimiques ayant également un impact non négligeable lors de leur rejet dans l'environnement.

De ce fait, l'enjeu majeur lorsque l'on considère la problématique du choix entre l'usage unique et l'usage multiple est de pouvoir identifier le type de DMS qui aura l'impact le plus faible sur l'environnement, afin de mieux faire face à l'accroissement des populations, l'épuisement des ressources naturelles et l'augmentation de leur consommation.

De nos jours, plusieurs études visant à comparer l'impact écologique des DMSUU *versus* DMSUM commencent à être publiées, par exemple concernant les lames de laryngoscope. Actuellement, les données montrent que les lames en plastique à usage unique ont une empreinte carbone 5 à 6 fois plus importante que les lames en acier réutilisables pour une efficacité comparable (20). Le même type d'étude réalisée à l'hôpital Yale New Haven montre que des émissions encore plus importantes sont générées lorsque les lames en métal à usage unique sont utilisées (21). Il est à noter que les lames de laryngoscopes, dispositif à forte consommation pour les blocs opératoires, sont majoritairement fabriquées au Pakistan entraînant également d'importants impacts liés au transport. Une autre étude menée en Australie, portant sur deux hôpitaux de taille moyenne disposant de 6 salles de bloc opératoire, a montré que l'utilisation de laryngoscopes réutilisables permettrait de réduire considérablement les émissions de GAS, jusqu'à 85% (22).

#### **1.2.2.4. Intégration du développement durable aux achats de dispositifs médicaux**

Il n'y a pas de politique de DD sans politique d'achats durables dans les ETS. La quantité importante de DM utilisés au bloc opératoire justifie que les acteurs du bloc s'emparent de cette problématique. Selon le programme PHARE (Performance Hospitalière pour des Achats Responsable), les achats hospitaliers représentent 18 milliards d'euros en dépenses annuelles, dont 60% concernent des achats médicaux (23). Dans beaucoup d'établissements, l'évaluation d'un DM repose sur les critères techniques et économiques et l'aspect environnement n'est pas intégré lors de l'attribution de la note finale qui conditionne le référencement du DM. La mise en place d'une politique d'achats durables dans les ETS est incontournable pour s'engager dans une démarche de DD et il est indispensable que l'ensemble des acteurs (direction, pharmaciens, conseillers hôteliers, ingénieurs environnement, utilisateurs et patients) soient impliqués. En 2013, seulement 17% des établissements de santé prenaient en compte le DD dans leurs achats de produits de santé. Il semble évident que les pharmaciens, sont souvent trop peu sensibilisés à ces problématiques, et les exigences requises pour être qualifié « d'entreprise durable » sont encore floues. Dans le domaine pharmaceutique, un guide intitulé « Guide pour des achats durables appliqués aux produits de santé » élaboré en 2011 par le Groupe d'étude des marchés des produits de santé, et actualisé en 2013, peut notamment constituer une aide dans la mise en place de marchés incluant des objectifs de DD

(24). Ce guide préconise notamment une pondération entre 2 et 10% pour le critère DD dans la note totale, plus exceptionnellement 15%. Cette pondération est à déterminer par l'acheteur en fonction de la stratégie de son établissement et des produits qui font l'objet de la démarche.

De plus, il propose plusieurs questionnaires sur différents thèmes (Emballages/livraison, Équipements, DM et DM *in vitro*, Médicaments) constituant une base intéressante pour les ETS qui souhaiteraient mettre en place un questionnaire dans leurs appels d'offre.

#### 4.4 Questionnaire dispositifs médicaux et dispositifs médicaux *in vitro*

Attention : les questions doivent être en lien avec l'objet du marché.

##### QUESTIONS DE BASE

Question	Type de réponse attendue	Preuve à demander	Commentaires
<b>CONCEPTION / PRODUCTION</b>			
Le fabricant des produits proposés a-t-il mis en place un Système de Management de l'Environnement ?	Oui/Non + préciser le(s) site(s) de fabrication des produits	Attestation, certification norme <a href="#">ISO 14001</a> ou équivalente	Autre moyen de preuve : document utilisant le référentiel ISO 14001, copie du sommaire du SME.
Les sous-traitants déclarés (déclaration de sous-traitance) pour la fabrication des produits proposés ont-ils mis en place un Système de Management de l'Environnement ?	Oui/Non + préciser quel(s) sous-traitant(s), pour quelle(s) prestation(s) et quel(s) site(s) de fabrication		Si le fournisseur n'est pas le fabricant, il doit obtenir cette information auprès de ce dernier. Vérifier la date de validité et le périmètre de la certification
Le fabricant des produits proposés a-t-il mis en place un Système de Management de la Santé et de la Sécurité au Travail ?	Oui/Non + préciser le(s) site(s) de fabrication des produits	Attestation, certification norme <a href="#">OHSAS 18001</a> ou équivalente	Peut-être mis en option
Les sous-traitants déclarés (déclaration de sous-traitance) pour la fabrication des produits proposés ont-ils mis en place un Système de Management de la Santé et de la Sécurité au Travail ?	Oui/Non + préciser quel(s) sous-traitant(s), pour quelle(s) prestation(s) et quel(s) site(s) de fabrication		Peut-être mis en option
<b>VIE DU PRODUIT / UTILISATION</b>			
Des matériaux ou matériels recyclés ou réutilisés entrent-ils dans la composition du produit proposé ? Si oui, préciser lesquels et dans quelle proportion par rapport au produit final.	Déclaration du candidat et/ou du fabricant des composants et/ou d'un organisme indépendant		Non applicable aux médicaments et aux DMDIV
Le produit proposé est-il recyclable ?	Oui (décrire)/Non/Non applicable (préciser)		Non applicable aux produits qui deviennent des DASRI
La formation des utilisateurs et le mode d'emploi contiennent-ils une sensibilisation à la protection de l'environnement dans l'utilisation de l'équipement ?	Oui (décrire)/Non	Programme de la formation, extraits du manuel d'utilisation	

##### QUESTIONS EN OPTIONS

(vérifier l'applicabilité de ces questions aux produits objets du marché)

Question	Type de réponse attendue	Preuve à demander	Commentaires
<b>ELIMINATION</b>			
Fournissez-vous des recommandations sur le traitement en fin de vie des produits ?	Oui (décrire)/Non		A adapter selon les produits

Conseils pratiques, informations... consulter les fiches de synthèse sur les thèmes des [désinfectants](#) et des [phthalates](#).

#### Figure 2 – Proposition de questionnaire sur le thème des DM à intégrer aux appels d'offre

Source : Guide pour des achats durables appliqués aux produits de santé, réactualisation 2013

Pour intégrer la notion de DD aux achats de santé et notamment dans le secteur des DM, l'implication des différents fournisseurs est indispensable. Bien que la notion d'écoresponsabilité soit de plus en plus présente dans le secteur hospitalier, les achats pharmaceutiques restent un domaine où cette notion est encore peu prise en compte, malgré l'obligation du code des marchés publics (CMP) de l'intégrer aux appels d'offres. En effet, jusqu'en 2001, le CMP offrait la possibilité d'intégrer des considérations environnementales et depuis 2006, il s'agit d'une obligation, toute absence devant faire l'objet d'une justification.

Une étude publiée dans *Gestions Hospitalières* en 2016 évaluant la vision des pharmaciens et des fournisseurs sur le DD et l'intégration des 3 piliers (économique, social et écologique) aux achats de produits de santé a soulevé d'importantes divergences de points de vue entre fabricants et pharmaciens hospitaliers, surtout concernant les piliers social et économique (25). Les résultats insistent sur l'importance de communication et partage entre clients et fournisseurs ainsi que la nécessité de formation des acteurs hospitaliers.

Malgré la complexité en pratique pour intégrer la notion de DD aux appels d'offre, certaines démarches sont à la portée des pharmaciens et médecins notamment en mentionnant certaines exigences dans le cahier des charges. Au Centre Hospitalier d'Angoulême, un travail a été réalisé sur la teneur en Di(2-ethylhexyl) phtalate (DEHP), substance faisant partie des molécule CMR (cancérogène, mutagène, reprotoxique) retrouvée dans certains DM utilisés à la maternité. Ils envisagent pour le futur de demander la concentration en DEHP dans le cahier de charges afin de rechercher des alternatives pour les DM contenant des concentrations importantes (au-dessus de la norme fixée à 0,1% m/m) (26). Le même type d'enquête a été réalisé en considérant les concentrations résiduelles d'oxyde d'éthylène (27).

L'investissement des laboratoires dans la démarche d'écoresponsabilité reste encore variable avec certains aspects fréquemment retrouvés (dématérialisation des commandes) et d'autres encore peu abordés (gestion des déchets).

#### **1.2.2.5. La qualité de vie au travail**

Le concept de DD amène à intégrer à la qualité des soins la question de l'impact environnemental et de la qualité de vie au travail (QVT). Ces préoccupations ont été intégrées dans la certification de l'HAS des établissements à travers huit critères : l'engagement au niveau de la stratégie, les achats responsables, la gestion de l'eau, de l'air, de l'énergie, des déchets, l'hygiène des locaux et la qualité de vie au travail (7). Le DD au sein des ETS amène à reconsidérer les différentes activités sous un nouvel angle, en intégrant à la qualité des soins la question de la QVT. Au bloc opératoire, les projets souvent transversaux et novateurs sont propices pour la mise en œuvre de cette démarche orientée DD en y intégrant la QVT. De plus, le bloc opératoire est un lieu de travail avec des conditions particulières (bruit, température, stress) et l'amélioration de la QVT des personnels entraînera une adhésion et une motivation grandissante de la part des équipes.

Plusieurs exemples peuvent être cités et notamment celui du NEPTUNE<sup>®</sup>, une station de récupération des fluides chirurgicaux utilisée sur certaines interventions chirurgicales impliquant une irrigation importante (type résection de prostate au laser). En effet, une étude australienne (28) comparant le système de recueil « standard » au système NEPTUNE<sup>®</sup>, met en avant les avantages de ce dispositif sur la pénibilité, le risque de troubles musculo-squelettiques, le risque d'exposition au sang, le risque de chute... A ce jour, plusieurs blocs opératoires en sont équipés et l'impact sur la QVT est souligné par ces nombreuses équipes.

### **1.3. Développement durable au Centre Hospitalier Universitaire de Nîmes**

#### **1.3.1. Données générales et dynamisme de l'établissement**

Le Centre Hospitalier Universitaire de Nîmes est engagé dans le DD à de nombreux niveaux. Concernant les ressources humaines, un ingénieur développement durable et un technicien supérieur hospitalier spécialisé en environnement permettent la mise en place, la coordination et le support de l'ensemble des projets développés au sein de l'ETS. Une charte « éco-gestes » a été réalisée afin de communiquer et engager le maximum d'acteurs du CHU (Annexe 2). L'ETS possède son propre centre de tri : le CTPE (Centre de Tri et de Protection de l'Environnement) comptant 5 employés et 1 responsable, où de nombreuses initiatives DD sont entreprises. Ces agents travaillent notamment au développement de nombreuses filières afin d'orienter chaque déchet vers un traitement adapté à sa nature. A ce jour, il existe d'ores et déjà de nombreuses filières : verre alimentaire, papier, carton, bois, cartouches d'encre, effluents de laboratoire, déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), bio déchets, pacemaker... Par exemple, concernant la filière DEEE, l'ensemble de ces déchets sont actuellement pré-triés au CTPE en 4 catégories (écrans, petits DEEE, gros DEEE hors froid et gros DEEE froids) et sont ensuite entièrement démantelés chez des prestataires agréés pour assurer un tri efficace. Certains matériels informatiques en bon état sont également confiés à l'association Cévennes Libres après avoir été vidés de leur contenu puis redéployés auprès de personnes dans le besoin. Le DD passe également par la solidarité et des dispositions ont été prises afin de limiter le gaspillage alimentaire. Tous les repas non distribués par l'unité de production culinaire sont récupérés et donnés à la banque alimentaire. Quant à l'huile de friture issue du restaurant du personnel, elle est envoyée en Espagne afin d'être transformée en biocarburant. Une application pour favoriser le covoiturage est également déployée sur le CHU (Ridygo) ainsi qu'un partenariat avec une entreprise de vélo électrique.

Depuis quelques années, cette volonté à promouvoir le DD s'est étendue aux services de soins de l'hôpital, et plus récemment au bloc opératoire.

### **1.3.2. Focus sur le bloc opératoire**

#### **1.3.2.1. Données d'activités**

Le bloc opératoire, de par la complexité et la particularité de son activité, reste un milieu « opaque » en retrait de ces évolutions. Avec 21 000 interventions chirurgicales réalisées chaque année dans 24 salles, le nombre d'acteurs important (environ 600 personnels tout grade confondu bloc et stérilisation) qui y travaillent complexifie la mise en place d'actions d'impact pluridisciplinaire. Le bloc opératoire du CHU est un secteur évolutif en pleine expansion (ouverture de 4 salles en 2019) et la montée en charge de l'activité s'accompagne d'une augmentation du nombre et du volume de références consommées et donc de la quantité de déchets produits.

#### **1.3.2.2. Les déchets**

D'après le code de la santé publique, un déchets d'activité de soin (DAS) est un déchet « issu des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans les domaines de la médecine humaine » (29).

Au bloc, on distingue deux catégories de DAS produits : DASRI et DAOM, comme mentionné auparavant.

##### **1.3.2.2.1. Définition DAS**

Concernant les DAOM, ils sont en général incinérés ou plus rarement enfouis. En effet, les ETS n'ayant pas accès à un incinérateur pour le traitement de leurs déchets sont amenés à les enfouir, ce qui a un impact en terme écologique, mais également sanitaire.

Le processus d'incinération produit, à lui seul, une émission importante de GES. En effet, l'incinération de 1kg de déchets cliniques produit environ 3kg de dioxyde de carbone (30). Beaucoup de déchets générés par les hôpitaux sont comparables à des déchets ménagers, et une grande partie aurait le potentiel d'être recyclé, mais sont triés à tort dans les poubelles DASRI.

#### 1.3.2.2.2. Définition DASRI

D'après le Code de la santé publique, un déchet est considéré comme DASRI s'il présente les éléments suivants : « Soit un risque infectieux du fait qu'il contient 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 métabolisme, ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants, soit, même en l'absence de risques infectieux, relèvent de l'une des catégories suivantes : matériels et matériaux piquants ou coupants destinés à l'abandon, qu'ils aient été ou non en contact avec un produit biologique, produits sanguins à usage thérapeutique, incomplètement utilisés ou arrivés à péremption, déchets anatomiques humains, correspondant à des fragments humains non aisément identifiables ». Selon l'OMS, environ 85% des déchets hospitaliers sont non dangereux, 10% sont infectieux et les 5% restants sont non infectieux mais dangereux (31). Il est important de noter que la gestion des déchets de soins en DAS ou DASRI reste subjective et les différentes études montrent que les proportions de DASRI sont souvent plus élevées que les préconisations de l'OMS, ce qui augmente les coûts économiques et environnementaux et freine la valorisation de ces déchets.

En France, il existe deux façons de traiter les DASRI. Environ 80% sont traités par incinération à 850°C, ne permettant pas de détruire totalement les DASRI et engendrant la production de nouveaux polluants avec les résidus incombustibles et les gaz de combustion contenant des métaux lourds, des dioxines, des furanes... Les 20% restant sont pris en charge avec un prétraitement par désinfection qui supprime le risque infectieux (par broyage, élévation de température, utilisation de micro-ondes ou produits chimiques) puis réorientés filière classique d'élimination (*in fine* avec incinération).

Il est important de garder à l'esprit que la gestion des DASRI est onéreuse (du fait de la nécessité de sécurisation), et présente un impact écologique important.

#### 1.3.2.2.3. Organisation du circuit des déchets

Au bloc opératoire du CHU, la gestion des déchets s'effectue principalement via les poubelles DAOM et DASRI. En effet, dans toutes les salles de bloc sont mis à disposition des supports pour sacs transparents (DAOM) et des supports pour sacs jaunes (DASRI). A la fin de chaque intervention, ces sacs sont orientés *via* les locaux à déchets spécifiques du bloc opératoire

dans les bacs de collecte correspondants. Ces différents bacs sont ensuite collectés par le service des flux interne à l'hôpital, puis orientés vers le CTPE. Un transporteur externe au CHU prend en charge les différents bacs du CTPE jusqu'à l'incinérateur de la ville de Nîmes où a lieu le traitement de l'ensemble des DAOM et DASRI.

Depuis quelques années, le CHU a mis en place la présence d'un bac de recyclage bleu dans les locaux à déchets du bloc opératoire qui permet de collecter les cartons, les papiers de bureau, les cartouches d'encres et piles usagées... afin d'être ensuite valorisés dans les filières correspondantes au CTPE.

#### **1.4. DURABLOC : la création d'un groupe de travail pluridisciplinaire visant à promouvoir le développement durable au bloc opératoire du CHU de Nîmes**

##### **1.4.1. La genèse du groupe de travail**

Depuis quelques années, une réflexion autour du DD est menée au bloc opératoire du CHU de Nîmes, principalement centrée sur 2 axes qui sont : i) la réduction des déchets ; ou comment pourrait-on repenser nos modes de consommation en produits de santé afin de réduire nos déchets ? et, ii) le devenir de nos déchets ; ou est-il techniquement, logistiquement et humainement possible de mettre en place une filière de tri en salle d'intervention ?

