



**Optimisation de la gestion des déchets liés aux dispositifs médicaux :
étude exploratoire dans un hôpital universitaire suisse**

Karine Doan^{a*}, Patrick Ischer^b, Olivier Walger^c, Josepha Girard^c, Stefano Carrino^d, et Alexis Maire^d

^aHaute école de gestion Arc, HES-SO // Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale, Neuchâtel, Suisse, Espace de l'Europe 21, karine.doan@he-arc.ch; ^bHaute école de gestion Arc, HES-SO // Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale, Neuchâtel, Suisse ; ^cDomaine santé, HE-Arc, HES-SO // Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale, Neuchâtel, Suisse; ^dDomaine ingénierie, HE-Arc, HES-SO // Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale, Neuchâtel, Suisse

Optimisation de la gestion des déchets liés aux dispositifs médicaux : étude exploratoire dans un hôpital universitaire suisse

Le secteur hospitalier génère annuellement une importante quantité de déchets. Ceci est vrai pour l'établissement qui a servi de cadre à cette recherche exploratoire, puisqu'il produit annuellement 12 tonnes de déchets par jour. 60% de ceux-ci – constitué de déchets industriels banals (DIB) et de déchets issus des activités soignantes (DAS) – sont incinérés, augmentant ainsi l'impact environnemental. Les autres, soit 40% (cartons, papier, verre, etc.), sont valorisés (par exemple à travers le recyclage). Les DAS – qui constituent 10% des déchets incinérés – sont largement constitués de dispositifs médicaux (DM) à usage unique essentiellement en plastique. L'objectif de cette contribution est 1) de comprendre la gestion des déchets et la trajectoire de ces DM (et de leurs emballages) au sein de cet hôpital d'envergure nationale, 2) de mettre en lumière les limites et les obstacles à une gestion plus durable des DM et 3) de proposer des pistes d'amélioration pour dépasser ces obstacles. In fine, une analyse du cycle de vie des produits, une optimisation de la Supply Chain via sa digitalisation ainsi qu'une amélioration des flux informationnels pourraient grandement contribuer à la réduction de l'impact environnemental des DAS.

Mots clés : dispositifs médicaux ; déchets hospitaliers ; supply chain ; durabilité ; digitalisation

Introduction

Le secteur de la santé, notamment à travers les hôpitaux, représente une source importante de production de déchets qui a nettement augmenté depuis le début du XXI^e siècle avec, notamment, des directives préconisant l'usage de dispositifs médicaux (DM)¹ à usage unique en prévention de maladies à prions telles que l'encéphalite de Creutzfeldt-Jakob

¹ Dispositif médical – Définition : « *tout instrument, appareil, équipement, matière, produit, à l'exception des produits d'origine humaine ou autre article utilisé seul ou en association, y compris les accessoires et logiciels intervenant dans son fonctionnement, destiné par le fabricant à être utilisé chez l'homme à des fins médicales et dont l'action principale voulue n'est pas obtenue par des moyens pharmacologiques ou immunologiques ni par métabolisme, mais dont la fonction peut être assistée par de tels moyens.* » (Société Suisse de Stérilisation Hospitalière 2009, 28)

(Darbord and Hauw 2005; World Health Organization (WHO) 1999). En Suisse, cette évolution a été guidée par l'ordonnance sur les dispositifs médicaux (Odim) introduite dès 1996 (Confédération suisse 2022) qui recommandait déjà l'abandon de certaines méthodes de stérilisation au profit de DM à usage unique afin de garantir la sécurité dans la réalisation des soins. Alors que certains partis politiques s'inquiétaient dès 1998 des surcoûts liés à l'abandon de certaines méthodes de stérilisation (Conseil fédéral suisse 2004), c'est bien l'impact environnemental qui devient aujourd'hui source de préoccupation majeure. En effet, afin de protéger l'environnement et respecter les engagements de la Confédération suisse dans le développement durable (OFEV 2020), la masse de déchets hospitaliers devrait être réduite grâce à une (ré)utilisation plus pertinente du matériel (Haque et al. 2021; De Lacour 2017; The Shift Project 2021). Les meilleures pratiques visent actuellement l'efficacité et la sécurité, mais ne prennent que très peu, voire pas du tout en considération la question environnementale, malgré des engagements institutionnels formalisés dans des chartes, des visions stratégiques ou encore des commissions de durabilité. La gestion des déchets liés aux DM utilisés dans les soins, qu'ils soient à visée diagnostique ou thérapeutique, est régie entre autres par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) qui les distingue en différentes catégories. Alors que certaines de ces catégories ne sont absolument pas réutilisables, car elles représentent un risque important de contamination microbienne et/ou toxique pour l'environnement, d'autres le sont sous certaines conditions. La forme à usage unique est toutefois privilégiée pour différentes raisons sécuritaires, d'une part, et financières, d'autre part.

Par ailleurs, une gestion optimale des DM en fin de vie réduit le gaspillage lié à la mauvaise utilisation du matériel et évite le surplus de stocks, donc le risque d'obsolescence, conduisant à la destruction du matériel médical.

Cette contribution a pour objectif de mieux comprendre la gestion des DM afin de proposer des pistes d'amélioration à la réduction des déchets hospitaliers. Pour ce faire, nous avons conduit une recherche exploratoire dans un hôpital suisse d'envergure nationale en mobilisant des méthodes mixtes (entretiens semi-directifs, observation de soins infirmiers, utilisation de l'outil de Value Stream Mapping (VSM), entretiens d'auto-confrontation, questionnaire et focus group). L'article est organisé de la manière suivante : 1) un état de l'art sur la gestion des déchets médicaux du point de vue du Supply Chain Management et la digitalisation comme une piste d'amélioration à cette gestion, 2) la méthodologie utilisée; (3) une présentation des résultats; et (4) une discussion des résultats et une conclusion.

Etat de l'art

La gestion des déchets médicaux du point de vue du Supply Chain Management

En raison de l'augmentation et du vieillissement de la population mondiale et de la demande pour des services médicaux, la gestion des déchets hospitaliers représente un défi considérable (Windfeld and Brooks 2015), que ce soit en termes d'enjeux environnementaux – puisque la fabrication et la mise au rebut des déchets médicaux entraînent une augmentation des émissions de gaz à effet de serre et de la pollution – et économiques, mais aussi de santé publique (Attrah et al. 2022). De plus, cela requiert une gestion rigoureuse pour trier, collecter, transporter et respecter les bonnes filières d'élimination tout en garantissant la sécurité du personnel soignant et de la rudologie. La meilleure façon de contrôler l'impact des déchets médicaux est donc d'en produire moins.

Cette étude exploratoire s'inscrit dans le cadre du Supply Chain Management dans le domaine de la santé qui est défini comme étant « une stratégie de management agile des flux patients, des flux physiques (pharmacie, linge, restauration, déchets) et des flux

informationnels, en allant du fournisseur jusqu'aux utilisateurs finaux, afin de créer une valeur durable pour le patient » (Bentahar and Benzidia 2019, 2). Les flux de déchets sont composés des déchets ménagers – qui représentent 75 à 90 % des déchets des hôpitaux – et des déchets à risque pour le patient, les visiteurs, le personnel et l'environnement (Bentahar and Benzidia 2019). Ces derniers, aussi appelés « déchets médicaux », sont produits spécifiquement par les activités du secteur de la santé et proviennent des activités de soins (DAS), des activités de soins à risques infectieux (DASRI), de la radioactivité et des médicaments. Si l'on se réfère à la classification de l'OFEV (2021), il s'agit plus précisément : des déchets dont la collecte et l'élimination ne font pas l'objet de prescriptions particulières pour prévenir les infections (A), des déchets présentant un danger de contamination (B1), des déchets anatomiques, organes et tissus présentant un danger de contamination (B1.1), des déchets contenant du sang, des excréments et des sécrétions présentant un danger de contamination (B1.2), des déchets présentant un danger de blessure (« sharps ») (B2), des médicaments périmés (B3), des déchets cytostatiques (B4), des déchets infectieux (C)². Notons ici que notre projet s'intéresse principalement aux déchets liés aux DM, c'est-à-dire aux catégories A, B1, B2, B4 et C.