Toute activité confondue, les premiers consommateurs en DMS au sein du CHU sont les plateaux techniques tels que le bloc opératoire ou le secteur d'imagerie interventionnelle. Dans l'établissement, les dépenses concernant les DMS au bloc opératoire uniquement représentent environ 40% de la totalité des dépenses en DMS de l'établissement, soit 12 millions d'euros en 2021 (sur la base des projections réalisées à partir des données de consommation de janvier à août 2021). Il est difficile d'évaluer la part de ces dépenses en DMS et le volume de déchets qui pourrait être attribuée au mésusage ou au gaspillage bien qu'une récente étude réalisée au CHU en 2018 dans le secteur opératoire d'urologie, digestif, gynécologie (42% de l'activité opératoire de l'établissement), a montré que jusqu'à 20.1% du coût total des DMS utilisés pendant une chirurgie pouvaient être gaspillés par le simple fait de dé-stériliser du matériel par anticipation (32). Concernant la thématique du tri, une réflexion autour du recyclage des lames de laryngoscope à usage unique et de la mise en place du tri sur 4 salles a été initié en novembre 2019 mais rapidement mise en stand-by en contexte de crise sanitaire liée au COVID-19. De plus, il y a quelques années, le secteur anesthésie du CHU

de Nîmes s'est engagé dans une démarche de rationalisation des consommations en gaz anesthésiant, dont l'impact environnemental est bien connu à ce jour. En effet, lors d'une anesthésie le patient ne métabolise qu'une toute petite partie du gaz anesthésiant et plus de 95 % du gaz utilisé lors des opérations s'échappe en l'état. Pour éviter qu'ils ne restent dans la salle d'opération, les gaz sont évacués via des prises Sega (pour « système d'évacuation des gaz anesthésiques »). Ces prises les aspirent hors de la salle d'opération pour les rejeter directement à l'extérieur de l'hôpital et les gaz s'échappent donc tels quels dans l'atmosphère. Les gaz les plus impactant en termes d'émissions sont le protoxyde d'azote, le Desflurane et le Sévoflurane. L'utilisation du protoxyde d'azote a été arrêtée en 2015 au CHU et les consommations en Desflurane ont été diminuées au profit du Sévoflurane (moins polluant) depuis octobre 2018.

Ces premières amorces ayant été établies, l'importance d'entamer une démarche globale en lien avec tous les professionnels de santé travaillant au bloc opératoire et à la stérilisation est apparue comme évidente. Un appel à candidature a donc été réalisé l'été 2020 visant à créer un groupe de travail pluridisciplinaire portant le nom du projet : DURABLOC

Ce groupe, piloté par un pharmacien sénior et un pharmacien junior rassemblait des chirurgiens (un représentant par spécialité), anesthésistes, pharmaciens, infirmier de bloc opératoire, infirmier anesthésistes, externe en pharmacie, aides-soignants, agents de service hospitaliers (ASH), préparateurs en pharmacie, agents de stérilisation, ingénieur DD, technicien DD, cadres de santé et représentants de l'équipe opérationnelle d'hygiène.

#### **1.4.2. Organisation et missions du groupe de travail**

L'objectif de ce groupe est de travailler de concert avec tous les représentants du bloc opératoire sur la mise en place d'actions en lien avec le DM et ciblant le DD afin d'en étudier l'impact écologique d'une part, et l'impact économique du point de vue de l'établissement, d'autre part.

Avec une première réunion en octobre 2020, le groupe de travail s'est réuni tous les mois jusqu'en octobre 2021. Lors de ces réunions mensuelles, le même déroulé était appliqué : retour sur actions mises en place/présentation de résultats ; échanges d'idées/analyse de faisabilité de nouvelles actions ; présentation/validation de la newsletter visant à informer

l'ensemble du bloc opératoire et du service de stérilisation sur des données générales et sur les avancées au sein de l'établissement (Annexe 3).

Pour chaque action évoquée lors des réunions, l'analyse de sa faisabilité technique, financière, ainsi qu'en terme de ressources humaines, était réalisée en amont avant toute mise en place. Une fois l'action mise en place les membres du groupe de travail étaient les relais sur le terrain permettant un accompagnement. L'ensemble des données nécessaires à l'évaluation des objectifs (mesure d'impact écologique et économique) était recueilli par la pharmacienne junior pilote du groupe de travail.

### **1.4.3. Moyens et méthodologie**

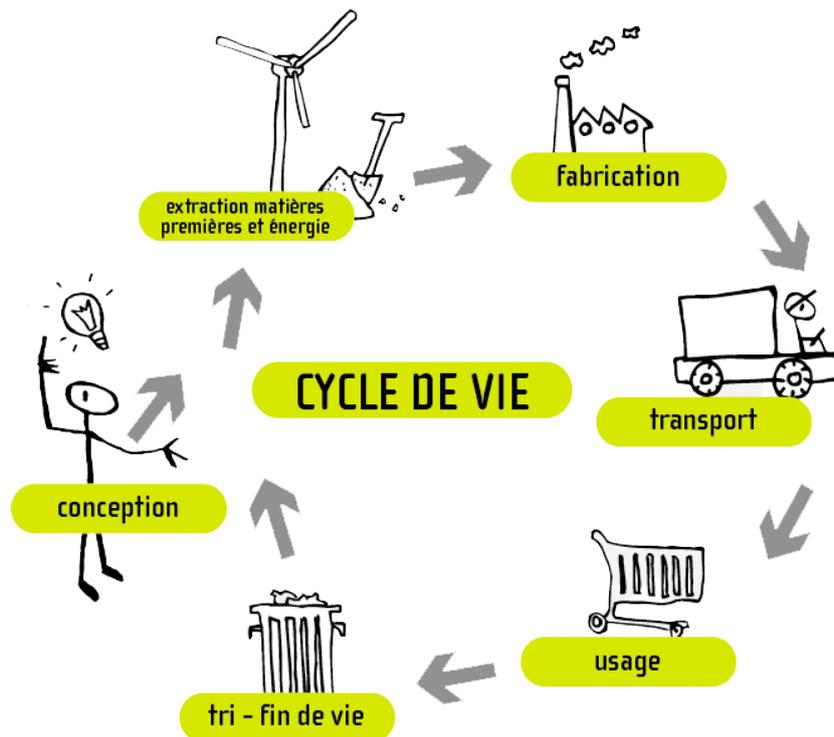
#### **1.4.3.1. Mesure d'impact écologique**

Selon la norme ISO 14062, l'écoconception vise à « intégrer des aspects environnementaux dans la conception et le DD » (33). L'écoconception a pour but de réduire les impacts environnementaux des produits tout au long de leur cycle de vie : extraction de matières premières, production, distribution, utilisation et fin de vie. L'écoconception repose sur l'analyse du cycle de vie des produits.

Pour l'analyse de l'impact écologique de l'ensemble des actions mises en place, la société Primum non nocere® (<http://www.agenceprimum.fr/>) a été sollicitée. L'étude s'est basée sur la méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV). D'après l'Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME), l'ACV de vie est l'outil le plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritère en se basant sur différents impacts environnementaux. Elle permet de recenser et quantifier, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines et en évalue les impacts potentiels. Il s'agit d'une approche multi-étapes (prenant en compte diverses étapes du cycle de vie) et multicritère se basant à la fois sur les « flux entrants » (matière et énergie entrant dans la composition du produit : ressources en fer, eau, pétrole, gaz) et sur les « flux sortants » (déchets, émissions gazeuses, liquides rejetés...) (34).

L'analyse du cycle de vie d'un produit comprend 5 grandes étapes :

- Extraction, approvisionnement, transformation en matières premières
- Fabrication
- Distribution / transport
- Utilisation
- Traitement des déchets et recyclage



**Figure 3** - Analyse du cycle de vie

Source : Pôle éco-conception disponible sur le site <https://www.eco-conception.fr/static/analyse-du-cycle-de-vie-acv.html>

Dans une ACV, il est nécessaire de déterminer la fonction du produit ou service que l'on analyse, qui sera appelé l'unité fonctionnelle. L'ensemble du cycle de vie de ce produit sera ensuite pris en compte. Plusieurs impacts environnementaux doivent être étudiés afin d'avoir une vue complète et ainsi écarter le risque de déséquilibrer la répartition des impacts (la diminution d'un impact pouvant entraîner l'augmentation d'un autre).

Dans le cadre de ce travail, l'objectif étant la sensibilisation des soignants et des différents acteurs de l'ETS, il était important que les impacts choisis avant et après mise en place de l'action soient vulgarisés afin d'être accessibles à tous. Les impacts choisis étaient au nombre de sept :

- Le changement climatique
- La surface de terres occupées
- La toxicité sur l'environnement, comprenant les écosystèmes aquatiques et terrestres
- La toxicité humaine
- L'épuisement des ressources fossiles
- L'épuisement des ressources minérales
- L'épuisement des ressources en eau

Les effets sur le long terme de ces impacts sont pris en compte en comptabilisant leurs influences sur 100 ans. Un rapport technique évaluant l'impact écologique a été réalisé par l'agence Primum non nocere comportant à la fois le détail des différentes actions ainsi que des représentations de leurs différents impacts.

#### **1.4.3.2. Mesure d'impact économique**

L'objectif secondaire étant l'impact médico-économique afin d'évaluer et comparer les coûts induits avant et après la mise en place des 13 actions évaluées. Pour chaque action, l'ensemble des dépenses entraînés par la mise en place du dispositif ainsi que tous les coûts de collecte et traitement des déchets ont été analysés en phase avant et après. Ainsi, plusieurs postes de dépenses ont été considérés :

- Les ressources matérielles
- Les ressources humaines
- Les coûts de logistique
- Les coûts de traitement des déchets

Ces différents postes de dépenses ont été appréciés du point de vue de l'établissement de santé. Une méthode d'estimation du coût total par action a été appliquée pour le recueil et la valorisation unitaire, utilisant des données provenant de logiciels de commande et de

facturation (CPAGE® et PHARMA®) ainsi que le logiciel de traçabilité opératoire (OPERA®). L'analyse d'impact économique est effectuée du point de vue du CHU de Nîmes par une économiste de la santé et les données sont valorisées en euro 2020 lorsque la donnée était disponible, sinon la donnée la plus récente a été considérée. Pour chacune des actions, l'estimation du coût est réalisée en combinant les différents postes de dépenses considérés. Un différentiel de coût est estimé pour chacune des actions en comparant les coûts avant la mise en place de la stratégie DD et après.

#### **1.4.4. Enquête préliminaire auprès du personnel du bloc opératoire et de la stérilisation**

Afin d'évaluer la sensibilité à la thématique DD de l'ensemble du personnel du bloc opératoire et de la stérilisation, une enquête a été réalisée entre le 30/11/2021 et le 11/12/2020. Après validation par le groupe de travail, l'enquête comprenant 10 questions a été diffusée à l'ensemble des personnels du bloc opératoire et de la stérilisation (Annexe 4). Un total de 239 réponses sur 600 personnes travaillant au bloc et à la stérilisation a pu être recueilli sur les 2 semaines, soit un taux de participation de 39.8%. Parmi ces 39.8%, 69% se déclarent sensibles ou très sensibles à la thématique du DD et 96.7% pense que des actions éco-responsable doivent être mises en place dans leur environnement professionnel. Plus de 84.1% seraient prêt à s'investir si de telles actions venaient à être mises en place au bloc opératoire. Néanmoins, quelques freins ont tout de même été évoqués par le personnel : le manque de temps/de personnel, le manque de communication, le manque d'implication et la difficulté pour faire évoluer les mentalités.

## 2. ARTICLE

### EVALUATION OF THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC IMPACT OF ECORESPONSIBLE ACTIONS TARGETING MEDICAL DEVICES IMPLEMENTED IN OPERATING ROOMS

### EVALUATION DE L'IMPACT ECOLOGIQUE ET ECONOMIQUES DE LA MISE EN PLACE D' ACTIONS DEVELOPPEMENT DURABLE EN LIEN AVEC LE DISPOSITIF MEDICAL AU BLOC OPERATOIRE

Rouvière Ninon<sup>a</sup>, Chkair Sihame<sup>b,c</sup>, Auger Fanny<sup>d</sup>, Boisson Christophe<sup>e</sup>, Bernard Marie-José<sup>f</sup>,  
Kinowski Jean-Marie<sup>a,b</sup>, Lallemand Benjamin<sup>g</sup>, Leguelinel-Blache Géraldine<sup>a,b,h</sup>, Chasseigne  
Virginie<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> *Department of Pharmacy, Nîmes University Hospital, University of Montpellier, Nîmes, France*

<sup>b</sup> *UPRES EA2415, Laboratory of biostatistics, Epidemiology, Clinical research and Health Economics, Clinical research University Institute, University of Montpellier, Montpellier, France*

<sup>c</sup> *Department of biostatistics, Epidemiology, Public Health and innovation in Methodology, Nîmes University Hospital, University of Montpellier, Nîmes, France*

<sup>d</sup> *Primum non nocere agency, Béziers, France*

<sup>e</sup> *Department of Anesthesia, Nîmes University Hospital, University of Montpellier, Nîmes, France*

<sup>f</sup> *Department of Surgery, Nîmes University Hospital, University of Montpellier, Nîmes, France*

<sup>g</sup> *Department of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery, Nîmes University Hospital, University of Montpellier, Nîmes, France*

<sup>h</sup> *Department of Law and Health Economics, Faculty of pharmacy, University of Montpellier, Montpellier, France*

**KEY WORDS** : sustainable development, operating room, sterile medical device

**Abstract :**

**Introduction:** In the current context of climate change, a study was performed to analyze the ecological and economic impact of sustainable development actions targeting medical devices used in operating theaters.

**Methods:** This prospective monocentric pilot study assessed the ecological and economic impacts of sustainable actions designed by a multidisciplinary working group and implemented in the 24 operating rooms of French University Hospital from September 2020 to September 2021. The ecological analysis was based on the life cycle analysis method. The ecological impact was categorized in seven impacts (global warming, environmental toxicity, human toxicity, land occupation, depletion of non-renewable fossil and mineral resources, and water consumption). The economic impact was assessed by a micro-costing analysis. The economic results were divided in four main expense items: human resources, material resources, logistics, and waste management.

**Results:** In total, 13 actions were implemented with the aim of reducing waste volume, improving waste sorting, and increasing eco-responsible purchases. In one year, these 13 actions allowed avoiding the emission of 203 tons eq CO<sub>2</sub> (equivalent to 71 trips around the world by car). The environmental and human toxicity benefits were 797 and 156 tons of 1,4-dichlorobenzene, respectively. Concerning non-renewable resources, these actions avoided the extraction of 9 tons of oil (petroleum) and 610 kg of copper. These actions led to a land occupation reduction of 1071.3m<sup>2</sup> and to water saving of 5532m<sup>3</sup>. From the economic side, the implementation of these actions brought a gain of €2,723.60 [-5,623.40 ; 7,787.40] for the first year and of €4,114.20 for the following years.

**Conclusion:** The integration of sustainable measures in operating rooms leads to important ecological benefits without generating additional costs. This more eco-responsible approach should be considered in all healthcare establishments that generate a significant annual volume of waste.

## Résumé :

**Introduction :** Dans le contexte actuel du changement climatique, une étude a été réalisée pour analyser l'impact écologique et économique d'actions de développement durable ciblant les dispositifs médicaux utilisés dans les blocs opératoires.

**Méthode :** Cette étude pilote prospective monocentrique a évalué les impacts écologiques et économiques d'actions écoresponsables pensées par un groupe de travail multidisciplinaire et mises en œuvre dans les 24 salles du bloc opératoire d'un CHU français de septembre 2020 à septembre 2021. L'analyse écologique a été réalisée par la méthode d'analyse du cycle de vie. L'impact écologique a été valorisé par sept impacts (réchauffement climatique, toxicité environnementale, toxicité humaine, occupation des sols, épuisement des ressources fossiles et minérales non renouvelables, et consommation d'eau). L'impact économique a été évalué par une analyse de micro-costing. Les résultats économiques ont été analysés en quatre principaux postes de dépenses : ressources humaines, ressources matérielles, logistique et gestion des déchets.

**Résultats :** Au total, 13 actions ont été mises en place dans le but de réduire le volume des déchets, d'améliorer le tri des déchets et d'intégrer la notion de développement durable dans les achats de dispositifs médicaux. En un an, ces 13 actions ont permis d'éviter l'émission de 203 tonnes eq CO<sub>2</sub> (équivalent à 71 voyages autour du monde en voiture). Les bénéfices en termes de réchauffement climatique et de toxicité humaine ont été respectivement de 797 et 156 tonnes de 1,4 dichlorobenzène. Concernant les ressources non renouvelables, ces actions ont permis d'éviter l'extraction de 9 tonnes de pétrole et de 610 kg de cuivre. Ces actions ont permis de réduire l'occupation des sols de 1071,3 m<sup>2</sup> et d'économiser 5532 m<sup>3</sup> d'eau. Du point de vue économique, la mise en œuvre de ces actions a entraîné un gain de 2 723,60 € [-5 623,40 ; 7 787,40] pour la première année et de 4 114,20 € pour les années suivantes.

**Conclusion :** L'intégration de la notion de développement durable au bloc opératoire entraîne des bénéfices écologiques importants sans générer de coûts supplémentaires pour l'établissement. Cette approche plus éco-responsable devrait être envisagée dans tous les établissements de santé, générant un volume annuel important de déchets.

## 2.1. Introduction

The report on the 6<sup>th</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change, published in August 2021, alerted on the many natural disasters that have occurred in recent years, and the conclusions are clear: the climate and ecological emergency must be a priority, in all sectors (1). In 2009, Costello et al. already warned about climate change and its impact on the world population in the next decades (2). Moreover, a recent study published in 2019 estimated at 659,000 the annual excess mortality caused by pollution in the European Union (3). In France, healthcare establishments produce ~700,000 tons of waste per year (i.e. 3.5% of the national waste production)(4), including many sterile medical devices (SMD). Considering all healthcare activities, the main SMD consumers are technical platforms, such as operating rooms (OR). Indeed, OR growing activity is accompanied by a continuous increase in the number and volume of consumed SMD that represent a major source of waste. One of the main causes of waste overproduction in OR is the many SMD that are removed from their packaging but not used during surgery, and that have significant ecological and financial impacts (5). A study carried out at a French University Hospital (urology, gynecology, and digestive surgery) showed that wasted supplies represented up to 20.1% of the total costs allocated to surgical supplies. Different causes were identified: anticipation of the surgeon's needs, aseptic mistakes, comfort, wrong choice of supplies (6). More recently, the same group reported that the intervention of a pharmacist specialized in the medical device field could significantly reduce SMD waste and costs in OR (7). Therefore, it is essential to reconsider how SMD are used, including reviewing the medical device circuit using an eco-responsible approach. Several additional factors must be considered when thinking about a sustainable approach in OR: water and energy savings, greenhouse gas reduction, waste management and also the work life quality, which represents an important part of the social aspect of sustainable development.

A growing number of initiatives concerning sustainable development in OR have been developed. Avansino et al. showed that harmonizing surgical practices decreases the number of stored references, leading to a reduction in costs, and an increase in safety (8). A narrative review based on 81 articles found that the supposed benefit of single-use devices for infectious risk reduction is based on weak scientific arguments. This study also showed that reusable devices reduce costs, water consumption, energy consumption, waste, and greenhouse gas emissions (9). The environmental impact of single- and multiple-use SMD

began to be studied few years ago. For example, Eckelman et al. demonstrated that the environmental impact of 40 uses of a reusable laryngeal mask airway device is lower than that of 40 disposable laryngeal masks. The worse ecological impact of disposable masks was mainly explained by their production, packaging, and waste management (vs washing and sterilization for reusable masks) (10). Another study on reusable laryngoscope blades showed that single-use plastic blades generate 5-6 times more CO<sub>2</sub> equivalents than reusable steel blades treated by high-level disinfection. Reusable devices also decrease the CO<sub>2</sub> emissions related to transportation and waste (11). Similarly, a study in an Australian healthcare facility with six OR showed a 46% of cost savings when converting from single-use anesthesia plastic drug trays to reusable equipment (12).

In this context of generalized SMD overconsumption and where suppliers are regularly announcing supply shortages (increased by the COVID-19 pandemic), a general awareness seems to emerge among health professionals about the ecological challenges of tomorrow. To address these needs and to propose concrete solutions, the objective of this study was to evaluate the ecological and economic impact of the implementation of sustainable measures targeting SMD in OR.

## **2.2. Methods**

### **2.2.1. Study design**

We carried out a monocentric prospective pilot study in the OR of a French University Hospital from September 2020 to September 2021. The sustainable actions concerning SMD were implemented in the 24 OR (among which 4 ambulatory rooms), 3 preoperative rooms, 3 post-anesthesia care units, and the Sterile Processing Department (SPD). All surgical specialties (neurosurgery, otolaryngology, ophthalmology, orthopedic, plastic, vascular, gynecology, urology, and digestive surgery) and anesthesia were included in the study to involve all the professionals working in the OR and SPD.

### **2.2.2. Creation of the working group and staff survey**

First, a multidisciplinary working group composed by representatives of all health professionals working in the OR and SPD was created (e.g. surgeons, anesthetists, OR, nurse anesthetists and auxiliary nurses, SPD pharmacist and pharmacy dispenser, clinical pharmacists with strong expertise in medical devices, health managers). The hospital hygiene

unit also was represented by a pharmacist and a nurse. Lastly, the hospital environmental engineer and sustainable development technician were included in the working group to assess the feasibility of some actions and to ensure the link with the other hospital departments. The working group members were included on a voluntary basis after a call for candidature. Every month, the working group met to define sustainable actions that could be implemented in the OR, to assess their feasibility, and to discuss the feedback concerning the previously implemented activities. In these meetings, the working group also validated the monthly newsletter that included highlights on ecology in health, and the main results of this study. The monthly newsletter was sent to all OR, SPD and pharmacy employees (n=650). Before the study start, a short survey was sent to all OR and SDP staff to assess their awareness and interest on sustainable development. It included questions about their general awareness on sustainable development, its role in their personal and professional life, and motivation to get professionally involved in its implementation at their workplace. The results were collected and analyzed with the REDCAP® software (v11.1.0).

### **2.2.3. Sustainable actions and their feasibility**

The first objective of the working group was to define sustainable actions that could be implemented in the OR and/or SPD. Multiple sources were used to identify sustainable actions, such as a literature data, exchanges with other healthcare establishments and with learned societies. Moreover, many interviews with hospital employees (e.g. nurses and surgeons) were performed. Once an action was identified, an analysis of the technical, economic and human resource feasibility was performed by the working group. An action was considered as technically feasible if its implementation did not involve major works (small works were acceptable). For the economic feasibility, if the action generated a significant budgetary investment, the hospital financial director was solicited for approval. Concerning human resources, the action was validated if no additional staff was needed, or if the increased workload created by the task was considered acceptable by the working group and the health managers in charge of its application. Once the feasibility of an action was validated, relevant data were collected before its implementation (before scenario). Then, training or information on the action was given during its implementation. Finally, relevant data were collected again after its implementation (after scenario) (*Figure 1*).

#### **2.2.4. Data collection**

Due to the diversity of the implemented actions (Table 1) that concerned different employees and hospital departments, many different data were collected. For each action, the before and after scenario data were collected by the same pharmacist (Table 1).

#### **2.2.5. Ecological impact**

The ecological impact was evaluated using the life cycle analysis (LCA) method and the SimaPro® v9.2.0.1 software. The LCA is a quantitative method based on a multi-criteria environmental analysis. It considers all the life phases of a product or a process/activity: raw material extraction, product manufacturing, transport and distribution, use, and end of life. For this study, some criteria, such as manufacturing processes, were not considered, due to the lack of information.

For each action, the results obtained by the LCA method were then summarized and classified in seven categories: global warming (climate change impact) (kg eq CO<sub>2</sub>), occupied land (m<sup>2</sup> eq Crop/year), human toxicity and environmental toxicity (aquatic and terrestrial ecosystems) (kilogram equivalent of 1,4-dichlorobenzene; kg eq 1,4-DCB), depletion of mineral resources (non-renewable resources) (kilogram of copper equivalent; kg eq Cu), depletion of fossil resources (non-renewable resources) (kilogram of oil equivalent; kg eq Oil), and depletion of water resources (m<sup>3</sup> of water).

The material composition of all studied devices was retrieved from the manufacturer's data sheets. The weight of each small device or packaging was measured using the same calibrated scale, and the weight of garbage bins was measured with a dedicated scale. Data on the consumption of water, electricity and chemical products necessary for the washers and autoclaves were collected through the suppliers. The before and after scenario waste management also was evaluated.

#### **2.2.6. Economic impact**

The costs of each action were estimated and the before and after scenario costs were compared using a bottom-up micro-costing methodology based on the unitary costs from a hospital perspective. This methodology identifies action-specific resource use and hospital-specific unit costs. Input data (quantity) were provided by the concerned teams. Costs

(human, material and logistic resources, and waste) per unit (in euros) were calculated using 2020 data from the hospital human resources and administrative departments from the city where the study was conducted (for waste management). The used data came from the ordering and invoicing software programs (CPAGE® v.208.010 and PHARMA® v.5.9), and from the operative traceability software (OPERA® v.5.1).

## **2.3. Results**

### **2.3.1. Awareness study**

Before the study start, 239 of the 600 (39.8%) OR and SPD employees filled in the survey: n = 51 (21.3%) surgical nurses, n = 41 (17.2%) nurse anesthetists, n = 42 (17.6%) surgeons, n = 27 (11.3%) residents, n = 24 (10%) anesthetists, n = 21 (8.8%) auxiliary nurses, n = 14 (5.9%) SPD agents, n = 7 (2.9%) pharmacy preparators, n = 3 (1.3%) healthcare executives, n = 3 (1.3%) pharmacists, and n=6 (2.5%) “others”. To the question “How aware are you about sustainable development?”, most participant (n = 165, 69.0%) replied “very aware” or “aware”. Moreover, 204/239 (85.4%) respondents implemented environmentally responsible approaches in their daily routines. Most responders (n = 231, 96.7%) thought that environmentally responsible actions should be implemented in their work environment, and 84.1% would have liked to be involved in this. Some obstacles were also highlighted by the responders, such as the lack of time and human resources, the difficulty to change habits, and the lack of communication.

### **2.3.2. Sustainable actions**

Thirteen actions were evaluated: seven concerned waste reduction (actions 1, 2, 3, 4, 6, 10, 13), five concerned waste sorting (actions 5, 7, 8, 9, 12), and one concerned eco-responsible purchases (action 11)(Table 1). Seven actions concerned all the hospital OR, one concerned both OR and SPD, one concerned neurosurgery, one concerned coelioscopic surgery, one concerned urological robotic surgery, and one concerned the urological and orthopedic surgery departments.

### **2.3.3. Ecological impact**

Overall, for each action, the ecological impacts were positive, with annual savings of 202.9 tons CO<sub>2</sub> eq (global warming impact), which represents a car journey of 2,841,790 km

(equivalent to 71 trips around the world by car). Concerning environmental toxicity, the annual savings amounted to 797.8 tons of 1,4 DCB, which is the estimated quantity needed to cause the death of all fish in a 710.5 m<sup>3</sup> lake. The other annual gains were 156. tons 1,4 DCB (human toxicity), 1071.3 m<sup>3</sup> (land occupation), 610 kg eq Cu (mineral resources), 8.9 tons eq Oil (fossil resources), and 551.3m<sup>3</sup> (water consumption) (Table 2). Considering the overall annual ecological impact (all categories together), actions 6 and 7 had the highest environmental impact (45.9% and 33.1% of all environmental gains) (Figure 2). Specifically, action 7 was responsible of most of the annual decrease in global warming, human toxicity and water consumption. Action 12 had the greatest impact on environmental toxicity (65.8%), whereas action 6 had the greatest impact on land occupation (58.5%), mineral resources (94.9%) and fossil resources. When the impact per unit and not the annual impact was considered, the distribution changed because it did not depend on the volume (Table S1). For example, action 10 had a higher impact on "global warming" than actions 7 and 8.

#### **2.3.4. Economic impact**

From the hospital perspective, the implementation of the 13 actions generated an annual gain of €2,723.60 [-5,623.40 ; 7,787.40] the first year. For the following years, the gains were estimated at €4114.20 (Table 3). Actions 6 and 7 generated the most benefits (€7,787.40 and €5,562.80), whereas actions 2 and 10 were the most expensive for the hospital (€5,634.40 and €5,540.10) (Figure 2). Annually, profits were generated on three expense items: human resources (€5,134.80), logistics (€12,048), and waste management (€16,383.90). Conversely, costs increased for material resources (-€30,843 per year).

The impact per unit also was studied for each action by expenditure (Table S2). This analysis showed for each action, the major expense item and how expenses changed between the before and after scenario (Figure 3). For actions 1, 2, 3, 6, 10 and 13, material resources were the most important expense item in both scenarios. For action 8, in the before scenario, all expenses were due to waste management costs (100.0%), while in the after scenario, these were mainly due to human resource costs (86.9%). For action 2, which generated a significant annual extra cost for the hospital, its implementation led to a decrease in costs in terms of human resources (10.5% vs 0.5%), and almost all costs in the before scenario were due to material resources (99.3% vs 89.3%). Action 1 had a low impact when considering the annual

gains, but led to the highest profit (€3.60 per unit) when the before/after scenario differences per unit were considered.

#### **2.4. Discussion**

The implementation of 13 targeted sustainable actions related to SMD in the OR and SPD led to significant ecological benefits in terms of limiting global warming, environmental and human toxicity, land occupation, mineral resources, fossil resources, and water consumption. The study also showed economic benefits for the hospital that will progressively grow in time. One of the strong points of this study was to use the LCA that is considered the most exhaustive method to assess ecological impacts (13). Indeed, this analysis took into account seven environmental categories to obtain a global view. This is crucial because, depending on the type of action, there may be beneficial effects on some environmental categories and some damaging effects on others. For instance, action 12 (i.e. electric scalpel wire recycling) increased water consumption in the after scenario. Moreover, this action had a very high impact on environmental toxicity, but a low impact on the other six environmental categories. To make these results understandable to the widest possible audience, the environmental impacts were summarized in an easy way.

To ensure the generalizability of our results, we considered both the annual and unit impact to allow other hospitals interested in implementing similar actions to estimate the possible gains according to their activity volume. In this study, actions 6 and 7 (reusable laryngoscope blades and selective waste sorting optimization) had the greatest annual environmental impact. This was in part explained by the fact that these two actions concern all OR (17,184 and 21,000 units/year, respectively). Moreover, action 7 had the greatest annual impact on global warming (83.7%;  $n = 21,000$ ), whereas action 10 had the greatest impact per unit (55.8%;  $n = 400$ ).

Some studies have compared the ecological and economic impact of reusable and single-use SMD, but it is important to keep in mind that the ecological impact depends also on the type of energy used. Indeed, an Australian study showed that 300 uses of reusable central venous catheter insertion kits emit 3 times more CO<sub>2</sub> and consume 11 times more water than producing 300 single-use kits, mainly due to the sterilization step. These results are explained by the fact that Australia uses brown coal-sourced electricity. The results would have been different if the study had been carried out in Europe or USA, where electricity production is

not based mainly on coal. In this configuration, CO<sub>2</sub> emissions are similar for reusable and single-use kits (14). Yet, the source of electricity as well as the fragility of reusable devices and losses/breakages are rarely taken into account despite their environmental impact, especially at the beginning of use (9).

Besides the environmental gains, reusable SMD also allow better anticipating the needs. Indeed, the COVID-19 pandemic has led to an important consumption of SMD, resulting in an increase in the waste quantity and also in shortages when manufacturers could not cope with the increased demand (15).

From the economic perspective, implementing eco-responsible actions did not seem to generate additional costs for the hospital. These economic data were obtained with a micro-costing analysis that took into account the maximum number of criteria available at the time of the study. The additional costs and saving varied in function of the action type. The overall impact was encouraging, but the impact per unit of each action also must be considered. For example, in the overall economic analysis, action 1 (custom brain surgery kit) had a low impact (€786.60 per year) due to its low use per year (n = 220). However, by considering this action per unit, it had the highest economic gain (€3.60 per unit). On the other hand, action 6 (reusable laryngoscope blades ) had the greatest annual impact, resulting in a gain of €0.50 per unit (n = 17,184). The precision of the micro-costing analysis highlighted the significant part of material resources in the hospital expenses. Concerning actions 2 and 10 (the most expensive for the hospital), almost all costs were due to material resources, but the data from the study could be used to renegotiate prices with suppliers. The initial implementation of the actions generated significant costs, particularly in human resources; however, these costs should not be present in the next years. For instance, human resources expenses for actions 7 (selective waste sorting optimization) and 11 (sustainable development questionnaire) should concern only the first year because they were caused by the time spent for the creation of the supports (training, questionnaire) that will not be required each year.

Our study presents some limitations due to its design (monocentric study) and the use of an experimental methodology because of the lack of similar previous studies. It was difficult to globally evaluate the economic gains linked to SMD because some costs were difficult to estimate, for example the logistic costs of some actions that were not evaluated. Similarly, from an ecological point of view, some impacts require a precise methodology to be studied,

such as the quality of life at work (QLW). Some actions influenced the QWL, such as actions 1 and 2 (custom packs), which significantly reduced the number of times the SMD were opened, and action 10 (implementation of a movable irrigation fluid recovery system), which considerably reduced the time and weight handled by OR personnel. These data were collected and quantified, but their impact on QWL will be assessed in another study. Moreover, it was not possible to involve all the staff in this sustainable approach and some were reluctant, especially if the implementation of actions entailed a significant change in their professional habits, as highlighted in the preliminary survey.

Some actions were studied but could not be completed. For example, a market study was realized with suppliers of sterilizable sheets to find sheets made of recyclable materials. But after multiple enquiries, it turned out that even when sheets were made of recyclable material, they could not actually be recycled because of the lack of an adapted channel. These sheets are widely used and therefore, constitute an important source of waste nationwide. Suppliers should consider the end of life of the products they put on the market to develop adapted recovery channels. This example and many others require the engagement of suppliers in these environmentally responsible approaches. Legal regulations in this field should push suppliers to become involved. These 13 actions are a first step, but the working group is still working to integrate new actions into professional practices.

To conclude, it is urgent to work on the consumption mode in OR. Indeed, one surgical operation generates more waste than a family of four people in one week (16). At the hospital level, the OR is a major consumer of SMD that lead to important costs and waste volumes. Our study showed that by implementing sustainable actions in the OR, it is possible to generate significant ecological savings without additional costs for the health institution. Currently, these initiatives are implemented on a voluntary basis, but they may become mandatory in the coming years. All hospital staff must be aware of the importance of climate change, and this study illustrates some of the initiatives that can be taken to move in this direction.

**Acknowledgments:** We would like to thank all the DURABLOC working group members for their active participation in this study.