La gestion même des déchets médicaux renvoie pour sa part à des questions de Supply Chain inversée, avec une dimension sécuritaire de première importance. Elle fait partie du processus de gestion des retours du modèle SCOR® (« Supply Chain Operations Reference Model »). L'objectif de ce processus est d'optimiser la récupération de la valeur des produits en fin de vie en les réutilisant, les refabriquant, les remanufacturant, les recyclant ou en récupérant leur énergie (Wamba Solefack 2023a). Puisqu'il réduit les gaspillages, évite les surplus de stock, etc., ce processus de retour s'inscrit dans le concept

² Cette classification est par ailleurs proche de celle proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (cité par Babei and Paché 2020).

de Supply Chain Management durable, c'est-à-dire « l'intégration de la pensée environnementale dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement » (Bentahar and Benzidia 2019, 3). Plus particulièrement, les activités de la Supply Chain des retours dans le cadre des déchets médicaux hospitaliers consistent à : 1) collecter, 2) trier (donc séparer les déchets selon leur catégorie, leur niveau de dangerosité et leur mode d'élimination), 3) conditionner, 4) stocker et entreposer, 5) transporter, 6) prétraiter (donc préparer les déchets pour les opérations ultérieures), 7) éliminer (mise en décharge ou enfouissement, incinération et autoclavage), 8) valoriser. Ces actions sont gérées par quatre groupes d'acteurs, à savoir : les équipes de soins, les agents de surfaces, les collecteurs internes (trieurs et regroupers) et les collecteurs externes (récupérateurs) (Bentahar and Benzidia 2019).

Ces activités constituent un défi majeur pour les hôpitaux, car elles impliquent non seulement une gestion rigoureuse de la quantité croissante de déchets infectieux générés, mais également un danger pour le personnel médical, les patients, les visiteurs et l'environnement (Chaerul, Tanaka, and Shekdar 2008). Une des pistes envisageables pour le relever est de s'intéresser à la dépendance aux articles jetables ainsi qu'à la question des alternatives réutilisables (Campion et al. 2015). Kwakye et al. (2010) mentionnent ainsi que le retraitement des équipements médicaux est une pratique écologique relativement nouvelle qui a attiré beaucoup d'attention. Ces auteurs affirment que plus de 25 % des hôpitaux américains utilisent le retraitement comme moyen de réduire le volume des déchets jetables générés. Dans un autre registre, une étude de Malik et al. (2016) recommande aux hôpitaux de mettre davantage l'accent sur leur stratégie d'achat, notamment en termes de sélection des fournisseurs. Cette manière de procéder offre en outre une opportunité proactive et réduit l'empreinte carbone des chaînes d'approvisionnement en soins de santé (Benzidia, Makaoui, and Bentahar 2021). En

définitive, il est important de ne pas se focaliser uniquement sur les activités en aval de la Supply Chain, notamment la fin de vie des DM, mais également les activités en amont, c'est-à-dire les sources d'approvisionnement.

Qui plus est, bien que la préoccupation environnementale ne puisse être considérée par les soignants comme une valeur qui pourrait subordonner la sécurité et l'efficacité des soins (Yang et al. 2019), il semblerait que nombre d'entre eux soient disposés à modifier leurs pratiques pour optimiser l'utilisation des DM et diminuer les déchets hospitaliers (Allizé-Plasturgie Rhône-Alpes 2010; Schenk and Johnson 2022). Encore faut-il que l'institution hospitalière valorise réellement cette optimisation et mette en place une organisation qui permette de le faire (Kalogirou et al. 2021) à tous les niveaux (individuel au niveau micro, institutionnel au niveau méso et santé publique au niveau macro) (Goff et al. 2013).

La digitalisation au service de la gestion des déchets

Balan et Conlon (2018) affirment qu'il est temps pour les hôpitaux d'adopter une approche informatisée utilisant un « big data » plus pratique pour donner à leur chaîne logistique verte une plus grande visibilité. Une approche de digitalisation des données des processus hospitaliers permet l'acquisition et la remontée de données métiers dans le système d'information d'un hôpital. Cela permet également l'exploitation de solutions « data-driven » pour l'analyse et l'optimisation de processus. Ainsi, le « Cloud Computing – ensemble de ressources virtualisées auxquelles on peut accéder par le biais de logiciels en tant que service, d'infrastructures en tant que service et de plateformes en tant que service » (Tite 2022, 8), par exemple, facilite la gestion en temps réel des données sur les types ou quantités de déchets et sur les sites de collecte. Il pourrait également être envisagé d'utiliser des capteurs, comme ceux que l'on trouve dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire, puisque ceux-ci améliorent la traçabilité et, par

conséquent, réduisent le gaspillage de 5 à 7% en identifiant plus facilement les moments et les lieux où se produisent les pertes. Ceci fait, les parties prenantes concernées peuvent mieux s'attaquer aux problèmes et les résoudre plus rapidement (World Economic Forum 2019).

Cependant, afin d'adopter de tels outils digitaux, cela suppose que des données pertinentes soient collectées à chaque étape du processus.

Méthodologie

Afin de mener à bien cette recherche, nous avons adopté une démarche qui combine, selon le principe des méthodes mixtes (Johnson, Onwuegbuzie, and Turner 2007), plusieurs analyses et outils de collecte. En effet, après avoir obtenu l'accord de la commission d'évaluation de l'hôpital qui a servi de terrain à l'étude, nous avons tout d'abord mené des entretiens semi-directifs avec le responsable des systèmes d'information, le responsable de la rudologie (donc de la gestion et de l'élimination des déchets) et le coordinateur responsable du matériel de soins. Ces entrevues ont été articulées par thèmes et organisées de manière à comprendre la trajectoire des DM depuis leur arrivée dans le centre hospitalier jusqu'à leur sortie. Les entretiens ont été menés à distance et ont duré environ 90 minutes.

En parallèle à ces entretiens, des observations de soins infirmiers ont été effectuées dans la policlinique de traumatologie. Deux soins ont été filmés afin d'identifier clairement les dispositifs utilisés et leur utilisation depuis la préparation du matériel de soins à la réalisation des soins et l'évacuation des déchets. Le premier concernait la pose d'un plâtre sur une fracture simple (« Combi Cast »), type de plâtre le plus effectué dans la policlinique. La patiente était jouée par une soignante de l'équipe du service de traumatologie. Le second soin concernait la réfection de pansements au niveau

des pieds chez un patient. Un guide d'observation a été complété en même temps que le tournage.

Sur la base des entretiens et des vidéos, nous avons adopté une méthodologie de Lean Management en utilisant l'outil de Value Stream Mapping (VSM) pour modéliser le second soin. Cela nous a permis de comprendre le fonctionnement actuel du flux de déchets (Zhu, Johnson, and Sarkis 2018) et de mettre en lumière certaines pratiques susceptibles de favoriser la génération de ceux-ci (cf. VSM en annexes). Nous avons cartographié les flux logistiques, en considérant les étapes qui se situent en amont (approvisionnement et réception de marchandises), pendant (soin en lui-même) et en aval (gestion des déchets) du soin considéré.

Deux entretiens d'auto-confrontation (Mollo and Falzon 2004; Boubée 2010) ont ensuite été conduits, quelque temps après les enregistrements vidéo, avec les deux infirmières expérimentées de la polyclinique de traumatologie qui avaient effectué les soins observés. Un guide d'entretien pour chaque infirmière a été créé à la suite du visionnage des films. Les entretiens ont été enregistrés et retranscrits.

En parallèle à ces deux entretiens, un bref questionnaire anonyme a été envoyé à l'équipe infirmière de cette polyclinique³. Sept personnes y ont répondu et leurs réponses ont été intégrées dans l'analyse thématique.

Finalement, nous avons conduit un focus group qui a réuni le Coordinateur Durabilité, le Coordinateur responsable du matériel de soins, le Responsable des systèmes

³ Les questions posées étaient : 1) Quelles observations faites-vous en termes de gestion des déchets dans votre quotidien professionnel ? Merci de décrire des exemples. 2) Quelles recommandations ou pistes d'amélioration pourriez-vous faire en termes de gestion des déchets dans votre environnement professionnel ? 3) Si vous aviez une baguette magique, que changeriez-vous en termes de gestion des déchets dans votre pratique soignante ?

d'information, une infirmière Cheffe d'Unité de Soins, et deux infirmières. Dans ce cadre, nous avons notamment abordé les trois thèmes suivants : 1) les vertus des DM à usage unique versus à usages multiples avec restérilisation, 2) le transfert de la filière jaune (DASRI) vers la filière noire (DIB) et 3) les ruptures dans les flux informationnels.

L'ensemble des données produites a été analysé à l'aide d'un logiciel d'analyse qualitative de contenu (atlas.ti) permettant d'identifier et de nourrir différentes thématiques à l'aide de verbatims qui illustrent les résultats obtenus. Différents documents et articles issus de plusieurs revues narratives de la littérature permettent de soutenir certains résultats.

Résultats

Après une brève présentation de la quantité de déchets produits par l'institution hospitalière considérée, l'exposé des résultats s'articule selon la chronologie du cheminement des DM au sein de l'institution hospitalière, de la gestion des commandes et des stocks au traitement de ces DM une fois qu'ils ont atteint le stade de rebuts. Nous rendons ensuite compte de la manière dont les fournisseurs sont impliqués dans les démarches pour limiter les emballages (et ainsi produire moins de déchets) et nous terminons en montrant ce qui est mis en place pour assurer la traçabilité des DM et la digitalisation des processus.

Déchets produits par l'institution hospitalière

L'institution hospitalière considérée a généré en 2022 près de 4300 tonnes de déchets, ce qui représente près de 12 tonnes de déchets journaliers. Parmi ceux-ci, environ 60% sont incinérés et sont composés essentiellement de déchets industriels banals (48.8%), de déchets médicaux (9.4%) et de déchets chimiques incinérés (1.1%). Le 40% des déchets

restant est valorisé via différentes filières (par exemple, papier/carton, déchets de restauration, bois et métaux, etc.).

Les statistiques des déchets fournies par le Responsable de la rudologie permettent de suivre l'évolution de la quantité de déchets industriels banals (filière noire) et de déchets de type B1.2 (filière jaune) entre 2010 et 2022. La quantité de déchets globale issue des filières jaune et noire a augmenté fortement entre 2010 et 2018 qui constitue le maximum (+40% en 8 ans) avant que ce total ne fléchisse légèrement jusqu'à 2022 (cf. Figure 1). Si on descend à l'échelle des filières, on constate que les déchets liés à chacune des deux catégories (filière noire et filière jaune) ont aussi augmenté de façon importante entre 2010 et 2018 avant de décroître légèrement jusqu'en 2020, puis d'augmenter à nouveau jusqu'en 2021.

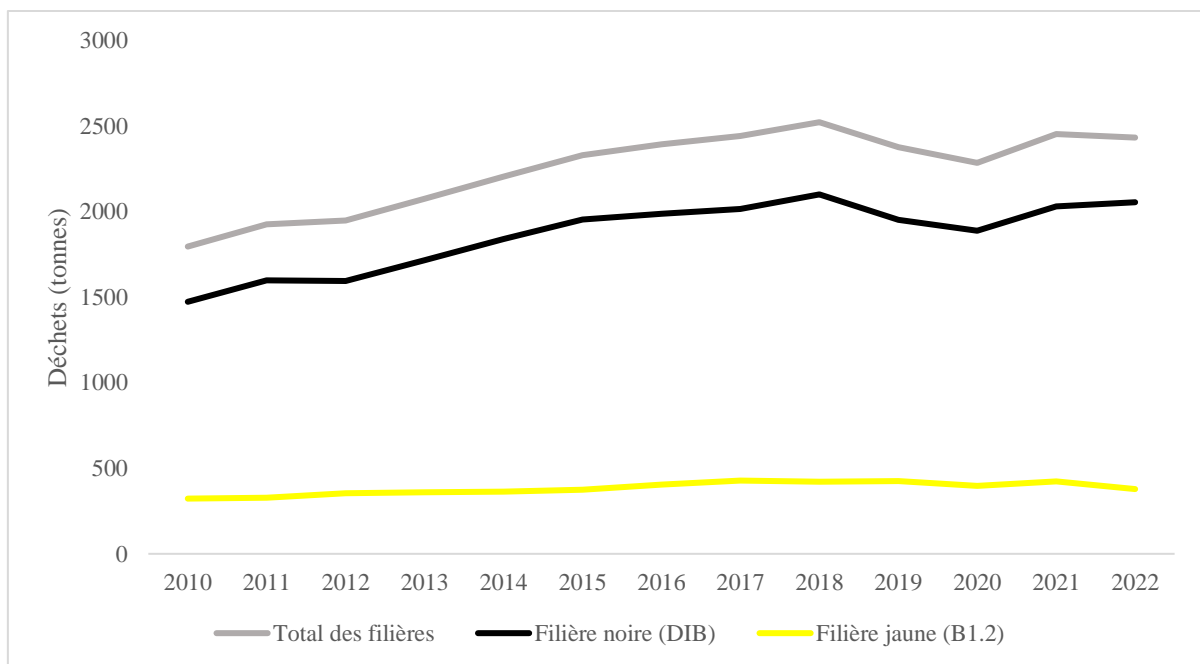


Figure 1. Evolution des déchets des filières noire et jaune sur la période 2010-2022.

Cette augmentation peut être en partie expliquée par la hausse d'activité à laquelle a fait face l'hôpital à cette période qui a connu une croissance très importante du nombre de patients (+22% en 12 ans), notamment liée à la période COVID-19.

Gestion des stocks/commandes

Avant d'examiner la manière dont les déchets sont traités par les différentes parties prenantes, il est indispensable de comprendre comment les commandes et les stocks sont gérés au sein de l'institution. Ce faisant, il est envisageable de comprendre comment les différents DM sont emballés et d'apprécier la trajectoire qu'empruntent ces différents emballages avant de passer au statut de rebut.

Signalons tout d'abord qu'il existe plusieurs lieux de stockage : chez certains fournisseurs, dans un centre de logistique commun à plusieurs hôpitaux (stock primaire), dans un petit local situé dans le service (stock secondaire), dans une armoire ou sur un chariot qui se trouve dans la salle des patients (stock tertiaire). Chacun de ces stocks contient des quantités variables de DM. La possibilité de commander des unités au stock primaire, et non des lots, permet de maintenir des stocks tertiaires relativement réduits, donc d'économiser de la place, de gagner en efficacité et en économie, d'avoir moins de stocks bloqués et d'argent immobilisé, et moins de péremption⁴.

Le réapprovisionnement au niveau des services peut se faire soit manuellement, soit selon la méthode Kanban, soit via un « Enterprise resource planning » (ERP). Quotidiennement, un logiciel fait des demandes d'achats – en fonction des seuils minimaux programmés – qui sont par la suite validées par un logisticien. Ceci fait, le processus de commande est lancé, jusqu'au fournisseur. Dans les autres contextes, une

⁴ Même si ce centre de logistique n'a pas le 100% des articles utilisés, les 5'000-6'000 références qu'il propose permettent de faire des économies d'échelle importantes.

personne⁵ contrôle quotidiennement (ou hebdomadairement) les dispositifs physiquement présents et, selon les seuils minimaux et maximaux inscrits sur une étiquette, procède à une saisie manuelle dans l'outil d'achats pour déclencher une commande. Cette dernière est ensuite transférée à une centrale d'achat. Selon le montant, la demande est validée automatiquement ou signée par un collaborateur, puis transformée en commande et envoyée au fournisseur. La gestion des stocks et des commandes constitue un maillon essentiel dans le traitement des déchets, influençant directement leur flux et leur destination finale.