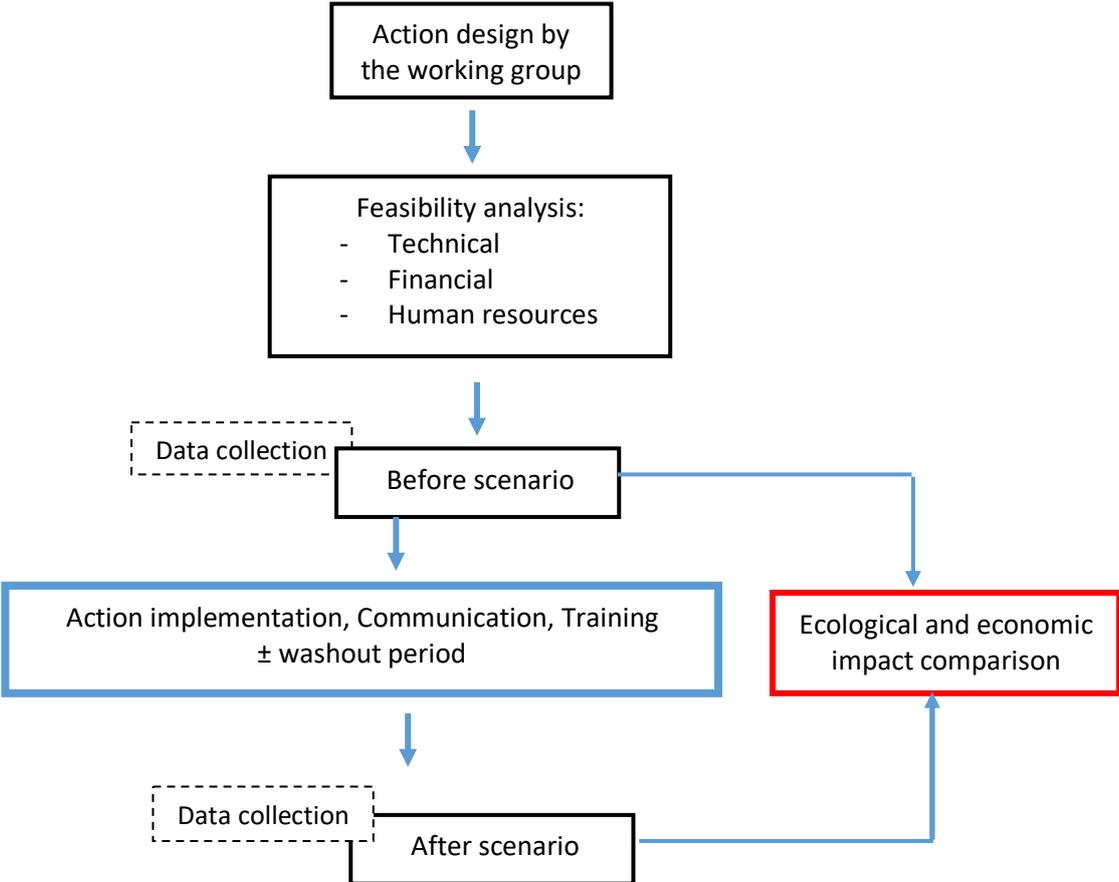
**Funding:** Nîmes University Hospital supported the *Primum non nocere*<sup>®</sup> costs for the ecological impact analysis.

## REFERENCES

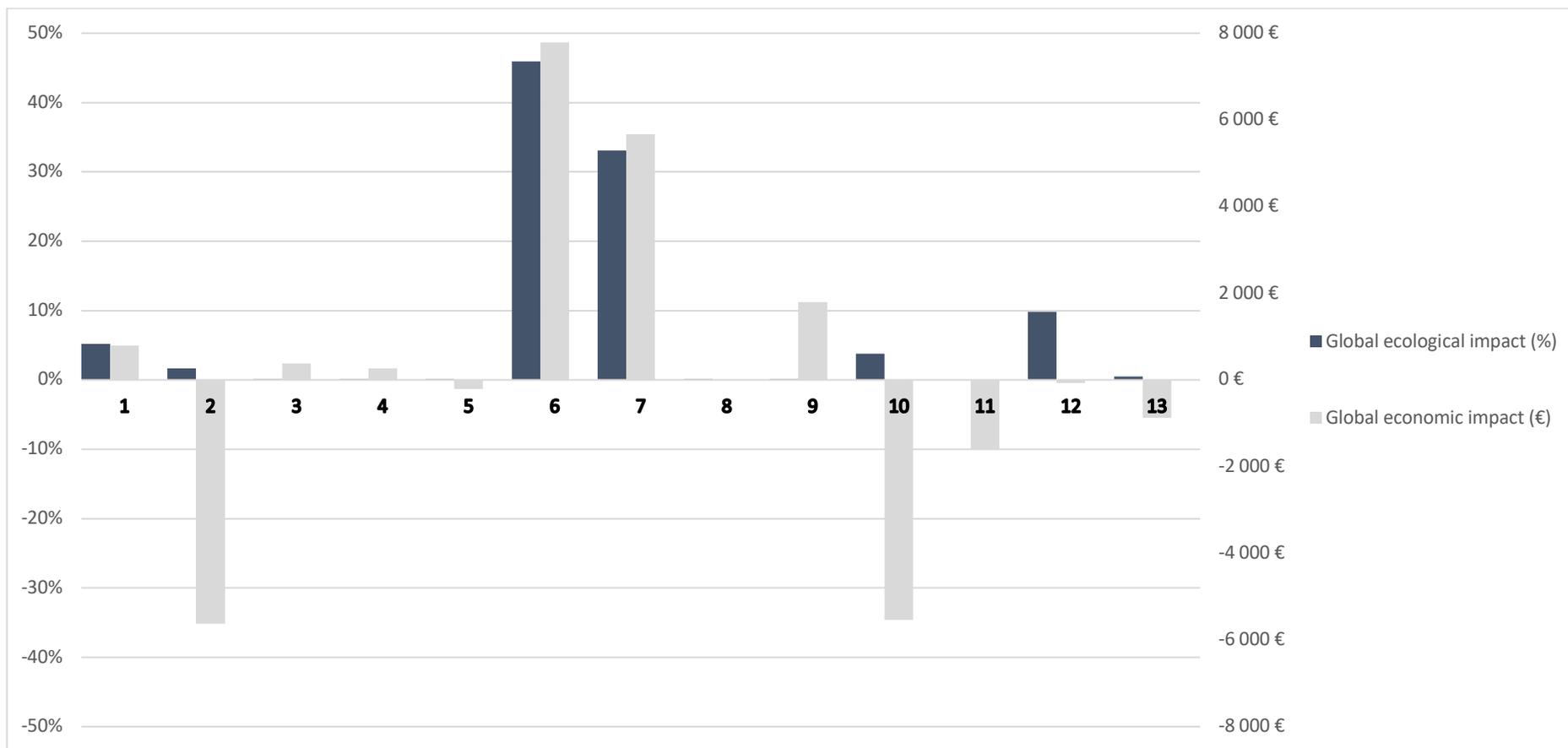
1. IPCC Report, Climate change 2021 [Internet]. [cited 2021 Aug 29]. Available from: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)
2. Costello A, Abbas M, Allen A, Ball S, Bell S, Bellamy R, et al. Managing the health effects of climate change: Lancet and University College London Institute for Global Health Commission. *The Lancet*. 2009 May 16;373(9676):1693–733.
3. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Daiber A, et al. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *Eur Heart J*. 2019 May 21;40(20):1590–6.
4. Parvy P. Pour une bonne gestion des déchets produits par les établissements de santé et médico-sociaux; 2016.pdf.
5. Zygourakis CC, Yoon S, Valencia V, Boscardin C, Moriates C, Gonzales R, et al. Operating room waste: disposable supply utilization in neurosurgical procedures. *J Neurosurg*. 2017 Feb 1;126(2):620–5.
6. Chasseigne V, Leguelinel-Blache G, Nguyen TL, de Tayrac R, Prudhomme M, Kinowski JM, et al. Assessing the costs of disposable and reusable supplies wasted during surgeries. *Int J Surg*. 2018 May 1;53:18–23.
7. Chasseigne V, Bouvet S, Chkair S, Buisson M, Richard M, de Tayrac R, et al. Health economic evaluation of a clinical pharmacist's intervention on the appropriate use of devices and cost savings: A pilot study. *Int J Surg*. 2020 Oct 1;82:143–8.
8. Avansino JR, Goldin AB, Risley R, Waldhausen JHT, Sawin RS. Standardization of operative equipment reduces cost. *J Pediatr Surg*. 2013 Sep;48(9):1843–9.
9. Reynier T, Berahou M, Albaladejo P, Beloeil H. Moving towards green anaesthesia: Are patient safety and environmentally friendly practices compatible? A focus on single-use devices. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2021 Aug 1;40(4):100907.

10. Eckelman M, Mosher M, Gonzalez A, Sherman J. Comparative life cycle assessment of disposable and reusable laryngeal mask airways. *Anesth Analg*. 2012 May;114(5):1067–72.
11. Sherman JD, Raibley LA, Eckelman MJ. Life Cycle Assessment and Costing Methods for Device Procurement: Comparing Reusable and Single-Use Disposable Laryngoscopes. *Anesth Analg*. 2018 Aug;127(2):434–43.
12. McGain F, McAlister S, McGavin A, Story D. The financial and environmental costs of reusable and single-use plastic anaesthetic drug trays. *Anaesth Intensive Care*. 2010 May;38(3):538–44.
13. ISO 14040:2006(fr), Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Principes et cadre [Internet]. [cited 2021 Sep 23]. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:fr>
14. McGain F, Jarosz KM, Nguyen MNHH, Bates S, O'Shea CJ. Auditing Operating Room Recycling: A Management Case Report. *Case Rep*. 2015 Aug;5(3):47–50.
15. McGain F, Muret J, Lawson C, Sherman JD. Effects of the COVID-19 pandemic on environmental sustainability in anaesthesia. *Response to Br J Anaesth* 2021;126:e118–e119. *Br J Anaesth*. 2021 Mar 1;126(3):e119–22.
16. Développement Durable au bloc, triage et valorisation, Qualité de l'air - La SFAR [Internet]. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. [cited 2021 Jul 23]. Available from: <https://sfar.org/comites/developpement-durable/>

Figure 1. Study flowchart



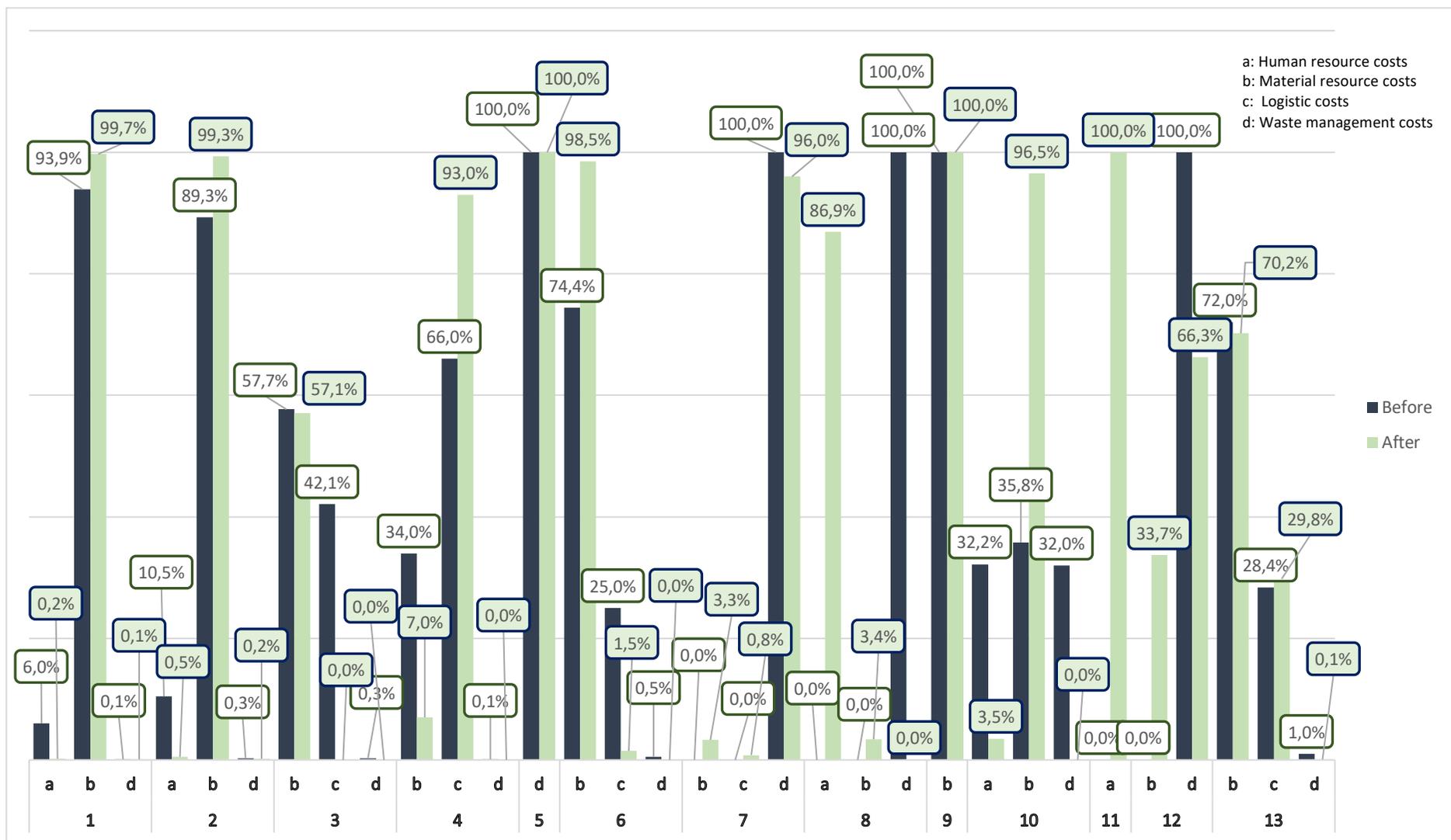
**Figure 2.** Contribution of the different sustainable actions to the annual environmental and economic gains



Numbers (1 to 12) correspond to the different actions (see Table 1 for their description).

For action 11 (creation of a sustainable development questionnaire for medical device suppliers) only the economic impact was included (because ecological impact have not been evaluated)

**Figure 3.** Comparison of the before/after scenario economic impact by expense item



**Table 1. Sustainable actions and data collected**

**Table 1a. Waste reduction actions**

	<i>Description of the action</i>	<i>Functional unit (before scenario)</i>	<i>Functional unit (after scenario)</i>	<i>Specialty concerned</i>	<i>Annual consumption</i>	<i>Data collected</i>
1	Custom brain surgery pack	Individual packaging for each SMD	All needed SMD in one package	Neurosurgery	220 units	<ul style="list-style-type: none"> <li>. <i>Waste weight / waste type</i></li> <li>. <i>Time for intervention preparation</i></li> <li>. <i>Purchasing costs</i></li> <li>. <i>Waste management costs</i></li> </ul>
2	Custom coelioscopy pack			Digestive / Gynecological surgery	1,200 units	
3	Change of anesthesia face masks to a version without plastic hook	Anesthesia mask with plastic hook	Anesthesia mask without plastic hook	Anesthesia	16,000 units	<ul style="list-style-type: none"> <li>. <i>Waste weight / waste type</i></li> <li>. <i>Purchasing costs</i></li> <li>. <i>Waste management costs</i></li> </ul>
4	Redon drain without pre-mounted needle for robotic urological surgery	Pre-mounted needle on the Redon drain systematically wasted (ICW) during robotic surgery	Redon drain without pre-mounted needle	Urological robotic surgery	130 units	<ul style="list-style-type: none"> <li>. <i>Weight of avoided waste (ICW)</i></li> <li>. <i>Purchasing costs</i></li> <li>. <i>Needle composition</i></li> <li>. <i>Waste management costs</i></li> </ul>
6	Change from single-use to reusable laryngoscope blades	Single-use laryngoscope blades	Reusable laryngoscope blades	Anesthesia	17,184 units	<ul style="list-style-type: none"> <li>. <i>Waste weight</i></li> <li>. <i>Purchasing costs</i></li> <li>. <i>Sterilization costs</i></li> <li>. <i>Logistic costs</i></li> <li>. <i>Blade composition</i></li> <li>. <i>Waste management costs</i></li> </ul>
10	Implementation of a movable irrigation fluid recovery system for wastewater	Evacuation of surgical fluids to the ICW with a classic system using flexible bags	Evacuation of surgical fluids with a movable suction system connected to the wastewater	Urological / orthopedic surgery	400 interventions	<ul style="list-style-type: none"> <li>. <i>Waste weight</i></li> <li>. <i>Purchasing costs</i></li> <li>. <i>Handling time</i></li> <li>. <i>Waste management costs</i></li> </ul>
13	Single-pack surgical kits	Using double packaged surgical kits	Using single-pack surgical kits	Urology and some general surgeries	2,000 + 1,850 units	<ul style="list-style-type: none"> <li>. <i>Waste weight / waste type</i></li> <li>. <i>Purchasing costs</i></li> </ul>

ICW: infectious clinic waste

**Table 1b. Waste sorting actions**

	<i>Description of the action</i>	<i>Functional unit (before scenario)</i>	<i>Functional unit (after scenario)</i>	<i>Specialty concerned</i>	<i>Annual consumption</i>	<i>Data collected</i>
5	Recycling the aluminum blisters of surgical sutures	Aluminum blisters wasted in NICW	Aluminum blister recycling		76,500 units	. <i>Waste weight of one blister</i> . <i>Waste management costs</i>
7	Optimization of selective waste sorting in OR	No recycling channel in OR	Setting up a recycling channel in OR	All surgery specialties	21,000 interventions	. <i>Weight of recycled, NICW and ICW waste</i> . <i>Purchasing costs of garbage bags</i> . <i>Logistic costs</i> . <i>Set up / training time</i> . <i>Waste management costs</i>
8	Metal waste recycling at the SPD	Defective SMD not eligible for repair wasted in NICW	Recycling of defective SMD not eligible for repair	SPD	54 kilograms	. <i>Weight of recycled waste</i> . <i>Purchasing cost of storage boxes</i> . <i>Handling time</i> . <i>Waste management costs</i>
9	Rationalization of the use of triclosan-coated surgical sutures	Widespread use of triclosan-coated sutures	Use of not triclosan-coated sutures when possible		8,172 units	. <i>Purchasing costs</i> . <i>Suture composition</i>
12	Recycling of ES wires	ES wires wasted in NICW	Recycling of ES wires	All surgery specialties	10,000 units	. <i>ES weight</i> . <i>Disinfection costs</i> . <i>Purchasing costs of disinfection boxes</i> . <i>Waste management costs</i>