Gestion des déchets

Après avoir décrit la manière dont les DM sont approvisionnés au sein de l'institution hospitalière, nous nous sommes intéressés à la gestion même des déchets. Au moment de la réception de marchandises, il y a deux flux en parallèle, avec d'une part des cartons qui viennent directement des fournisseurs et, d'autre part, des articles regroupés dans une caisse en plastique qui viennent du centre de logistique. Les cartons qui ont permis de transporter les marchandises depuis le fournisseur jusqu'au centre logistique doivent être gérés. Deux possibilités existent : soit les articles sont stockés avec le carton, soit celui-ci a été ouvert et les articles sont déposés dans des caisses en plastique. Dans ce cas, le carton est compacté, puis éliminé ; il n'aura servi qu'au transport. Pour les marchandises qui sont directement livrées à l'hôpital, elles sont stockées dans leur emballage. Le carton qui a servi à leur protection suivra ensuite une filière de récupération.

Dans le service étudié, à savoir la traumatologie, le tri des déchets s'effectue dans le local de tri de la polyclinique (« local sale »), notamment les objets tranchants (dans des

⁵ Pour éviter les doublons de commandes par le personnel soignant, seules une ou deux personnes par service sont habilitées à procéder à une commande.

« Safe box »), le carton, le papier, le verre médical, le PET, le fer blanc, la porcelaine/faïence, les piles, les ampoules et les tubes fluo. Un compresseur à carton existe dans le local. Le triage se fait directement à cet endroit pour la majorité des déchets sauf le papier, les objets tranchants et la poubelle noire (déchets ménagers) qui se trouve directement dans la salle de soin.

Les réponses au questionnaire apportent des éléments concernant la gestion des déchets. Pour les infirmières du service de traumatologie, la gestion du tri des déchets pourrait être nettement améliorée. Elles ressortent que le tri du carton est très aléatoire, parfois mélangé avec le papier (ce qui, en Suisse, n'est pas réglementaire, car il existe deux filières de valorisation différentes). Elles expliquent également qu'il n'y a pas de bac pour le recyclage du verre autre que le verre médical et qu'il n'existe pas de systèmes de tri pour les bombes aérosol. Une infirmière souhaiterait que des règles concernant le tri de déchets soient éditées de façon plus stricte et claire. Une autre répond qu'elle souhaiterait avoir des consignes précises sur le tri par rapport au matériel de soins et aux containers. L'équipe souhaiterait qu'une campagne de sensibilisation à la gestion des déchets soit lancée. Elles expliquent que tout le monde ne se sent pas concerné. Une infirmière illustre ses propos : « [...] on retrouve [régulièrement] des canettes en alu ou du papier dans les poubelles noires ! ».

Selon le responsable de la rudologie, il y a des efforts qui sont faits en matière de communication, pour sensibiliser les utilisateurs à gérer correctement les déchets. Il s'agit, par exemple, d'éviter de retrouver des journaux ou des cartons de pizza dans la poubelle réservée aux documents confidentiels qui nécessitent 4 à 5 fois plus de temps de traitement que les poubelles « papier/carton » normales. Il est donc important que « certains gestes ne soient pas systématiquement des réflexes, mais qu'ils fassent l'objet

d'un temps de réflexion » (Responsable de la rudologie).

La gestion des déchets médicaux (filière jaune, B1) par le personnel soignant peut varier d'un individu à l'autre et tout porte à croire que les pratiques ne sont pas homogènes. Ainsi, une infirmière explique qu'elle met les tubes utilisés pour le drainage dans les bacs jaunes, et une autre affirme qu'elle évacue le matériel d'injection dans la poubelle noire (déchets ménagers). Or, selon l'OFEV (2021) ce type d'objet avec mandrin doit être disposé dans une « Safe box » (B2). Une autre pratique, en apparence peu conforme aux directives de l'OFEV, est développée par une infirmière interrogée. Celle-ci parle d'une patiente qui a beaucoup saigné pendant un soin et lorsqu'elle a voulu jeter les déchets avec le sang dans la filière jaune :

Là les médecins m'ont dit, mais pourquoi tu t'embêtes ! Au bloc, on met tout dans la poubelle noire donc c'est là où j'ai appris qu'il y avait plus les poubelles jaunes au bloc donc j'ai mis dans la noire avec un petit pincement au cœur. (Infirmière)

Des incohérences concernant cette filière semblent également émerger entre les propos du service de rudologie et les observations ou les propos de l'équipe de traumatologie. En effet, pour les infirmières, il n'existe pas de bacs jaunes dans leur service ; il y en aurait par exemple dans le service de chirurgie plastique qui se trouve dans la même polyclinique. Les sacs jaunes ne seraient donc pas présents dans l'ensemble de la polyclinique. Il semblerait par ailleurs que la définition de cette catégorie ne soit pas claire : « [...] les poubelles jaunes, c'est des soins sales ou contaminés... en fait, il a été déterminé que même les compresses souillées pouvaient partir dans la poubelle de ville. » (Infirmière) Il semble y avoir un flou dans la terminologie aussi d'un point de vue du service de rudologie. Le responsable de ce service explique :

On ne se pose pas beaucoup de questions, on incite le personnel soignant à ne mettre que dans les poubelles médicales des déchets médicaux, que ce qui vaut vraiment la

peine, sinon le reste va systématiquement dans les poubelles noires, qui sont incinérées. (Responsable de la rudologie)

Ce flou engendre des interprétations différentes. Pour le service de rudologie, les incinérables (poubelle noire) sont les déchets ménagers destinés à l'incinération qui ne présentent pas de risques, donc y compris ceux qui sont « un peu » souillés de sang, mais qui ne sont pas contaminés. La notion de « contaminé » est laissée à l'interprétation du personnel médical et soignant (« c'est l'utilisateur qui va juger si c'est si c'est peu ou pas souillé » (Responsable de la rudologie)).

Comme déjà indiqué, les déchets de la filière jaune suivent le même circuit que les précédents, mais ils sont traités avec beaucoup plus de précautions et leur traitement est plus coûteux, puisqu'ils présentent un danger de contamination. Le service de rudologie ajoute qu'il y a une volonté de l'institution de limiter les déchets médicaux pour des aspects économiques, mais insiste sur le fait que la sécurité n'est pas du tout négligée : « On n'écarte pas l'aspect économique, mais ce n'est pas ce qui nous motive en premier ! » (Responsable de la rudologie) Mais ce propos n'est pas en accord avec la vision du terrain clinique :

La gestion des déchets n'est pas assurée de manière sécuritaire dans notre service, car les lieux des déchets ne se trouvent pas à proximité ou dans notre espace de travail, m'obligeant à me déplacer avec ces mêmes déchets, où il existe un risque professionnel lors de leurs transports. (Infirmier)

Dans le service, ce sont majoritairement les personnes responsables du nettoyage qui, à la fin de la journée, récupèrent les poubelles noires et les mettent dans le local sale (vidoir) ou les installent dans le dévaloir.

Le service de rudologie recycle certains emballages en plastique, lorsqu'ils arrivent dans le centre logistique. Certaines infirmières s'interrogent sur la faisabilité

d'une extension de ce recyclage aux DM en plastique utilisés dans les soins (ex. compresses, DM stériles...) en créant une filière « plastique recyclé » depuis la salle de soins. Ces infirmières expriment ainsi leur sensibilité face à la problématique des déchets et leur motivation à pouvoir les diminuer, notamment de pouvoir réutiliser les équipements lorsque cela est faisable. L'une d'elles recommande ainsi

[...] de faire attention à ce qu'on utilise aussi parce qu'on est devenu une société de surconsommation, on peut changer plein de fois de gants, on a le matériel pour donc... Mais après d'avoir la réflexion ; est-ce que c'est utile ? Est-ce que ce n'est pas utile ? De toujours se poser les bonnes questions (Infirmière).