NICW: non-infectious clinical waste  
 ICW: infectious clinical waste  
 ES: electric scalpels  
 SMD: sterile medical device  
 OR: operating rooms

**Table 1c. Eco-responsible purchasing action**

	<i>Description of the action</i>	<i>Functional unit (before scenario)</i>	<i>Functional unit (after scenario)</i>	<i>Specialty concerned</i>	<i>Annual consumption</i>	<i>Data collected</i>
11	Creating a sustainable development questionnaire for medical device suppliers	The final score for a medical device was based on the technical (60%) and economic (40%) scores	Addition of a sustainable development score (5%) to the final score	All surgical medical devices referenced in the hospital database	200 references	<i>. Human resources to create the questionnaire and exploit the data</i>

**Table 2. Annual ecological impact of the 12 actions**

Annual gain before/after	Global warming	Environmental toxicity	Human toxicity	Land occupation	Mineral resources	Fossil resources	Water consumption
Units	kg CO2 eq (%)	kg 1,4 DCB (%)	kg 1,4 DCB (%)	m <sup>2</sup> crop eq (%) / year	kg Cu eq (%)	kg oil eq *	m <sup>3</sup> *
<b>ACTION 1 (n = 220)</b>	1,230 (0.6)	3,826.5 (0.5)	1,036.3 (0.7)	247.7 (23.1)	1.6 (0.3)	338.2	41.9
<b>ACTION 2 (n = 1200)</b>	586.6 (0.3)	907 (0.1)	339.8 (0.2)	72.5 (6.8)	0.9 (0.3)	156.5	11.8
<b>ACTION 3 (n = 16 000)</b>	0.1	0.2	0.04	0.00022	0.00002	0.04	0.00039
<b>ACTION 4 (n = 130)</b>	8.3	172.3	14.3	0.27	0.9 (0.1)	2.0	0.04
<b>ACTION 5 (n = 76 500)</b>	1.5	11.5	28	0.2	0.014	0.7	-0.03
<b>ACTION 6 (n = 17 184)</b>	26,460.2 (13.0)	117,782.9 (16.7)	37,447.1 (24.0)	626.3 (58.5)	579.3 (94.9)	6601.6	221.6
<b>ACTION 7 (n = 21 000)</b>	169,933 (83.7)	105,991 (15.0)	110,962 (71.0)	56 (5.2)	19 (3.1)	721	250
<b>ACTION 8 (n = 54)</b>	0.8	5.7	14.2	0.1	0.01	0.3	-0.0011
<b>ACTION 9 (n = 8172)</b>	0.02	0.05	0.02	0.0005	0.0005	0.007	0.00004
<b>ACTION 10 (n = 400)</b>	4,240.3 (2.1)	11,960.3 (1.7)	2,285.2 (1.5)	34 (3.2)	7.5 (1.2)	1,089	26.2
<b>ACTION 11 (n = 200)</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>ACTION 12 (n = 10 000)</b>	13.3	465,544 (65.8)	3,756.9 (2.4)	3.3 (0.3)	0.1	7.1	-0.9
<b>ACTION 13 (n = 2000 + 1850)</b>	511 (0.3)	1,604 (0.2)	340 (0.2)	31 (2.9)	0.9 (0.1)	-1.9	0.7
<b>GLOBAL IMPACT</b>	202,985.1	707,805.5	156,223.8	1,071.3	610.2	8,914.5	551.3
<b>REPRESENTING</b>	2,841,790 km by car = 71 trips around the world by car	All fish in a 710.5 m <sup>3</sup> lake	32 millions of anti-moth balls	1071 m <sup>3</sup> of occupied land	610 kg of copper	8.9 tons of oil (petroleum)	2 municipal swimming pools

\* The percentage for these ecological categories was not calculated due to positive and negative data

NE: not evaluable data

**Table 3. Annual economic impact of the 13 actions**

Annual gain before/after	Human resources € (%)	Material resources € (%)	Logistics € (%)	Waste management € (%)	Global impact (before - after, €)
<b>ACTION 1 (n = 220)</b>	596.30 (75.8)	184.70 (23.5)	NE	5.60 (0.7)	786.60
<b>ACTION 2* (n = 1200)</b>	2,568	-8,208	NE	16.60	-5,623.40
<b>ACTION 3 (n = 16 000)</b>	NA	320 (85.3)	0	55.20 (14.7)	375.20
<b>ACTION 4 (n = 130)</b>	NA	264 (99.8)	0	0.45 (0.2)	264.50
<b>ACTION 5 (n = 76 500)</b>	NA	NE	NE	-212.70 (100)	-212.70
<b>ACTION 6* (n = 17 184)</b>	NA	-5,361.5	12,888	260.90	7,787.40
<b>ACTION 7* (n = 21 000)</b>	-805.20	-3,570	-840	10,878	5,662.80
<b>ACTION 8* (n = 54)</b>	-25.10	-1.0	NA	9.60	-16,50
<b>ACTION 9 (n = 8172)</b>	NA	1,797.80 (100)	NE	NE	1,797.80
<b>ACTION 10* (n = 400)</b>	4,416	-15,104.10	NE	5,148	-5,540.10
<b>ACTION 11 (n = 200)</b>	-1,615.20 (100)	NA	NA	NA	-1,615.20
<b>ACTION 12 (n = 10 000)</b>	NA	-70 (100)	NA	0	-70
<b>ACTION 13* (n = 2000)</b>	NA	-2,760	0	29.60	-2,730.40
<b>ACTION 13 bis (n = 1850)</b>	NA	1,665 (89.6)	0	192.60 (10.4)	1,857.60
<b>GLOBAL IMPACT</b>	5,134.80	-30,843.10	12,048	16,383.90	2,723,60
<b>GLOBAL IMPACT Y+1</b>					4,114.20

\*For some actions, the percentage by expenditure item was not calculated because of positive and negative data

NE: not evaluable / NA: not applicable

**Table 1S.** Annual ecological impact of the 12 actions (per unit)

1 unit impact	Global warming kg CO <sub>2</sub> eq (%)	Environmental toxicity kg 1,4 DCB (%)	Human toxicity kg 1,4 DCB (%)	Land occupation m <sup>2</sup> crop eq (%)/year	Mineral resources kg eq Cu (%)	Fossil resources* kg eq Oil	Water consumption* m <sup>3</sup>
<b>ACTION 1</b> (n = 220)	5.6 (15.4)	17.4 (12.7)	4.7 (17.7)	1.1 (78.1)	0.0075 (8.9)	1.54	0.19
<b>ACTION 2</b> (n = 1200)	0.49 (1.3)	0.76 (0.6)	0.28 (1.0)	0.06 (4.3)	0.00078 (0.9)	0.13	0.01
<b>ACTION 3</b> (n = 16 000)	7.3E-06	1.5E-08	2.3E-09	1.4E-08	1.2E-09	2.4E-06	2.4E-08
<b>ACTION 4</b> (n = 130)	6.4E-03	1.33 (1.0)	0.11 (0.4)	0.0020 (0.1)	0.0068 (8.1)	1.5E-02	3.0E-04
<b>ACTION 5</b> (n = 76 500)	0.13 (0.3)	0.96 (0.7)	2.33 (8.5)	0.017 (1.2)	0.0011 (1.3)	5.6E-02	-1.9E-03
<b>ACTION 6</b> (n = 17 184)	1.54 (4.2)	6.85 (5.0)	2.18 (7.9)	0.04 (2.8)	0.03 (35.7)	0.38	0.01
<b>ACTION 7</b> (n = 21 000)	8.09 (22.2)	5.05 (3.7)	5.28 (19.2)	0.0027 (0.2)	0.00089 (1.1)	3.4E-02	0.01
<b>ACTION 8</b> (n = 54)	0.061 (0.2)	0.47 (0.3)	1.18 (4.3)	0.0086 (0.6)	0.00043 (0.5)	2.7E-02	-0.95
<b>ACTION 9</b> (n = 8172)	2.5E-06	6.4E-06	2.2E-06	5.6E-08	7.0E-08	8.2E-07	5.0E-09
<b>ACTION 10</b> (n = 400)	20.3 (55.7)	57.3 (41.7)	10.9 (39.6)	0.16 (11.6)	0.036 (42.9)	5.223	0.125
<b>ACTION 11</b> (n = 200)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>ACTION 12</b> (n = 10 000)	1.3E-03	46.55 (33.9)	0.38 (1.4)	3.4E-04	1.3E-05	7.0E-04	-9.0E-06
<b>ACTION 13</b> (n = 2000 + 1850)	0.26 (0.7)	0.8 (0.6)	0.17 (0.6)	0.015 (1.1)	0.00043 (0.5)	-9.6E-04	3.6E-04
<b>Global gains</b>	34.47	137.47	27.51	1.41	0.08	7.41	-0.61

\* The percentage for this category was not calculated due to positive and negative data

**Table 2S.** Annual economic impact of the 13 actions (for one unit)

Units	ACTION COST (BEFORE SCENARIO)									ACTION COST (AFTER SCENARIO)									Gains
	Human resources		Material resources		Logistics		Waste management		Global costs	Human resources		Material resources		Logistics		Waste management		Global costs	
	€	%	€	%	€	%	€	%	€	€	%	€	%	€	%	€	%	€	€
<b>ACTION 1</b> (n = 220)	2.8	6.0	44.0	93.9	NE		0.0667	0.1	46.9	0.1	0.2	4.2	99.7	NE		0.0414	0.1	43.3	3.6
<b>ACTION 2</b> (n = 1200)	2.3	10.5	19.6	89.3	NE		0.0552	0.3	21.9	0.1	0.5	26.4	99.3	NE		0.0414	0.2	26.6	-4.7
<b>ACTION 3</b> (n = 16 000)	NA		0.7	57.7	0.5	4.1	0.0035	0.3	1.3	NA		0.7	57.1	0.54	0.0	0.0000	0.0	1.3	2.3E-02
<b>ACTION 4</b> (n = 130)	NA		2.4	34.0	4.6	66.0	0.0046	0.1	7.0	NA		0.4	7.0	4.62	93.0	0.0000	0.0	5.0	2.0
<b>ACTION 5</b> (n = 76 500)	NA		0.0	0.0	NE		0.0032	100.0	0.0	NA		0.0	0.0	NE	NE	0.0060	100.0	0.0	-2.8E-03
<b>ACTION 6</b> (n = 17 184)	0.0	0.0	2.3	74.4	0.8	25.1	0.0152	0.5	3.1	0.0	0.0	2.7	98.5	0.04	1.5	0.0000	0.0	2.7	0.5
<b>ACTION 7</b> (n = 21 000)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5280	100.0	5.5	0.0	0.0	0.2	3.3	0.04	0.8	5.0100	96.0	5.2	0.3
<b>ACTION 8</b> (n = 54)	0.0	0.0	0.0	0.0	NA		0.2300	100.0	0.2	0.5	96.3	0.0	3.7	NA		0.0000	0.0	0.5	-0.3
<b>ACTION 9</b> (n = 8172)	NA		2.5	100.0	NE		0.0000	0.0	2.5	NA		2.3	100.0	NE		0.0000	0.0	2.3	0.2
<b>ACTION 10</b> (n = 400)	12.9	32.2	14.4	35.8	NE		12.8700	32.0	40.2	1.9	3.5	52.2	96.5	NE		0.0000	0.0	54.1	-13.9
<b>ACTION 11</b> (n = 200)	0.0	0.0	NA		NA		0.0000	0.0	0.0	5.0	100.0	NA		NC		0.0000	0.0	5.0	-5.0
<b>ACTION 12</b> (n = 10 000)	NA		0.0	0.0	NA		0.0138	100.0	0.0138	NA		0.01	33.7	NC		0.0138	66.3	0.021	-0.0070
<b>ACTION 13</b> (n = 2000 + 1850)	NA		9.3	78.8	2.5	21.0	0.0223	0.2	11.8	NA		10.7	81.1	2.48	18.8	0.0075	0.1	13.2	-1.3652
	NA		4.0	62.5	2.3	35.8	0.1081	1.7	6.3	NA		3.3	59.2	2.27	40.7	0.0040	0.1	5.6	0.7641

NE: not evaluable / NA: not applicable

### 3. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a porté sur 13 actions qui ont été mises en place au bloc opératoire et dont l'impact a été analysé d'un point de vue écologique et économique. Elle a permis de mettre en évidence les résultats écologiques encourageants qu'il est possible d'obtenir en initiant une démarche pluridisciplinaire dans un bloc opératoire, s'accompagnant de gains économiques pour l'établissement de santé. A ce jour, peu de données ont été publiées dans la littérature scientifique évaluant l'impact écologique et économique de plusieurs actions orientées développement durable au bloc opératoire. Néanmoins, on retrouve une revue de la littérature constituant un premier pas vers des recommandations pour des pratiques plus respectueuses de l'environnement au sein du bloc opératoire s'intéressant aux DM et aux vêtements à usage unique utilisés au bloc opératoire et soulignant le fait qu'ils ne réduisent pas le risque infectieux pour les patients mais ont un impact environnemental, financier et social plus important que les dispositifs réutilisables (35).

D'un point de vue écologique, les résultats ont été analysés à travers les 7 axes environnementaux précédemment décrits. Les résultats bruts obtenus suite à l'ACV de l'ensemble des actions ont ensuite été vulgarisés pour diffusion à l'ensemble des équipes du bloc opératoire, de la stérilisation mais également aux différentes directions de l'établissement. Pour chaque axe environnemental, les émissions évitées ont été quantifiées et représentés sur une année (Annexe 5). L'impact sur le changement climatique permet d'éviter l'émission de 202 tonnes eq CO<sub>2</sub>, représentant un trajet de 2,8 millions de km en voiture (soit 71 tours du monde en voiture). L'ensemble des actions sur une année permet d'éviter la consommation de 552m<sup>3</sup> d'eau, soit l'équivalent de 2 piscines municipales. L'épargne sur l'épuisement des ressources fossiles a également été quantifiée pour une année à 8.9 tonnes de pétrole et 610 kilogrammes de cuivre. Pour chaque impact environnemental, la part de chaque action a été calculée, permettant ainsi de mettre en évidence les actions ayant l'impact écologique le plus important sur une année. Dans cette étude, les actions 6 et 7 concernant respectivement les lames de laryngoscopes réutilisables et la mise en place du tri sélectif en salle d'opération ont été les plus impactantes à l'échelle d'une année. En effet, ce sont les deux actions qui concernent l'ensemble du bloc opératoire et dont les volumétries sont les plus importantes. Cette étude s'est également intéressée à l'impact unitaire de chaque action afin de pouvoir donner des indicateurs aux établissements de santé qui souhaiteraient reproduire ces initiatives écoresponsables, avec des volumétries différentes.

Ces différents résultats permettent d'illustrer les conséquences importantes que peuvent avoir ces différentes actions combinées mais également de se rendre compte des actions ayant l'impact le plus important individuellement. L'analyse de l'impact économique a été réalisée en parallèle par une méthode précise de micro-costing, ayant permis d'identifier 4 principaux postes de dépense : les ressources humaines, les ressources matérielles, les coûts logistiques et les coûts de traitement des déchets. De la même façon que pour les résultats écologiques, des projections en fonction des quantités annuelles estimées à l'aide des logiciels de gestion et de planification ont été réalisées. D'un point de vue global, la mise en place de ces 13 actions permet une économie annuelle pour l'établissement de santé de 2 723.6€ la première année. A partir des années suivantes, le montant des économies augmente (estimé à 4 114.2€ à partir de la deuxième année). Ceci s'explique par des coûts de mise en place initiaux qui ne sont pas renouvelés les années suivantes. En effet, concernant l'action 11 et la mise en place d'un questionnaire développement durable à destination des fournisseurs de DM pour les appels d'offres locaux, les coûts des ressources humaines pour la mise en place de l'action sont importants la première année uniquement (plusieurs réunions multidisciplinaire pour élaborer le questionnaire, modifier le règlement de consultation,...). Les coûts d'exploitation de l'action les années suivantes seront fortement réduits et correspondront uniquement au temps administratif de traitement des résultats du questionnaire.

Ces résultats ont pu être obtenus grâce à la dynamique vertueuse du groupe de travail pluridisciplinaire (appelé DURABLOC). Afin d'étendre cette démarche à l'ensemble du bloc opératoire et ainsi de créer une dynamique globale, il est important d'inclure à ces réflexions l'ensemble des acteurs présents au bloc opératoire et à la stérilisation. La mise en œuvre d'une telle démarche nécessite de la communication et l'implication de l'ensemble du personnel. Pour cela, une enquête préliminaire avait été réalisée auprès des 600 personnes travaillant au bloc opératoire et à la stérilisation, avec des résultats très encourageants, relevant une motivation importante pour la majorité des professionnels. Néanmoins, certains freins ont été évoqués par le personnel audité dont les principaux étaient : le manque de temps, le manque de ressources humaines, la difficulté à faire changer les habitudes d'exercice et parfois même le manque de motivation. Ces difficultés évoquées ont été objectivées lors de la mise en place d'une des actions phares du projet. En effet, le tri des matières recyclables s'est étendu à l'intérieur des salles d'opération, avec une phase de test réalisée dans un premier temps au

sein des 4 salles de bloc ambulatoire. Par la suite, dans toutes les salles ont été mis en place des supports supplémentaires visant à installer un sac poubelle bleu facilement identifiable, destiné à accueillir toutes les matières recyclables présentes en salle d'opération (emballages papier des DM, emballages plastiques, emballages en aluminium...). A la fin de chaque intervention, ces sacs bleus sont orientés de la même façon que pour les DAOM et DASRI vers le bac de collecte correspondant, puis acheminés au centre de tri de l'hôpital. L'ensemble de ces bacs de collecte bleus sont ouverts au CTPE et les différents déchets sont envoyés au centre de tri du Gard ou bien sont valorisés *via* différentes filières. La mise en place de cette action a nécessité une importante communication en amont pour expliquer les modalités du tri en salle d'opération afin que celui-ci puisse être optimisé au maximum par le centre de tri. Pour cela, plusieurs vagues de formations « tri » ont été mises en place par l'ingénieur et le technicien DD du CHU afin de nommer des « ambassadeurs de tri » au sein du groupe de travail. L'objectif était de former un maximum de relais afin de diffuser les informations au sein du bloc opératoire à tous les acteurs de terrain. En effet, plusieurs prérequis étaient indispensables afin que la mise en place de cette action soit une réussite : l'information sur la finalité des déchets, l'information sur la nécessité de « séparer » les emballages (pour éviter leur rejet sur la chaîne de traitement). Pour évaluer l'impact de cette action, la pesée de l'ensemble des poubelles du bloc opératoire a été réalisée sur deux périodes différentes. Les pesées ont été réalisées à deux reprises sur des périodes de deux semaines, avant et après la mise en place du tri en salle d'opération. L'ensemble des bacs de tri (DASRI, DAOM et recyclables) issus du bloc opératoire ont été comptés et pesés durant ces deux semaines et le poids moyen d'un bac a pu être calculé. Une période de *wash-out* a été respectée entre les deux phases de recueil, permettant de développer ces nouvelles pratiques à l'ensemble du bloc opératoire. Ces données ont ensuite été rapportées à l'activité sur la période donnée permettant d'estimer la quantité de déchets produites lors de chaque intervention. Entre les deux périodes de pesées, la mise en place de cette action a entraîné une diminution de la quantité de déchets produits par intervention, de 2,8 kg pour les DASRI (32,1%), et de 0.6 kg pour les DAOM (6.4%). D'autre part, cela a permis une augmentation de la quantité des déchets recyclables de 2,3 kg par intervention (avant la mise en place, uniquement les papiers de bureau et les gros cartons étaient mis dans le bac bleu de recyclage). Une telle action n'est pas négligeable au sein d'un secteur consommateur d'un nombre si volumineux de dispositifs. En effet, sont évacués du bloc opératoire du CHU de Nîmes chaque semaine environ 5 tonnes

d'ordures ménagères et 3 tonnes de DASRI (données de mars 2021). Au-delà des données recueillies dans le cadre de l'étude, ces résultats ont permis de communiquer auprès de l'ensemble du personnel du bloc sur les quantités de déchets évacués chaque semaine (à travers les newsletters élaborées mensuellement). La communication auprès du personnel avec des données chiffrées et spécifiques de l'établissement a permis de conserver une bonne dynamique pour l'implémentation de cette action. Pour mener à bien la mise en place du tri en salle d'opération, de nombreux moyens humains ont été sollicités, permettant une adhésion de l'ensemble du personnel. En effet, pour cela, des formations ont été réalisées directement dans les salles de bloc par le technicien supérieur DD afin de répondre aux questions concrètes du personnel. De plus, une échantillothèque digitale a été réalisée et diffusée sur l'ensemble des ordinateurs des 24 salles du bloc permettant de répondre en temps réel aux questions pratiques (Annexe 6). Certaines difficultés ont été remontées de la part des IBODE quant à cette nouvelle pratique de tri. En effet, pour être correctement pris en charge par les lecteurs optiques du centre de tri, la partie papier et la partie plastique des emballages de DM doivent être correctement séparées. D'après certains IBODE, cela demande un effort supplémentaire pouvant entraîner, à terme, une gêne musculaire, un temps additionnel, ainsi qu'une nuisance sonore au début des interventions. Ces considérations ont été prises en compte et seront à réévaluer à plus long terme, mais pour la majorité du personnel, cette action apporte avant tout une satisfaction. A l'inverse, pour les actions 1 et 2 (à savoir la mise en place des custom packs), l'impact écologique favorable était accompagné d'un gain de temps pour les IBODE lors de la préparation de l'intervention, et d'une diminution du nombre de gestes d'ouverture (pourvoyeurs de troubles musculo-squelettiques (TMS)). L'analyse de l'impact sur la QVT fait partie intégrante de la notion de DD, à travers le pilier social. Dans cette étude, l'action impactant le plus significativement la QVT est l'action 10 avec le référencement d'un nomade d'aspiration des fluides chirurgicaux. En effet, en plus de son impact écologique néfaste (rejet des fluides en DASRI), le scénario « avant » entraîne de multiples manipulations pour les IBODE et les aide-soignant (AS) responsables du nettoyage de la salle, pouvant être à l'origine de TMS. Lors des interventions générant des volumes importants de fluides chirurgicaux (arthroscopies de hanches/genou/épaule en orthopédie et résection de prostate au laser en urologie), un système de recueil manuel utilisant de nombreuses poches souples en plastique de 3 litres via une aspiration branchée sur le vide est utilisé. Cette technique présente de nombreux inconvénients pour les IBODE en cours

d'intervention, et pour les AS lors du nettoyage de la salle. D'une part, les IBODE doivent faire preuve de vigilance permanente lorsque les bords arrivent au remplissage maximum (risque de rupture et de déversement de liquide). De plus, le changement des bords engendre la manipulation de charges (parfois jusqu'à 90 litres, soit 90kg par intervention) et une perte de temps. En effet, lors de l'étude, sur une intervention ayant généré 66 litres de liquide, il a été objectivé 30 minutes de temps IBODE pour la gestion du système d'aspiration, et 66 kg de poches de recueil à transporter. Les avantages du référencement d'un système d'aspiration des fluides autonomes et en système clos sont d'ailleurs décrits dans une étude comparant 15 procédures avec le système de recueil manuel et 15 procédures avec un système d'aspiration des fluides (satisfaction du personnel, diminution du risque d'exposition aux liquides biologiques, gain de temps, diminution du volume de déchets (28)). En plus de l'impact positif sur la QVT, les bénéfices écologiques d'une telle technologie se révèlent également non négligeables. En effet l'action 10, en s'intéressant à l'analyse de l'impact unitaire est celle présentant l'impact le plus important sur le réchauffement climatique (55.7%), la toxicité environnementale (41.7%), la toxicité humaine (39.6%) et sur l'épuisement des ressources minérales (42.9%). De même lorsque l'on considère l'impact économique unitaire, il s'agit cette fois-ci de l'action entraînant le plus de dépenses pour l'établissement. Ceci s'explique par le fait qu'il s'agit d'un investissement important en termes de ressources matérielles, notamment pour l'achat et l'installation des bords d'aspiration. De plus, il pourra être intéressant d'évaluer de façon plus complète l'impact sur la QVT en faisant appel à des ergonomes spécialisés dans ces analyses. Cet axe n'a pas pu être étudié dans le cadre de cette étude par manque de temps et de ressources adaptées.

Pour une de ces 13 actions, l'analyse de l'impact écologique n'a pas eu lieu à ce jour. En effet, pour l'action 11 concernant la création d'un questionnaire DD à l'attention des fournisseurs de DM, nous avons évalué l'impact économique de sa mise en place uniquement. La faisabilité en pratique de ce questionnaire sera étudiée lors des futurs appels d'offres locaux. De nos jours, l'intégration du DD semble indispensable lors des achats de DM. D'après une enquête publiée par *Gestions Hospitalières* réalisée auprès des pharmaciens, il semble possible d'intégrer le DD aux appels d'offres mais il existe de nombreuses divergences de points de vue entre fabricants et pharmaciens hospitaliers (en particulier en ce qui concerne les piliers social et économique) (36). Au cours de cette étude, les dossiers fournisseurs étaient disparates et donc difficilement comparables, ce qui leur a permis de statuer sur le fait que pour intégrer la

notion de DD aux AO, il était indispensable de rédiger des questions précises (méthode recommandée dans le Guide des Achats durables de produits de santé). Selon l'article 5 du Code des Marchés Publics, la prise en compte de critères DD au moment de la détermination des besoins doit se faire « avant tout appel à la concurrence ou toute négociation non précédée d'un appel à la concurrence ». Lors de l'élaboration des critères, il faut veiller à ce que la demande soit réalisable pour les futurs fournisseurs, afin d'éviter que les exigences de DD ne soient discriminatoires et/ ou entraînent un nombre limité de réponses. A cette étape d'élaboration des critères, il sera également important de veiller à ce que les spécifications techniques ou les critères d'attribution soient pertinents, quantifiables et liés à l'objet du marché. Concernant les preuves ou les déclarations attendues des fournisseurs, il est important d'être le plus exhaustif et précis possible (sans être discriminatoire), sinon la comparaison ou la notation s'avèrera difficile. Après un état des lieux des pratiques déjà existantes dans les établissements français (37,38), l'outil apparaissant comme le plus adapté a semblé être un questionnaire succinct à ajouter systématiquement dans les appels d'offres (Annexe 7). L'élaboration de ce questionnaire a été réalisé lors de réunions pluri-professionnelles intégrant des pharmaciens spécialisés dans les DM, l'ingénieur et le technicien DD, une IBODE, et des agents administratifs. Il sera testé lors d'un futur appel d'offre avec pour but à terme de l'étendre à l'ensemble des appels d'offres.

Cette étude pilote a permis de montrer les gains écologiques qu'il est possible d'obtenir sur une année suite à la mise en place de 13 actions au bloc opératoire. Dans le cadre de ce projet pluridisciplinaire, l'ensemble des secteurs du bloc opératoire et de la stérilisation ont été concernés avec des champs d'actions très variés. En effet, certaines actions très globales telles que le déploiement du tri sélectif sur l'ensemble du bloc ont vu le jour, tout comme des actions plus spécifiques (par exemple l'action 4 concernant uniquement les actes de chirurgie urologique robotique). Les actions ont également été très hétérogènes concernant la logistique de mise en place. Certaines ont pu être déployées rapidement et avec peu de moyens humains ou matériels (par exemple l'action 3 concernant la modification de la référence des masques d'anesthésie), alors que d'autres ont nécessité des moyens plus importants (comme l'étude de marché pour les lames de laryngoscopes ou la mise en place du tri au bloc).

En plus de ces 13 actions, d'autres pistes ont été soulevées lors des réunions du groupe de travail, dont certaines n'ayant malheureusement pas pu aboutir, mais constituent des leviers à explorer afin de poursuivre dans cette dynamique. Par exemple, une des problématiques fréquemment soulevée au sein du bloc opératoire concernait les emballages de stérilisation des boîtes d'instruments chirurgicaux (feuilles de stérilisation). En effet, au CHU de Nîmes (comme dans de nombreux CH et CHU en France et dans le monde), la quasi-totalité des boîtes chirurgicales sont conditionnées dans des emballages composés d'un mélange de polypropylène et cellulose (non recyclable) et génèrent une quantité importante de déchets. Une étude de marché a été réalisée et a montré qu'il existait à ce jour des feuilles de stérilisation recyclables car composées à 100% de polypropylène. Dans le cadre d'un futur changement de marché, des essais ont été réalisés avec ces feuilles recyclables afin de tester leur résistance, absorption et de nombreux paramètres indispensables pour garantir la stérilité. En parallèle, ces feuilles ont été soumises pour expertise au centre de tri de la ville de Nîmes, révélant le caractère non recyclable à ce jour, non pas du fait de leur composition, mais par le manque de filière de recyclage correspondante. En effet, ces feuilles en plastique sont assimilées à du papier par les lecteurs optiques du centre de tri et sont donc rejetées au moment du recyclage. Cette réflexion doit inclure notamment les fournisseurs. Dans le cadre de l'étude, une entreprise indépendante spécialisée dans le recyclage des déchets plastique a été contactée et pourrait envisager la récupération des feuilles de stérilisation afin de leur donner une seconde vie. Une telle démarche impliquerait le développement d'une filière spécifique au bloc opératoire pour ces feuilles avec un circuit dédié, non envisageable à ce jour par manque de moyens logistiques. Pour autant, il est nécessaire de réfléchir à ces problématiques afin de les faire évoluer dans les années à venir.

Par ailleurs, l'action concernant le passage des lames de laryngoscopes à usage unique aux lames réutilisables, dont l'impact commence à ce jour à être décrit dans la littérature (39), pourrait être transposable à d'autres DM (cupules, masques laryngés...). La réflexion sur les DM à usage unique vs usage multiple prend un sens d'autant plus important dans le contexte actuel de pandémie COVID-19 qui a entraîné une surconsommation importante de DM, générant parfois des ruptures et des délais de livraison importants de la part des fournisseurs (40). Néanmoins, de telles considérations doivent tenir compte du service de stérilisation et de sa capacité d'absorption de telles modifications. En effet, bien que l'impact écologique favorable des consommables réutilisables au bloc opératoire commence à être décrit dans la

littérature, les services de stérilisation doivent être capable d'en assurer la prise en charge (22,41).

En conclusion, cette étude innovante a montré l'importance d'une réflexion pluridisciplinaire dans le développement d'actions écoresponsables au bloc opératoire. La mise en place d'une telle démarche sans surcoût pour l'établissement a nécessité une implication rigoureuse de l'ensemble des membres du groupe de travail, sans compter sur le rôle primordial du personnel du bloc opératoire et de la stérilisation, acteurs de terrain. Ces premières actions doivent donner naissance à de nombreuses autres et cette dynamique doit perdurer, afin que le DD soit intégré à part entière dans les futures prises de décisions.

## BIBLIOGRAPHIE

1. IPCC Report, Climate change 2021 [Internet]. [cité 29 août 2021]. Disponible sur: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)
2. Rapport de Brundtland [Internet]. [cité 4 févr 2021]. Disponible sur: [http://www.ceres.ens.fr/IMG/pdf/rapport\\_brundtland.pdf](http://www.ceres.ens.fr/IMG/pdf/rapport_brundtland.pdf)
3. Principaux repères sur le changement climatique et la santé [Internet]. [cité 1 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
4. Le rapport de l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques [Internet]. [cité 18 janv 2021]. Disponible sur: [https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes\\_global\\_assessment\\_report\\_summary\\_for\\_policymakers\\_fr.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_fr.pdf)
5. Plan national santé environnement 2015-2019 [Internet]. [cité 29 août 2021]. Disponible sur: [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnse3\\_v\\_finale.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnse3_v_finale.pdf)
6. Le saviez-vous ? [Internet]. ADEME. [cité 30 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/performance-energetique-energies-renouvelables/dossier/lenergie-hopitaux-cliniques/saviez>
7. HAS, Manuel de certification des Etablissement de santé V2010, Juin 2009 [Internet]. [cité 25 janv 2021]. Disponible sur: [http://optimiz-sih-circ-med.fr/Documents/HAS\\_manuel\\_certif\\_v2010\\_12-11-2008.pdf](http://optimiz-sih-circ-med.fr/Documents/HAS_manuel_certif_v2010_12-11-2008.pdf)
8. Certification ISO 14001, « Systèmes de management environnemental : exigences et lignes directrices pour son utilisation » [Internet]. ISO. 2004 [cité 25 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/03/18/31807.html>
9. Code de l'environnement - Article L541-2 [Internet]. [cité 11 mai 2021]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000023268608/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000023268608/)
10. Tennison I, Roschnik S, Ashby B, Boyd R, Hamilton I, Oreszczyn T, et al. Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England. *Lancet Planet Health*. 1 févr 2021;5(2):e84-92.
11. Développement Durable au bloc, triage et valorisation, Qualité de l'air - La SFAR [Internet]. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. [cité 12 août 2020]. Disponible sur: <https://sfar.org/espace-professionnel-anesthesiste-reanimateur/developpement-durable/>
12. Zygourakis CC, Yoon S, Valencia V, Boscardin C, Moriates C, Gonzales R, et al. Operating room waste: disposable supply utilization in neurosurgical procedures. *J Neurosurg*. févr 2017;126(2):620-5.
13. Conrardy J, Hillanbrand M, Myers S, Nussbaum GF. Reducing medical waste. *AORN J*. juin 2010;91(6):711-21.
14. Operating room greening initiatives – the old, the new, and the way forward: A narrative review - Kerstin H. Wyssusek, Maggie T. Keys, André A. J. van Zundert, 2019 [Internet]. [cité 12 août 2020]. Disponible sur:

[https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X18793937?url\\_ver=Z39.88-](https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X18793937?url_ver=Z39.88-)

[2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Aacrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub++0pubmed&](https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X18793937?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Aacrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed&)