Cette sensibilité du personnel soignant est importante à considérer, car elle a pu conduire à la mise en place de filières de recyclage. C'est notamment le cas de l'aluminium qui est utilisé dans le bloc opératoire. En effet, la valorisation de ce matériau trouve ses origines dans les volontés de certains soignants :

Il y avait des volontés dans les soins, il y avait des infirmières qui récupéraient les opercules des médicaments. On avait un gros sac, mais on n'avait pas de débouché, parce qu'il n'y avait pas de repreneur. [...] Et on a réussi, avec une entreprise qui reprend l'aluminium, à mettre cette filière en place et du coup, ça incite toutes les petites volontés qui font des petits efforts et il y a tout qui convergent vers cette filière qu'on a appelée « l'aluminium, tournant », ou « l'aluminium en vrac » pour le différencier de « l'aluminium alimentaire »... (Responsable de la rudologie)

Les infirmières pensent que l'augmentation des DM à usage unique est due à des contraintes économiques ; leur gestion depuis l'achat jusqu'à leur élimination est moins coûteuse que le maintien d'une infrastructure de stérilisation ou d'une lingerie au sein de l'hôpital. Cette représentation est nuancée par le représentant de la centrale de stérilisation, qui déclare que l'augmentation de l'usage unique depuis une vingtaine d'années est liée à la « facilité d'avoir du matériel stérile à disposition pour les utilisateurs

sans avoir à attendre un délai assez important pour retraiter des DM à usage unique dans une stérilisation centrale de plus en plus souvent éloignée des utilisateurs », d'une part, et aux coûts moins élevés que l'usage unique (pour certains DM), d'autre part.

Contraintes et alternatives parfois négociées avec les fournisseurs

Le coordinateur responsable du matériel de soins rappelle ensuite qu'il y a quelques limites législatives à la problématique environnementale. Cette législation concerne notamment les normes d'hygiène et les dispositifs stériles :

Quand on a un dispositif stérile, l'emballage primaire de l'élément stérile, c'est l'enveloppe qui permet la stérilité. Ça peut être un film plastique, ça peut être un emballage papier, ça peut être quelque chose de mixte ou, dans le pire des cas, un emballage en plastique dur. Et dans les normes, cet emballage primaire, qui garantit la stérilité, ne peut pas être l'emballage de transport. Donc du coup, on a une obligation légale d'avoir un suremballage pour protéger la barrière stérile.
(Coordinateur responsable du matériel de soins)

Dans la plateforme logistique, pour diminuer les emballages, les logisticiens utilisent des sachets plastiques qui peuvent être réutilisés, et ils peuvent mélanger différents articles au sein de la même caisse en plastique. Certains fournisseurs offrent également des possibilités pour diminuer le suremballage et s'inscrivent dans une logique de responsabilité sociétale des entreprises (RSE). Cette dernière est soutenue par l'institution, puisqu'au moment de choisir les articles, il est demandé aux fournisseurs qu'ils exposent leurs méthodes d'emballage (en considérant l'emballage de transport). Dans certains cas, notamment face aux plus grands fournisseurs, l'hôpital est obligé de se plier aux règles adoptées. Cependant, il serait positif de pouvoir contraindre les fournisseurs ou de trouver des solutions alternatives :

Un recyclage de l'emballage de transport, comme les caisses jaunes de la Poste, ce serait idéal. C'est ce qu'on a mis en place entre le centre de logistique et nous... mais

c'est vrai que si on avait ce genre de caisses qui arrivait déjà pleines au centre de logistique, ce serait pas mal. Il avait été envisagé que les fournisseurs reçoivent les caisses du transstockeur du centre de logistique qu'ils déposent les articles dans les caisses et qu'à l'arrivée du camion au centre de logistique, les caisses soient déposées dans le transstockeur, et c'est fini. Ce sont des choses qui ont été discutées, mais ça n'a pas été mis en place, parce que le fournisseur n'était pas prêt à travailler comme ça... mais je pense que c'est une très bonne piste, parce que cet emballage de transport a une durée de vie très limitée... (Coordinateur responsable du matériel de soins)

Ce même collaborateur rappelle toutefois que le fournisseur est responsable de la marchandise jusqu'à sa livraison sur le quai de chargement et que la sécurité du conditionnement doit être garantie ; c'est donc finalement lui qui décide. Il n'en demeure pas moins que certains fournisseurs font des efforts considérables. Ainsi, l'un reprend les contenants de liquide vides, les nettoie, enlève le scellé de bouchon usagé et en remet un neuf, les remplit, et les réinjecte dans le circuit. Un autre fournisseur a arrêté de produire une certaine longueur de bande, car l'excès de celle-ci ne pouvait être utilisé si la bande avait été en contact avec le patient. Des bandes plus courtes ont ainsi évité le gaspillage. En définitive, la participation des fournisseurs au processus de réduction des déchets mérite donc une attention particulière.

Le responsable de la rudologie explique en fin de compte qu'il faudrait que figurent, dans les contrats signés avec les fournisseurs, des clauses relatives au retour des déchets. D'ailleurs, ces acteurs ont un rôle important à jouer, puisque ce sont eux qui ont un pouvoir de décision sur l'emballage. Cela dit, le client (en l'occurrence l'hôpital qui a servi de cadre à l'étude) doit également se positionner clairement par rapport à cela et pourrait poser des conditions :

Il faut qu'à notre niveau, on soit dans cette disposition et dire que pour telles raisons, on va tourner le dos à certaines facilités ou à certains confort. Il y a un travail qu'on

peut faire ici et il faut remonter ce travail au niveau des fabricants. Parce que je crois qu'on fait le poids parce qu'on achète des volumes importants et qu'on peut faire marcher la concurrence. Donc notre volonté doit être exprimée. (Responsable de la rudologie)

Traçabilité des dispositifs médicaux et digitalisation des processus

Dans l'institution hospitalière considérée, 250 applications majeures hétéroclites sont utilisées, mais il n'existe actuellement pas de systèmes d'information qui permettent le suivi de la production réelle des déchets liés aux DM et à leurs emballages à l'échelle d'un soin. Le bloc opératoire fait figure d'exception, car la traçabilité y est totale grâce à un système de code-barres.

Comme déjà signalé, il y a différents stocks : stock primaire (centre de logistique), stock secondaire (stock de l'unité), stock de la salle de soin auxquels on peut ajouter les stocks fournisseurs (pour les commandes « externes »). Il est possible de tracer les commandes réalisées pour remplir le stock secondaire à partir du stock primaire ou des stocks fournisseurs (date de la commande disponible, mais pas forcément la date de l'approvisionnement). Puisque tout est automatisé, le stock primaire est totalement visible et tout ce qui passe de ce stock primaire aux stocks secondaires est tracé dans l'ERP ; ceci est également vrai pour ce qui sort de chez les fournisseurs externes. Ce n'est cependant pas le cas pour les stocks secondaires et tertiaires :

La seule visibilité, c'est d'aller voir ce qu'il en est et il n'y a aucune écriture qui se fait entre stocks primaire et secondaire... n'importe quelle infirmière, n'importe quel aide du service peut aller prendre des emballages et aller les distribuer sur différents chariots... (Coordinateur responsable du matériel de soins)

La traçabilité n'est donc actuellement pas possible à l'échelle des DM. D'ailleurs, il n'existe pas de référentiel des différents DM aujourd'hui, mais, selon le coordinateur

responsable du matériel de soins, un projet de registre des DM est en cours de développement à l'échelle européenne. Un tel registre faciliterait grandement la mise en place d'un traçage des DM à l'échelle de l'hôpital. Il n'y a donc aucun moyen aujourd'hui de faire un lien entre un patient qui reçoit un soin et les DM qui ont été utilisés pour ce soin. La gestion des stocks secondaires et tertiaires est réalisée de manière très empirique et visuelle aujourd'hui. Une fois que les DM sont utilisés et qu'ils sont dans les poubelles, la visibilité de ceux-ci se traduit par des statistiques qui portent sur le volume des déchets éliminés, la fréquence, le transport et le personnel mobilisé. En revanche, ces données sont globales, et ne sont pas différenciées en fonction des différents services de l'hôpital (quand bien même le service de radiologie facture ses prestations à chacun des services). Autrement dit, il est difficile de donner des chiffres précis par secteur ou services, car tous les déchets convergent au même endroit, sans qu'il soit possible de savoir d'où ils proviennent.

Un des deux soins a pu être modélisé (cf. VSM en annexes) dans le cadre de ce projet et l'idée initiale était de tirer parti d'une éventuelle traçabilité des DM à l'échelle du soin pour pouvoir appliquer des techniques d'analyse et d'optimisation de processus (« process mining ») en vue d'optimiser la quantité de DM utilisés dans le cadre de ce soin. Le manque de traçabilité à cette échelle ne nous a pas permis d'appliquer une approche basée sur les données dans ce cadre ni de savoir si la digitalisation du processus et une analyse des données récoltées pouvaient permettre de diminuer le nombre de DM et de fait les déchets inhérents à ces derniers.

Discussion

Au-delà des réglementations fédérales, les limites et les obstacles à la diminution des déchets et à la réutilisation des DM sont de plusieurs ordres. Premièrement, nous

constatons un manque de traçabilité des DM utilisés durant les soins, puisqu'aucun système d'information codée ne permet de suivre avec précision leur évolution (World Economic Forum 2019). Deuxièmement, les procédures internes de gestion des déchets semblent principalement motivées par la sécurité sanitaire et la réduction des coûts. Or, cette dernière prérogative invite à s'interroger sur les motivations qui ont conduit il y a quelques années la direction de l'institution hospitalière à centrer les activités de la centrale de stérilisation sur les plateaux destinés aux blocs opératoires, réduisant ainsi les capacités de cette même centrale à restériliser les DM à usages multiples de tous les autres secteurs hospitaliers. Troisièmement, la communication interne (ascendante/descendante) pour promouvoir un comportement correct en matière de gestion des déchets, si elle est essentielle, n'est pas totalement satisfaisante. En effet, la divergence des intérêts des acteurs participe à la complexité de la Supply Chain de la santé. Il existe, d'une part, une logique professionnelle fondée sur l'autonomie et centrée sur le soin spécifique du patient et, d'autre part, une logique administrative fondée sur le contrôle et axée sur la gestion des capacités et des services supports standardisés pour satisfaire le volume important de la demande globale des patients (Bentahar and Benzidia 2019). Quatrièmement, force est de constater que toutes les parties prenantes – en l'occurrence le personnel médical, de soins et de nettoyage, mais aussi les fabricants externes – ne sont pas systématiquement impliquées dans les processus et les réflexions menées pour réduire les déchets et/ou diminuer le gaspillage.

La modélisation des flux logistiques, au travers de VSM, a permis de gagner en visibilité sur la gestion actuelle des déchets liés aux DM. Bien que le VSM ait été largement appliqué dans le secteur de la santé pour optimiser les flux de patients et les processus (Henrique et al. 2016; Marin-Garcia, Vidal-Carreras, and Garcia-Sabater 2021; Ramlan 2017; Teichgräber and de Bucourt 2012; Ghesla et al. 2018), son utilisation reste,

à notre connaissance, limitée dans le domaine de la gestion des déchets des DM. Dans la présente étude, le VSM s'est révélé être un outil efficace pour définir la séquence des tâches liées aux soins, ainsi que pour identifier et quantifier le nombre de DM utilisés et leur parcours après utilisation. Il est important de souligner que le VSM a été adapté pour répondre aux objectifs spécifiques du projet. Le VSM constitue une perspective instantanée qui exige une rigueur importante pour assurer sa durabilité. Une approche basée sur les données associée à une approche plus traditionnelle offre un cadre complet pour contrôler les processus de gestion et pourrait représenter une opportunité non seulement pour avoir une visibilité en temps réel sur les flux des déchets, mais également pour permettre la traçabilité des DM à l'échelle des soins réalisés. Celle-ci pourrait être déployée moyennant le développement d'une architecture qui le permette s'appuyant en partie sur des éléments déjà existants (ERP, serveurs, pcs, ...). Une telle traçabilité nécessiterait vraisemblablement une adaptation des pratiques pour les collaborateurs. Une approche « data-driven » pourrait alors être déployée et devrait permettre de mettre en évidence les principaux leviers de réduction de la production de déchets à l'échelle des différents soins.

En ce qui concerne les procédures de gestion des déchets et par extension de la chaîne logistique inversée, les compétences métiers restent essentielles. Les professionnels de la Supply Chain doivent posséder des compétences plus techniques, plus managériales et plus globales pour mener à bien leurs missions. Le changement de mentalités, le dialogue entre les personnes, la diffusion d'une culture Supply Chain sont des éléments déterminants dans la mise en place de pratiques logistiques hospitalières efficaces et efficientes. L'une des issues pour améliorer l'efficacité des hôpitaux pourrait consister en l'adoption d'une approche Supply Chain, permettant ainsi une évolution des représentations, vers une plus grande transversalité (Bentahar and Benzidia 2019).

Ensuite, il est important d'impliquer toutes les parties prenantes dans le processus d'amélioration afin de minimiser les déchets liés aux DM. Cela peut débuter par l'établissement du concept d'achats durables qui implique d'intégrer les principes de durabilité aux stratégies d'achat classiques. Il s'agit ainsi de tenir compte de différents aspects tels que la composition des produits, leur origine, les conditions de production, de transport et d'élimination. L'objectif de cette pratique est de prioriser les articles respectueux de l'environnement autant que possible (Ramos et al. 2023; Wamba Solefack 2023a; World Health Organization (WHO) 2014). Il est donc essentiel de collaborer étroitement avec les fournisseurs. Dans le même ordre d'idées, il est fondamental que les responsables des différents services soient à l'écoute des collaborateurs qui sont sur le terrain. Ces échanges « bottom-up » sont d'autant plus importants que tous les progrès qui ont été faits en matière de gestion des déchets viennent, selon un informateur, de la volonté ou d'initiatives de ces personnes.

Il est également important de mettre en place une gestion efficace des stocks hospitaliers qui contribue à réduire les déchets en évitant les excédents, les produits périmés et non utilisés. La mise en place d'une Supply Chain inversée efficace qui englobe la gestion de divers types de flux de produits retournés dans la chaîne d'approvisionnement, y compris les produits en fin de vie et en fin d'utilisation permet également de réduire les déchets liés aux DM (Wamba Solefack 2023b).

Finalement, il est indispensable de comparer l'impact des DM à usage unique vs à usage multiple sur tout leur cycle de vie. Il conviendrait, dans cette même perspective, d'actualiser et affiner l'évaluation des risques de contamination par l'utilisation de DM à usage unique versus réutilisable (Macneill et al. 2020). La durabilité dans la gestion des DM combine cependant des facteurs parfois contradictoires en termes de protection de l'environnement, comme le relèvent Eckelman, Slutzman et Sherman (2022). Ainsi, une

solution théoriquement vertueuse par rapport à une limite planétaire peut en réalité s'avérer nocive par rapport à une autre limite. Des modèles existent déjà au niveau international pour tenir compte de cette complexité comme les modèles EEIO (Environmentally-Extended Input-Output) qui « utilisent des informations économiques pour lier la consommation des biens et services aux émissions de la chaîne logistique et aux besoins énergétiques suscités par la consommation » (Eckelman, Slutzman, and Sherman 2022, 443). Parallèlement à la modélisation des flux logistiques que nous avons effectuée dans cette étude, et comme le suggère le coordinateur du matériel de soins, l'analyse du cycle de vie, c'est-à-dire une « méthode normalisée visant à examiner et modéliser les impacts environnementaux d'un matériel ou d'un processus en incluant toutes les entrées et sorties, du berceau à la tombe »(Eckelman, Slutzman, and Sherman 2022, 451) pourrait être un outil bien plus opérationnel.

Il est important de préciser que ces résultats sont le fruit d'une étude exploratoire sur la base d'un échantillon du personnel de l'hôpital considéré et d'une partie des activités hospitalières ; nous ne pouvons donc pas affirmer qu'ils sont tous représentatifs de l'ensemble des activités de cette institution et d'autres hôpitaux.

Conclusion

La gestion des déchets liés aux dispositifs médicaux est confrontée à divers défis dépassant les réglementations fédérales en Suisse. L'absence de traçabilité des DM utilisés pendant les soins, les procédures internes axées sur la sécurité sanitaire, la réduction des coûts, ainsi que la communication interne insuffisante contribuent à complexifier la gestion de la Supply Chain inversée dans le domaine de la santé.