15. Guide pratique SFAR du développement durable au bloc opératoire [Internet]. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. [cité 24 sept 2021]. Disponible sur: <https://sfar.org/download/guide-pratique-sfar-du-developpement-durable-au-bloc-operatoire/>
16. Arrêté du 7 septembre 1999 relatif aux modalités d'entreposage des déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés et des pièces anatomiques [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000213467/>
17. Bourgois S. Optimisation du tri des déchets de soins au Bloc Opératoire, Centre Hospitalier du Mans - Rencontres qualitefficiency CPIAS & ARS Pays de la Loire Jeudi 15 février 2018 [Internet]. [cité 31 août 2021]. Disponible sur: <http://docplayer.fr/78602802-Optimisation-du-tri-des-dechets-de-soins-au-bloc-operatoire.html>
18. Selvy M, Bellin M, Slim K, Muret J. Éco-responsabilité au bloc opératoire : l'urgence d'un changement organisationnel. *J Chir Viscérale*. août 2020;157(4):307-13.
19. Le recyclage - Les P'tits Doudous [Internet]. [cité 30 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.lesptitsdoudous.org/actions/le-recyclage/>
20. Guerci P, Vial F, Bouaziz H. Single-use and reusable laryngoscope blades: a randomized controlled trial in elective surgery. *Can J Anaesth J Can Anesth*. janv 2012;59(1):114-5.
21. Reusable Versus Disposable Laryngoscopes: Environmental and Economic Considerations [Internet]. [cité 3 mars 2021]. Disponible sur: <http://www.asaabstracts.com/strands/asaabstracts/abstract.htm?absnum=4811&index=8&year=2014>
22. McGain F, McAlister S, McGavin A, Story D. The Financial and Environmental Costs of Reusable and Single-Use Plastic Anaesthetic Drug Trays. *Anaesth Intensive Care*. 1 mai 2010;38(3):538-44.
23. DGOS. Le programme PHARE [Internet]. Ministère des Solidarités et de la Santé. 2021 [cité 25 janv 2021]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/professionnels/gerer-un-etablissement-de-sante-medico-social/performance-des-etablissements-de-sante/phare-11061/article/le-programme-phare>
24. Guide des achats durables appliqués aux produits de santé [Internet]. [cité 25 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/daj/guide-achats-durables-appliques-aux-produits-sante>
25. Achats de dispositifs médicaux : quelle place pour le développement durable ? [Internet]. Gestions Hospitalières. 2016 [cité 25 janv 2021]. Disponible sur: <http://gestions-hospitalieres.fr/achats-de-dispositifs-medicaux-quelle-place-pour-le-developpement-durable/>
26. Boucher S, Levadoux-Thuel E, Touchard-Visée A, Baudin I, Maternité écoresponsable où en sommes-nous avec le DEHP ? Communication affichée EUROPHARMAT ; 2019 [Internet]. Disponible sur: <https://www.euro-pharmat.com/communications-affichees/4469-maternite-eco-responsable-ou-en-sommes-nous-avec-le-dehp>
27. Boucher S, Levadoux-Thuel E, Touchard-Visée A, Baudin I, Maternité écoresponsable

- où en sommes-nous avec l'oxyde d'éthylène? ; Communication affichée EUROPHARMAT 2019 [Internet]. Disponible sur: <https://www.euro-pharmat.com/communications-affichees/4471-maternite-eco-responsable-ou-en-sommes-nous-avec-l-oxyde-d-ethylene>
28. Horn M, Patel N, MacLellan N, Millard N. Neptune ACORN Study - Traditional canister-based open waste management system versus closed system- hazardous exposure prevention and operating theatre staff satisfaction.pdf.
  29. « Code de la santé publique », Ed. Legifrance, Paris, Version consolidée au 16 août 2020 [Internet]. [cité 3 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/>
  30. Southorn T, Norrish AR, Gardner K, Baxandall R. Reducing the carbon footprint of the operating theatre: a multicentre quality improvement report. *J Perioper Pract.* juin 2013;23(6):144-6.
  31. Tabish SA, Pandit N. Biomedical waste management in a Large teaching hospital. *JK Pract J Curr Clin Med Surg.* 1 janv 2007;14:57-57.
  32. Chasseigne V, Leguelinel-Blache G, Nguyen TL, de Tayrac R, Prudhomme M, Kinowski JM, et al. Assessing the costs of disposable and reusable supplies wasted during surgeries. *Int J Surg.* 1 mai 2018;53:18-23.
  33. ISO 14062:2002 (fr) - Management environnemental — Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit [Internet]. [cité 29 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:tr:14062:ed-1:v1:fr>
  34. Qu'est-ce que l'ACV ? [Internet]. ADEME. [cité 4 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/passer-a-laction/dossier/analyse-cycle-vie/quest-lacv>
  35. Reynier T, Berahou M, Albaladejo P, Beloeil H. Moving towards green anaesthesia: Are patient safety and environmentally friendly practices compatible? A focus on single-use devices. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 1 août 2021;40(4):100907.
  36. Les pharmacies passent au vert [Internet]. Gestions Hospitalières. 2014 [cité 25 janv 2021]. Disponible sur: <http://gestions-hospitalieres.fr/les-pharmacies-passent-au-vert/>
  37. Darrodes M, De Courtivron C, Lemare F, Gaudin A, Achats de dispositifs médicaux et développement durable : comment aider les pharmaciens hospitaliers ? ; Communication affichée EUROPHARMAT 2015 [Internet]. Disponible sur: <http://www.euro-pharmat.com/posters-2017/1980-15-2-achats-de-dispositifs-medicaux-dm-et-developpement-durable-dd-comment-aider-les-pharmaciens-hospitaliers-ph>
  38. Kroemer M, Cholley T, Pourcelot C, Voidey A, Grumblat A, Achats de dispositifs médicaux : quelle place pour le développement durable ? ; Communication affichée EUROPHARMAT 2015 [Internet]. Disponible sur: <https://www.euro-pharmat.com/38-journee/communications-affichees/1979-15-1-achat-de-dispositifs-medicaux-quelle-place-pour-le-developpement-durable>
  39. Sherman JD, Raibley LA, Eckelman MJ. Life Cycle Assessment and Costing Methods for Device Procurement: Comparing Reusable and Single-Use Disposable Laryngoscopes. *Anesth Analg.* août 2018;127(2):434-43.
  40. McGain F, Muret J, Lawson C, Sherman JD. Effects of the COVID-19 pandemic on environmental sustainability in anaesthesia. *Response to Br J Anaesth* 2021;126:e118–e119.

Br J Anaesth. 1 mars 2021;126(3):e119-22.

41. Overcash M. A Comparison of Reusable and Disposable Perioperative Textiles: Sustainability State-of-the-Art 2012. Anesth Analg. mai 2012;114(5):1055-66.

## ANNEXES

### Annexe 1 – Fiches SFAR développement durable

FICHE 15



## LAMES DE LARYNGOSCOPE REUTILISABLES

Jean-Christian Sleth, Laure Bonnet (2020)

### DONNEES

L'utilisation de lames de laryngoscope à usage unique trouve son origine dans la « crise de la vache folle » (encéphalopathie spongiforme bovine) en Europe occidentale en raison du contact avec un tissu lymphoïde possiblement contaminant. Ceci survenait dans un contexte où le nettoyage des lames n'était pas conforme à la prise en charge des dispositifs médicaux semi-critiques. Il s'agit de matériels en contact avec une muqueuse sans effraction de celle-ci ou une peau non intacte, selon la classification de Spaulding [1,2].

En raison de ce risque putatif d'infection croisée, la circulaire avait encouragé l'usage unique, mais le recours à l'utilisation de lames réutilisables est possible, dans le respect des procédures de stérilisation en vigueur, pour des patients ni suspects, ni atteints d'encéphalopathie spongiforme transmissible (EST).

Le coût carbone des dispositifs à usage unique est conséquent du fait de leur fabrication/destruction, de leur stockage et de leur transport, ces produits étant le plus souvent d'origine extra européenne [1,3,4].

Les tenants des lames à usage unique citent des études de coût et d'impact environnemental dont les biais sont réels, car réalisées dans des pays utilisant majoritairement les énergies fossiles [5].

Il s'avère en fait que l'usage unique, dans les pays utilisant des énergies renouvelables ou nucléaires, est nettement plus coûteux sur ces 2 plans [6].



### ACTIONS

Utilisation de lames métalliques à fibre optique réutilisables garanties par le fabricant (Laboratoires Proact (Smoothline GS), Laboratoires Heine) pour plus de 1000 cycles de stérilisation selon les protocoles en vigueur en France (134°C/18 min), avec nécessité d'une traçabilité de la stérilisation [2].

- Prix unitaire entre 50 et 150 euros soit 0,15 centimes max/intubation hors coût de stérilisation.



- Coût de stérilisation négligeable en terme de produits chimiques, d'eau et d'électricité. En effet, la lame réutilisable est considérée comme un instrument chirurgical et suit le même circuit que celui-ci après chaque intervention : pré-désinfection au bloc (trempage) puis départ en stérilisation centrale pour lavage et stérilisation après mise sous simple emballage (coût : 0,06 centimes/emballage). La stérilisation des lames ne fait qu'exceptionnellement l'objet d'un cycle dédié ; elle est faite le plus souvent à la faveur de « vide » à combler dans une charge de stérilisation selon les recommandations de la circulaire de 2001 [1].
- En fin de vie, ces lames peuvent être recyclées.
- Seul vrai « problème » : impossibilité de déterminer le nombre de cycles de stérilisation subis par la lame. Au fil du temps, le bout distal de la fibre optique a tendance à s'opacifier suite à des dépôts protéiques, responsables d'une perte de luminosité significative. Cependant, certains fabricants garantissent une luminosité d'au moins 1000 lux après 1250 stérilisations et celle-ci peut être grandement améliorée par l'utilisation de manches de laryngoscope dotés de LED.

## REFERENCES

- 1- Circulaire DGS/SC/DHOS/E2/2001/138 du 14/03/2001: <https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bp/2001/01-11/p0110756.htm>
- 2- Désinfection des dispositifs médicaux en anesthésie réanimation Sept 2003, DGS/DHOS, CTIN : [http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Ministere\\_Sante/2003\\_desinfection\\_sterilisation\\_fiches\\_ministere.pdf](http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Ministere_Sante/2003_desinfection_sterilisation_fiches_ministere.pdf)
- 3- Sleth JC, Servais R, Saizy C, Javitary W, Lafforgue E. Disposable or reusable blade in laryngoscopy: what choice in Languedoc-Roussillon, France? *Br J Anaesth* 2013; 110: 656-7.
- 4- Sleth JC. Reusable blade: let us save the planet and our money. *Can J Anaesth*; 2012; 59: 720-1.
- 5- McGain F, Story D, Lim T, McAlister S. Financial and environmental costs of reusable and single-use anaesthetic equipment. *Br J Anaesth* 2017; 118: 862-9.
- 6- Sherman J, Raibley L, Eckelman M. Life Cycle Assessment and Costing Methods for Device Procurement: Comparing Reusable and Single-Use Disposable Laryngoscopes. *Anesth Analg* 2018; 127: 434-43.

## MOTS CLES

- Dispositifs médicaux semi-critiques
- Risque ATNC = Agents Transmissibles Non Conventionnels
- Lames de laryngoscope à usage unique
- Lames de laryngoscope re-stérilisables
- Lames de laryngoscope réutilisables

## GESTION DES DECHETS DE SOINS AU BLOC OPERATOIRE ET EN REANIMATION

Florence Lallemand, Laure Bonnet, Nathalie Guichard, Marie-France Houppert, Stéphanie Chandler-Jeanville, Karine Pujol, Jane Muret (2020)

### DONNEES

Les impacts des déchets d'activités de soins (DAS) en France sont colossaux : financiers, environnementaux, sociaux, sociétaux. Réduire les DAS, c'est réduire de moitié le budget déchet des hôpitaux, les émissions de gaz à effet de serre directes et indirectes [1], le transport de déchets, les particules fines liées à l'incinération massive. C'est aussi rendre possible la revalorisation des matières résiduelles.

La démarche s'inscrit dans les lois de protection de l'environnement, contribue à la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) des établissements de santé et à la certification des hôpitaux (HAS).

La production annuelle hospitalière de déchets en France s'élève à 700 000 tonnes soit 3,5% de la production nationale. Les blocs opératoires sont à eux seuls responsables de 20 à 30 % des déchets.

80% des déchets solides issus d'une chirurgie sont générés avant même que le patient n'entre dans la salle d'opération (suremballages).

La gestion des DAS ou assimilés dans les établissements de santé est règlementée par le Code de la Santé Publique (CSP). Les DAS peuvent être soit dangereux soit non dangereux. Les DAS dangereux peuvent relever de différents types de risques : infectieux (DASRIA), chimiques (DECHID), médicamenteux (DIMED) et radioactifs. Les DAS non dangereux étaient anciennement appelés déchets d'activités de soins assimilables aux ordures ménagères (DAOM). Le tri des DAS est capital pour préserver la sécurité et la santé des professionnels, des patients, des agents les collectant et également de l'environnement.

Au bloc opératoire et en réanimation, les principaux déchets générés sont soit des DAS soit des DASRIA [2].

Définition des DASRIA (article R-1335 du CSP) [3]:

- « Soit 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 métabolisme, ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants »
- « Soit, même en l'absence de risques infectieux, relèvent de l'une des catégories suivantes :
  - o Matériels et matériaux piquants ou coupants destinés à l'abandon, qu'ils aient été ou non en contact avec un produit biologique,
  - o Produits sanguins à usage thérapeutique incomplètement utilisés ou arrivés à péremption,
  - o Déchets anatomiques humains, correspondants à des fragments humains non aisément identifiables. »

Les déchets non identifiés comme DASRIA seront donc considérés comme un DAS. Dès lors, certains DAS peuvent être triés, recyclés et valorisés.

Le Guide technique « Déchets d'activités de soins à risques » paru en 2009 [4] mentionne cependant concernant les DASRIA et contrairement à l'article R-1335 du CSP, la notion de risque psycho-émotionnel et de relation avec la présence de sang ou de liquide biologique. Ces notions, lorsqu'elles sont prises en compte, peuvent entraver la valorisation et le recyclage des DAS. Néanmoins, la Direction Générale de la Santé s'est engagée en 2020, suite à nos démarches, à effectuer une réactualisation de ce guide, en vue d'une harmonisation des pratiques au niveau national.



Le coût de traitement des DAOM se situe autour de 200 euros la tonne versus 1200 pour les DASRIA, dont les émissions de gaz à effet de serre lors de l'incinération et le transport peuvent être 3 fois plus importantes.



## ACTIONS

- Réduire la production des déchets à la source : éviter l'« overage » (ouverture systématique des consommables avant utilisation), utilisation de « pack » pour diminuer les emballages, de seringues pré-remplies, optimiser les plateaux d'instruments stériles pré conditionnés.
- Réviser les protocoles de tri interne en fonction du circuit de traitement (incinération ou enfouissement) pour optimiser le tri DAS/DASRIA : service hygiène, professionnels de santé, direction. Selon l'organisation Mondiale de la Santé, les DASRIA pourraient être réduits à 15 %.
- Former et accompagner les personnels de santé au tri à la source.
- Comparer le cycle de vie des dispositifs médicaux à usage unique/réutilisables (tenues, fibroscope, brassard tension...).

## REFERENCES

1. Ryan S, Sherman J. Sustainable Anesthesia. *Anesth Analg* 2012; 114: 921-3.
2. Guide pratique : Développement durable au bloc opératoire. 2017 <https://www.c2ds.eu/sortie-guide-c2dssfar-guide-pratique-developpement-durable-bloc-operatoire/>
3. Journal officiel, art R 1335-1 du Code de la Santé Publique. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidArticle=LEGIARTI000033481358&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20170101>
4. Guide Technique 2009. Environnement et Santé. Déchets d'activités de soins à risque : comment les éliminer? [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Guide\\_Dasri\\_BD.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_Dasri_BD.pdf)

## MOTS CLES

- DAS
- DASRIA
- Valorisation/recyclage des DAS
- Coût carbone des déchets médicaux

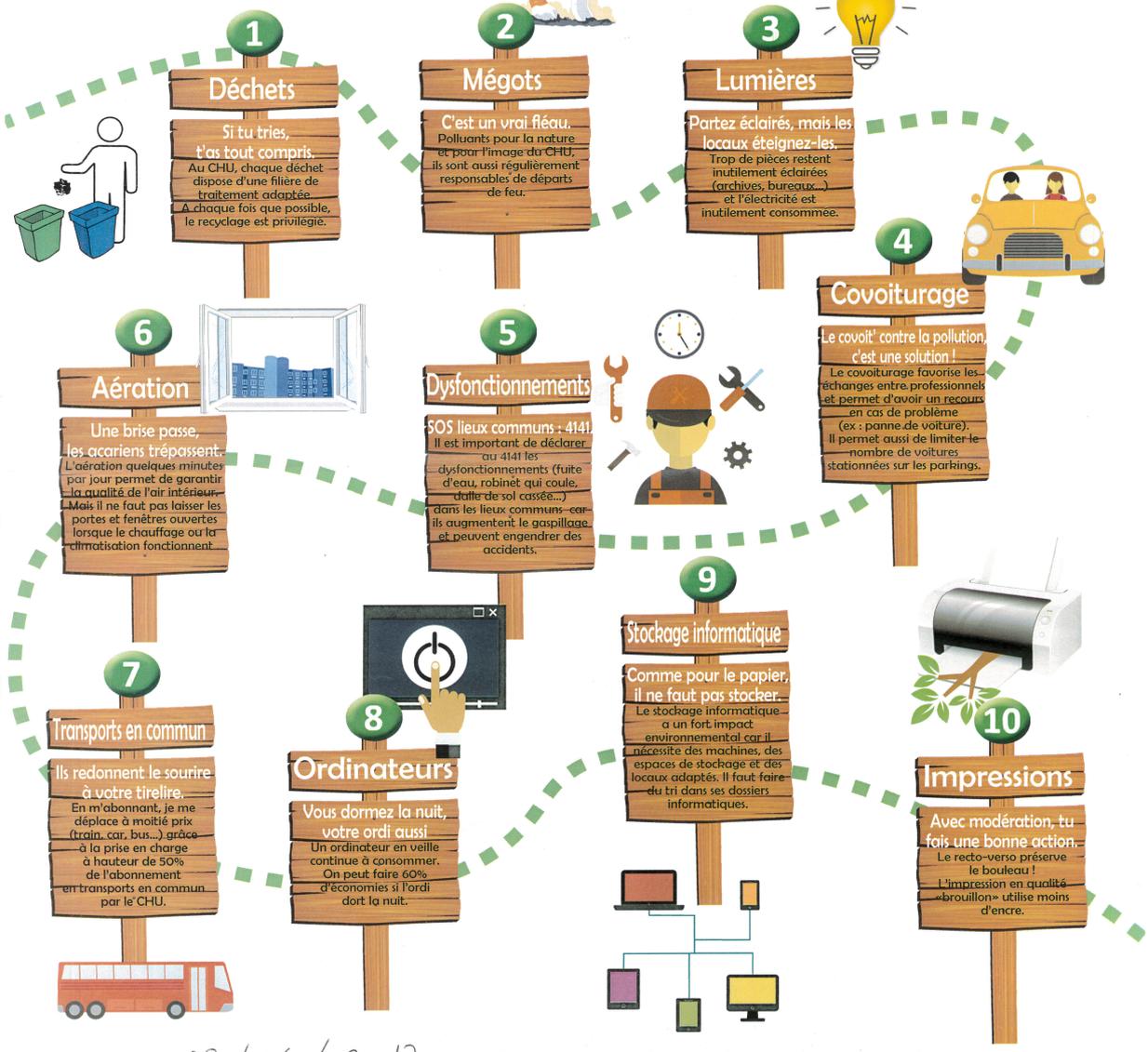


# Planète CHU de Nîmes



Chaque professionnel du CHU : acteur éco-citoyen !

## Charte éco-gestes



Fait à Nîmes le : 29 / 06 / 2017

<p><b>Directrice générale</b></p> <p>La Directrice Générale M. LADOUCKETTE</p>	<p><b>Président de la CHU</b></p> 
--	--

Janvier 2021

# NEWSLETTER N°3 - DURABLOC

## Résultats & analyse du questionnaire

Une enquête concernant la sensibilisation du personnel du bloc et de la stérilisation a été menée du 30/11/2020 au 11/12/2020  
**232 réponses** ont pu être recueillies sur ces **2 semaines** (personnels du bloc opératoire & de la stérilisation), soit un taux de participation de **38,7%** !



**Merci à tous pour votre participation !**

### Quelques chiffres ...

- ❖ **68,9%** d'entre vous se déclarent **sensibles** ou **très sensibles** à la thématique du développement durable
- ❖ **96,6%** d'entre vous pensent que des actions écoresponsables devraient être mises en place dans leur environnement professionnel
- ❖ Si de telles actions étaient mises en place, plus de **66,4%** seraient prêts à s'investir dans cette dynamique écoresponsable
- ❖ Quelques **freins** évoqués :
  - Manque de temps / personnel / communication / implication...
  - Anciennes habitudes à faire évoluer...



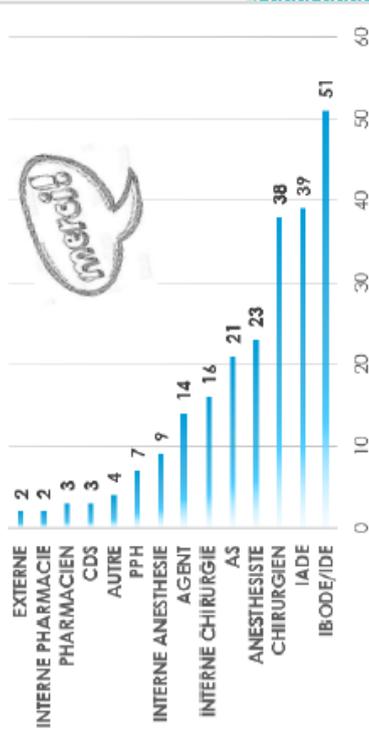
### Le saviez-vous ? Les bons réflexes à adopter...

Pensez à éteindre la pièce dans laquelle vous étiez dès que vous partez : en dehors des heures de travail, un bureau et un vestiaire non éteints consomment respectivement **65€ & 260€** d'électricité par an !

**Vous êtes volontaires pour bénéficier de formations « tri » afin de pouvoir être « support » lors du déploiement dans votre secteur ?**  
 Un appel à volontariat va être lancé prochainement...



### PERSONNELS INTERROGES



### Le développement durable au bloc : où en est-on ?

- Référencement de masques faciaux d'anesthésie sans crochets
- **33kg/an** de déchets plastiques en moins
- **528€ TTC/an** d'économies



**Des questions ? Des idées à partager ? Envie de rejoindre le groupe de travail ? N'hésitez pas à nous contacter à l'adresse :**

[durabloc@chu-nimes.fr](mailto:durabloc@chu-nimes.fr)

# NEWSLETTER N°5 - DURABLOC

## GESTION DES « DECHETS ELECTRONIQUES »



### Les Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE) se recyclent !

La filière de **tri des DEEE**, en place depuis plus de 15 ans au CHU de Nîmes, était initialement axée sur les déchets liés à l'informatique (claviers, écrans, unités centrales...), et s'est considérablement élargie depuis 2008.

Certains matériels informatiques sont confiés à L'association Cévennes Libres (après avoir été vidés de leur contenu) puis redéployés auprès de personnes en difficulté.

Ces DEEE, aujourd'hui pré-triés au CTPE en 4 catégories (écrans, petits DEEE, gros DEEE hors froid et gros DEEE froid) sont entièrement démantelés chez des prestataires agréés pour assurer un tri efficace !

### Quelques chiffres sur la consommation d'énergie liée aux données numériques...

- ❖ D'après l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), 25 % des émissions de gaz à effet de serre générées par le numérique sont dues aux data-centers (centres de stockage informatiques des données).
- ❖ Selon l'organisation Carbon Literacy Project, un e-mail standard génère environ 4g de CO<sub>2</sub>. Avec une pièce jointe volumineuse, un e-mail peut générer jusqu'à 50g de CO<sub>2</sub>.

### Saviez-vous que ...

#### « L'importance des petits gestes du quotidien »

Pensez à éteindre votre ordinateur en partant. Un ordinateur en veille continue à consommer : en éteignant son ordinateur, on peut faire jusqu'à **60%** d'économies d'énergie !

En dehors des heures de travail, un ordinateur non utilisé consomme plus de 20 € par an d'électricité, même en veille. A l'échelle du CHU, si l'on éteint tous les ordinateurs et écrans non nécessaires à la continuité de service, l'économie peut s'élever jusqu'à 25 000 € par an !

**Nous vivons dans une société remplie d'EEE : au CHU comme à la maison. il est indispensable de respecter cette filière de tri pour évacuer les déchets concernés...**



### Le développement durable au bloc : où en est-on ?

Des formations ont été réalisées afin de désigner des « ambassadeurs » de tri sur le bloc opératoire : n'hésitez pas à vous référer à eux !

Une échantillothèque au format « digital » va également être mise à disposition pour vous aider dans cette démarche...

**Savez-vous combien de déchets sont évacués au bloc opératoire chaque semaine ?**

- Environ **5 tonnes** d'ordures ménagères/semaine
- Environ **3 tonnes** de DASRI/semaine
- A l'heure actuelle, environ **1 tonne**/semaine de déchets sont évacués pour être recyclés, et ce n'est que le début !

**WORK IN PROGRESS**

**Des questions ? Des idées à partager ? Envie de rejoindre le groupe de travail ? N'hésitez pas à nous contacter à l'adresse :**

[durabloc@chu-nimes.fr](mailto:durabloc@chu-nimes.fr)

**Annexe 4** – Enquête préliminaire de sensibilisation au développement durable diffusée à l'ensemble du personnel du bloc et de la stérilisation

**SENSIBILISATION AU DEVELOPPEMENT DURABLE AU BLOC OPERATOIRE**

**Quel est votre fonction ?**

- AS       IBODE/ IDE       IADE       CHIRURGIEN       ANESTHESISTE
- PHARMACIEN       CADRE       INTERNE       EXTERNE
- PREPARATEUR / AGENT DE STERILISATION       AUTRE

**Quel est votre âge ?**

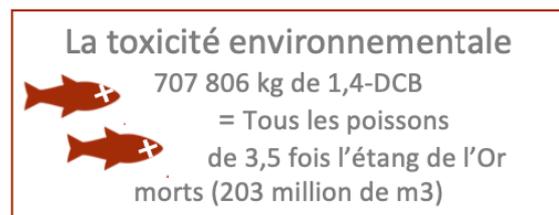
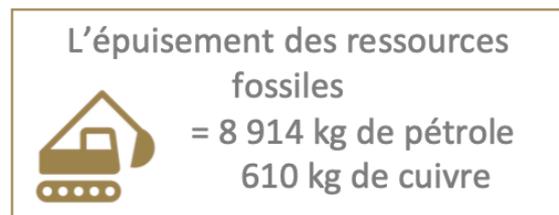
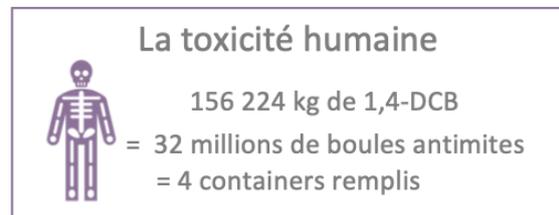
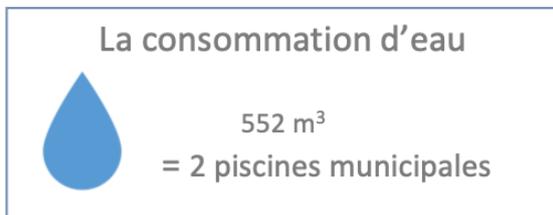
.....

**Quelle est votre expérience professionnelle (tout établissement confondu) ?**

- Moins de 5 ans       Entre 5 et 10ans       Plus de 10ans

- 1) Sur une échelle de 0 à 5, d'une façon générale, à quel point êtes-vous sensible à la thématique du développement durable ?
- 2) Sur une échelle de 0 à 5, mettez-vous en place des démarches écoresponsables dans votre quotidien ? (Exemple : tri des déchets, transports en commun)
- 3) Sur une échelle de 0 à 5, comment vous sentez-vous informé sur les démarches écoresponsables mises en place au sein du CHU ?
- 4) Pensez-vous que des actions écoresponsables devraient être mises en place dans votre environnement professionnel ? (Oui/Non)
- 5) Sur une échelle de 0 à 5, quel serait votre degré d'implication (communication, participation active) si des actions écoresponsables étaient mises en place dans votre environnement professionnel ?
- 6) Selon vous, quels pourraient être les freins à la mise en œuvre d'action de développement durable ?
- 7) Auriez-vous un exemple d'action à mettre en place ?

## Chaque année, l'ensemble des actions menées par le bloc du CHU de Nîmes permet de sauver



## Annexe 6 – Proposition d'échantillothèque digitale mise en place par le groupe de travail



# Bienvenue sur l'échantillothèque DURABLOC !



Cette échantillothèque à pour objectif de vous accompagner dans la démarche de tri sélectif au bloc opératoire !  
Elle est à visée **évolutive** : n'hésitez pas à faire remonter les moindres doutes à l'adresse [durabloc@chu-nimes.fr](mailto:durabloc@chu-nimes.fr) afin de continuer à l'agréments





Un doute pour le tri ? Rien de plus simple : cliquez sur les différents lien si dessous afin d'éclaircir vos idées !

Stérilisation	<a href="#">Feuille de stérilisation</a>
DMS / Stérilisation	<a href="#">Papier crêpe</a>
DMS	<a href="#">Emballages de dispositifs médicaux en plastique "brillant"</a>
DMS	<a href="#">Emballage de dispositifs médicaux comportant une face papier et une face plastique</a>
DMS	<a href="#">Champs opératoires</a>
DMS	<a href="#">Blisters en aluminium des fils de suture</a>
DMS	<a href="#">Emballages rigides en plastique</a>
DMS	<a href="#">Emballages des gants chirurgicaux</a>
DMS	<a href="#">Emballage des pansements (avec traces de colle)</a>
DMS	<a href="#">Essuis mains casaque chirurgicales</a>
DMS	<a href="#">Serings en polypropylène</a>
DMS	<a href="#">Partie non collante des bandes adhésives</a>
DMS	<a href="#">Poignées de scialytique</a>
DMS	<a href="#">Protection face collante des électrodes</a>
DMS	<a href="#">Boîtes d'implants, de gants, de compresses... (tous types de cartons)</a>
Anesthésie	<a href="#">Plateaux d'anesthésie en cellulose</a>
Anesthésie	<a href="#">Tuyaux de respirateurs</a>
Hygiène	<a href="#">Flacons de solution hydro-alcoolique</a>
Médicaments	<a href="#">Flacons de bétadine</a>
Médicaments	<a href="#">Poches de Ringer lactate</a>
Médicaments	<a href="#">Flacons de NaCl</a>
Autre	<a href="#">Piles électriques</a>



### LES EMBALLAGES DES DISPOSITIFS MEDICAUX PEUVENT-ILS ETRE JETES DANS LE SAC BLEU DE TRI ?







## OUI

UNIQUEMENT APRES SEPARATION DES PARTIES PAPIER ET PLASTIQUE

Pourquoi ?

Au centre de tri, ce sont des lecteurs optiques qui s'occupent de l'orientation, il faut donc que les différents matériaux soient séparés

**Annexe 7** – Proposition de questionnaire DD à l'attention des fournisseurs à intégrer aux appels d'offre

**QUESTIONNAIRE DEVELOPPEMENT DURABLE**

Note finale : sur 5 points ; pondération dans la note finale à hauteur de **5%**

**1 - FABRICATION**

Où est fabriqué le dispositif médical ?

Renseigner dans l'encadré rouge :

- 1** si France
- 0,5** si Union Européenne
- 0** si Hors Union Européenne

**2 - ACHEMINEMENT**

Quel est le principal mode de transport entre le lieu de fabrication et l'entrepôt principal de stockage ?

Renseigner dans l'encadré rouge :

- 2** si Bateau (eau) ou fabriqué en France
- 1** si Train (rail)
- 0.5** si Camion/Voiture (route)
- 0** si Avion (air)

**3 - STERILISATION**

Quel est le mode de stérilisation du dispositif médical ?

Renseigner dans l'encadré rouge :

- 1** si Vapeur (autoclave)
- 0,5** si Rayons gamma
- 0** si Oxyde d'éthylène

**4 - ELIMINATION**

Quelle est la composition de l'emballage primaire ?

Renseigner dans l'encadré rouge :

- 1** si PET ou PEHD ou PP ou PVC ou autre recyclable (à préciser : .....)
- 0** si PEBD ou PS ou mélange de composants ou autre non recyclable

Note / 5

**0**

## SERMENT DE GALIEN

*Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples :*

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- ❖ D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- ❖ En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.*

## MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES SPECIALISEES DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

### EVALUATION OF THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC IMPACT OF ECORESPONSIBLE ACTIONS

#### TARGETING MEDICAL DEVICES IMPLEMENTED IN OPERATING ROOMS

### EVALUATION DE L'IMPACT ECOLOGIQUE ET ECONOMIQUES DE LA MISE EN PLACE D' ACTIONS

#### DEVELOPPEMENT DURABLE EN LIEN AVEC LE DISPOSITIF MEDICAL AU BLOC OPERATOIRE

**Introduction :** Dans le contexte actuel du changement climatique, une étude a été réalisée pour analyser l'impact écologique et économique d'actions de développement durable ciblant les dispositifs médicaux utilisés dans les blocs opératoires.

**Méthode :** Cette étude pilote prospective monocentrique a évalué les impacts écologiques et économiques d'actions écoresponsables pensées par un groupe de travail multidisciplinaire et mises en œuvre dans les 24 salles du bloc opératoire d'un CHU français de septembre 2020 à septembre 2021. L'analyse écologique a été réalisée par la méthode d'analyse du cycle de vie. L'impact écologique a été valorisé par sept impacts (réchauffement climatique, toxicité environnementale, toxicité humaine, occupation des sols, épuisement des ressources fossiles et minérales non renouvelables, et consommation d'eau). L'impact économique a été évalué par une analyse de micro-costing. Les résultats économiques ont été analysés en quatre principaux postes de dépenses : ressources humaines, ressources matérielles, logistique et gestion des déchets.

**Résultats :** Au total, 13 actions ont été mises en place dans le but de réduire le volume des déchets, d'améliorer le tri des déchets et d'intégrer la notion de développement durable dans les achats de dispositifs médicaux. En un an, ces 13 actions ont permis d'éviter l'émission de 203 tonnes eq CO<sub>2</sub> (équivalent à 71 voyages autour du monde en voiture). Les bénéfices en termes de réchauffement climatique et de toxicité humaine ont été respectivement de 797 et 156 tonnes de 1,4 dichlorobenzène. Concernant les ressources non renouvelables, ces actions ont permis d'éviter l'extraction de 9 tonnes de pétrole et de 610 kg de cuivre. Ces actions ont permis de réduire l'occupation des sols de 1071,3 m<sup>2</sup> et d'économiser 5532 m<sup>3</sup> d'eau. Du point de vue économique, la mise en œuvre de ces actions a entraîné un gain de 2 723,60 € [-5 623,40 ; 7 787,40] pour la première année et de 4 114,20 € pour les années suivantes.

**Conclusion :** L'intégration de la notion de développement durable au bloc opératoire entraîne des bénéfices écologiques importants sans générer de coûts supplémentaires pour l'établissement. Cette approche plus éco-responsable devrait être envisagée dans tous les établissements de santé, générant un volume annuel important de déchets.

**KEY WORDS :** sustainable development, operating room, sterile medical device  
**MOTS CLES :** bloc opératoire, dispositif médical stérile, développement durable