L'application d'une approche traditionnelle au travers d'un VSM s'est révélée être un outil efficace pour comprendre la gestion actuelle des déchets liés aux DM. Cette dernière pourrait être associée à une approche basée sur les données afin de contrôler et de réduire

efficacement les déchets. De plus, l'adoption de bonnes pratiques en matière de gestion de la Supply Chain et d'achats durables pourrait également contribuer à l'efficacité de ce processus. Il est important de souligner que l'implication de toutes les parties prenantes et la collaboration avec les fournisseurs externes restent essentielles dans l'atteinte de cet objectif.

Enfin, la gestion durable des déchets médicaux nécessite une approche systémique et interdisciplinaire pour allier performances économiques et environnementales dans les Supply Chains.

Références

- Allizé-Plasturgie Rhône-Alpes. 2010. “Déchets Plastiques Hospitaliers: Collecte & Valorisation Post-Consommation.” Bagnat (France - 01100): Allizé-plasturgie - Rhône-Alpes. <https://predd.rhonealpes.fr/IMG/pdf/Guide-covalplast.pdf>.
- Attrah, Mustafa, Amira Elmanadely, Dilruba Akter, and Eldon R. Rene. 2022. “A Review on Medical Waste Management: Treatment, Recycling, and Disposal Options.” *Environments - MDPI*. <https://doi.org/10.3390/environments9110146>.
- Babei, Jean, and Gilles Paché. 2020. “Prévention des risques en logistique de retour : le cas des déchets médicaux hospitaliers au Cameroun.” *Journal de gestion et d'économie de la santé* 3 (3): 190–211. <https://doi.org/10.3917/jges.203.0190>.
- Balan, Shilpa, and Sumali Conlon. 2018. “Text Analysis of Green Supply Chain Practices in Healthcare.” *Journal of Computer Information Systems* 58 (1): 30–38. <https://doi.org/10.1080/08874417.2016.1180654>.
- Bentahar, Omar, and Smaïl Benzidia. 2019. “Chapitre Introductif. L'innovation Dans La Supply Chain de La Santé.” In *Supply Chain Management de La Santé*, 12–25. EMS Éditions. <https://doi.org/10.3917/ems.bent.2019.01.0012>.
- Benzidia, Smail, Naouel Makaoui, and Omar Bentahar. 2021. “The Impact of Big Data Analytics and Artificial Intelligence on Green Supply Chain Process Integration and Hospital Environmental Performance.” *Technological Forecasting and Social Change* 165 (April): 120557. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120557>.
- Boubée, Nicole. 2010. “La Méthode de l'autoconfrontation : Une Méthode Bien Adaptée à l'investigation de l'activité de Recherche d'information ?” *Études de Communication*, no. 35 (December): 47–60. <https://doi.org/10.4000/edc.2265>.
- Campion, Nicole, Cassandra L Thiel, Noe C Woods, Leah Swanzy, Amy E Landis, and Melissa M Bilec. 2015. “Sustainable Healthcare and Environmental Life-Cycle Impacts of Disposable Supplies: A Focus on Disposable Custom Packs.” *Journal of Cleaner Production* 94 (May): 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.076>.
- Chaerul, Mochammad, Masaru Tanaka, and Ashok V Shekdar. 2008. “A System Dynamics Approach for Hospital Waste Management.” *Waste Management* 28 (2): 442–49. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.01.007>.
- Confédération suisse. 2022. *Ordonnance Sur Les Dispositifs Médicaux (ODim)*. Suisse. <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/552/fr?print=true>.
- Conseil fédéral suisse. 2004. “Ordonnance Sur Les Dispositifs Médicaux et Coûts de La Santé - Avis Du CF à l'interpellation Berberat.” Suisse. June 23, 2004. <https://www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20043221>.
- Darbord, J. C., and J. J. Hauw. 2005. “Hospital Practice and Prion Risks.” *Pathologie Biologie* 53 (4): 237–43. <https://doi.org/10.1016/j.patbio.2004.07.038>.
- Eckelman, Matthew, Jonathan E. Slutzman, and Jodi D. Sherman. 2022. “La Science de La Durabilité Dans Les Services de Santé.” In *Santé et Environnement - Vers Une Nouvelle Approche Globale Sous La Direction de Nicolas Senn, Maria Del Rio Carral, Julia Gonzalez Holguera et Marie Gaille.*, 441–63. Chêne-Bourg (CH-1225): RMS éditions / Médecine & Hygiène.

<https://doi.org/10.53738/REVMED.95022>.

- Ghesla, Pamela, Luciana Gomes, Marcelo Caetano, Luis Miranda, and Léa Dai-Prá. 2018. "Municipal Solid Waste Management from the Experience of São Leopoldo/Brazil and Zurich/Switzerland." *Sustainability* 10 (10): 1–14. <https://doi.org/10.3390/su10103716>.
- Goff, Sarah L., Reva Kleppel, Peter K. Lindenauer, and Michael B. Rothberg. 2013. "Hospital Workers' Perceptions of Waste: A Qualitative Study Involving Photo-Elicitation." *BMJ Quality & Safety* 22 (10): 826–35. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2012-001683>.
- Haque, Md Sazzadul, Shafkat Sharif, Aseer Masnoon, and Ebne Rashid. 2021. "SARS-CoV-2 Pandemic-Induced PPE and Single-Use Plastic Waste Generation Scenario." *Waste Management and Research* 39 (1_suppl): 3–17. <https://doi.org/10.1177/0734242X20980828>.
- Henrique, Daniel Barberato, Antonio Freitas Rentes, Moacir Godinho Filho, and Kleber Francisco Esposto. 2016. "A New Value Stream Mapping Approach for Healthcare Environments." *Production Planning & Control* 27 (1): 24–48. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1051159>.
- Johnson, R. Burke, Anthony J. Onwuegbuzie, and Lisa A. Turner. 2007. "Toward a Definition of Mixed Methods Research." *Journal of Mixed Methods Research* 1 (2): 112–33. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>.
- Kalogirou, Maya R, Sherry Dahlke, Sandra Davidson, and Shelby Yamamoto. 2021. "How the Hospital Context Influences Nurses' Environmentally Responsible Practice: A Focused Ethnography." *Journal of Advanced Nursing (John Wiley & Sons, Inc.)* 77 (9): 3806–19. <https://doi.org/10.1111/jan.14936>.
- Kwakye, Gifty, Peter J. Pronovost, and Martin A. Makary. 2010. "Commentary: A Call to Go Green in Health Care by Reprocessing Medical Equipment." *Academic Medicine* 85 (3): 398–400. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e3181cd5a71>.
- Lacour, Geneviève De. 2017. "Déchets Hospitaliers: Trop Peu Sont Recyclés." October 2, 2017. https://www.techopital.com/dechets-hospitaliers--trop-peu-sont-recycles-NS_3061.html.
- Macneill, Andrea J., Harriet Hopf, Aman Khanuja, Saed Alizamir, Melissa Bilec, Matthew J. Eckelman, Lyndon Hernandez, et al. 2020. "Transforming the Medical Device Industry: Road Map to a Circular Economy." *Health Affairs* 39 (12): 2088–97. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01118>.
- Malik, M.M., S. Abdallah, and M. Hussain. 2016. "Assessing Supplier Environmental Performance: Applying Analytical Hierarchical Process in the United Arab Emirates Healthcare Chain." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 55 (March): 1313–21. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.004>.
- Marin-Garcia, Juan A., Pilar I. Vidal-Carreras, and Julio J. Garcia-Sabater. 2021. "The Role of Value Stream Mapping in Healthcare Services: A Scoping Review." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (3): 1–25. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030951>.
- Mollo, Vanina, and Pierre Falzon. 2004. "Auto- and Allo-Confrontation as Tools for Reflective Activities." *Applied Ergonomics* 35 (6): 531–40. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.06.003>.

- OFEV. 2020. “Objectif 12: Etablir Des Modes de Consommation et de Production Durables.” Agenda 2030 Pour Le Développement Durable. 2020. <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/fr/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung/ziel-12-fuer-nachhaltige-konsum-und-produktionsmuster-sorgen.html>.
- . 2021. “Élimination Des Déchets Médicaux - Aide à l'exécution Relative à l'élimination Des Déchets Du Secteur de La Santé. État 2021.” Berne, Suisse: OFEV. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/abfall/uv-umwelt-vollzug/entsorgung_von_medizinischenabfaellen.pdf.download.pdf/elimination_de_s_dechetsmedicaux.pdf.
- Ramlan, Rohaizan. 2017. “Value Stream Mapping Implementation in Healthcare a Literature Review.” *Social Sciences* 12 (January): 977–83. <https://doi.org/10.3923/sscience.2017.977.983>.
- Ramos, Tiffany, Thomas Budde Christensen, Nikoline Oturai, and Kristian Syberg. 2023. “Reducing Plastic in the Operating Theatre: Towards a More Circular Economy for Medical Products and Packaging.” *Journal of Cleaner Production* 383 (January): 135379. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135379>.
- Schenk, Elizabeth, and Sarah Johnson. 2022. “Nurse-Sensitive Environmental Indicators: A Qualitative Study.” *Journal of Nursing Management* 30 (8): 4378–86. <https://doi.org/10.1111/jonm.13861>.
- Société Suisse de Stérilisation Hospitalière. 2009. “Stérilisation - Retraitement Des Dispositifs Médicaux Réutilisables.” 2009. http://www.sssh.ch/uploads/media/f0309_retraitement_F.pdf.
- Teichgräber, Ulf K., and Maximilian de Bucourt. 2012. “Applying Value Stream Mapping Techniques to Eliminate Non-Value-Added Waste for the Procurement of Endovascular Stents.” *European Journal of Radiology* 81 (1): 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.12.045>.
- The Shift Project. 2021. “Décarboner La Santé Pour Soigner Durablement - Dans Le Cadre Du Plan de Transformation de l'Economie Française.” https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2021/11/rapportfinal_sante_ptef_25112021.pdf.
- Tite, Thrycia. 2022. “Management de La Supply Chain Durable et Digitalisation : Une Analyse Exploratoire de La Littérature.” *Logistique & Management* 30 (4): 182–96. <https://doi.org/10.1080/12507970.2022.2137592>.
- Wamba Solefack, Alison. “Réduction Des Déchets Hospitaliers: Enjeux et Perspectives.” HEC-Ecole de gestion de l'Université de Liège. <http://hdl.handle.net/2268.2/17584>.
- Windfeld, Elliott Steen, and Marianne Su-Ling Brooks. 2015. “Medical Waste Management – A Review.” *Journal of Environmental Management* 163 (November): 98–108. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.013>.
- World Economic Forum. 2019. “Innovation with a Purpose : Improving Traceability in Food Value Chains through Technology Innovations.” *World Economic Forum*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Traceability_in_food_value_chains_Digital.pdf.
- World Health Organization (WHO). 1999. “WHO Infection Control Guidelines for Transmissible Spongiform Encephalopathies.” Genève: WHO.

https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/66707/WHO_CDS_CSRAPH_2000.3.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

———. 2014. “Safe Management of Wastes from Health-Care Activities – Second Edition.”

Yang, Helen, Valerie A. Capstick, Christine Bentz, and Sue Ross. 2019. “Does Cost Influence the Choice of Disposable Versus Reusable Instruments? Mailed Survey of Obstetrician/Gynaecologists.” *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada* 41 (10): 1416–22. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2019.01.002>.

Zhu, Qingyun, Sharon Johnson, and Joseph Sarkis. 2018. “Lean Six Sigma and Environmental Sustainability: A Hospital Perspective.” *Supply Chain Forum: An International Journal* 19 (1): 25–41. <https://doi.org/10.1080/16258312.2018.1426339>.



Annexes
VSM soin partie I

Flux de soin_pansement plaies
 Tout le soin se déroule dans la salle des patients
 et est réalisé par une infirmière

Fonction	☉
Lieu	
Déchets /	
Matériel	
Lieu (déchets)	

Légende

Flux d'information

Flux de produit

DM réutilisables -
 communs à l'unité de
 soin ou personnels à
 chaque soignant

DM à usage unique et
 considérés comme
 déchets de type A
 (ménagers)

DM à usage unique et
 considérés comme
 déchets de type B
 (infectieux)

Déchets recyclables

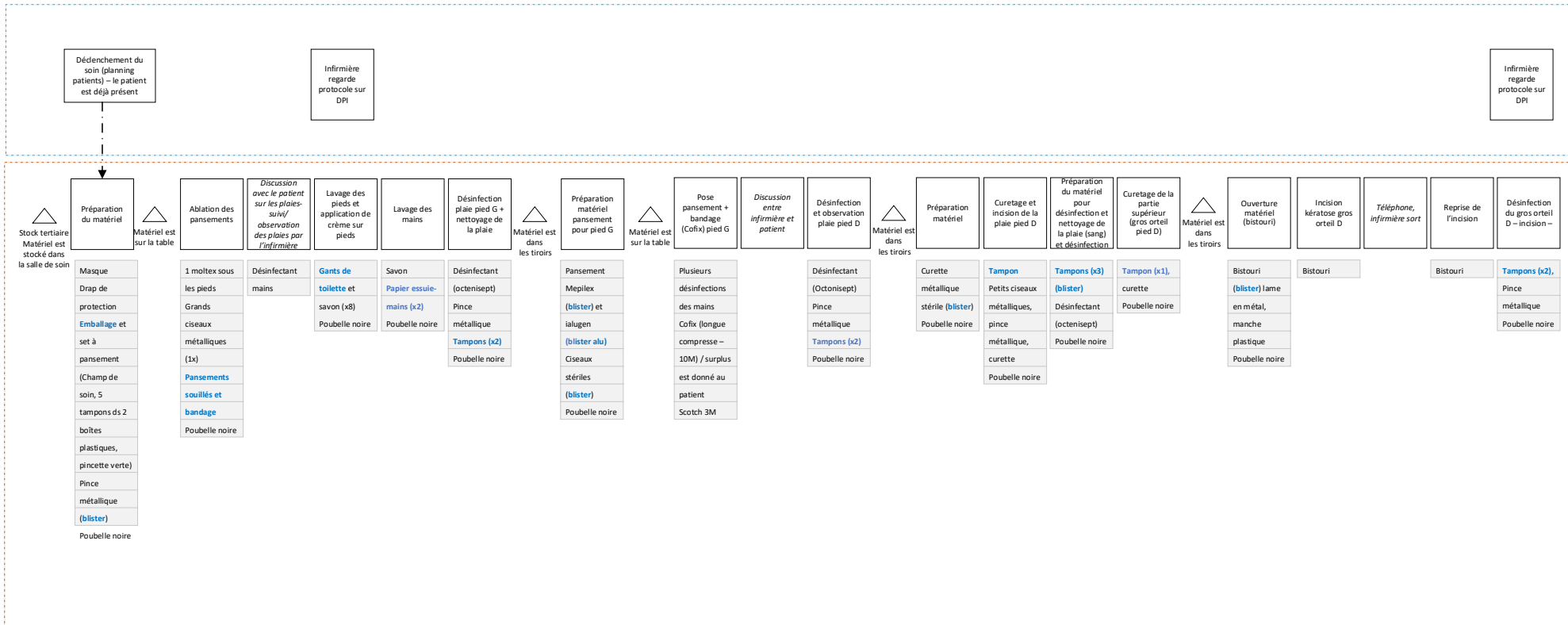


Figure 2. VSM pour la pose d'un pansement pour traiter des plaies (I).



AIRL-SCM 2024 : 15^e Conférence de l'AIRL-SCM

29 – 31 mai 2024

VSM soin partie II

Flux de soin_pansement plaies
 Tout le soin se déroule dans la salle des patients
 et est réalisé par une infirmière

Fonction
Lieu
Déchets /
Matériel
Lieu (déchets)

Légende

Flux d'information
 Flux de produit

DM réutilisables -
 communs à l'unité de
 soin ou personnels à
 chaque soignant

DM à usage unique et
 considérés comme
 déchets de type A
 (ménagers)

DM à usage unique et
 considérés comme
 déchets de type B
 (infectieux)

Déchets recyclables

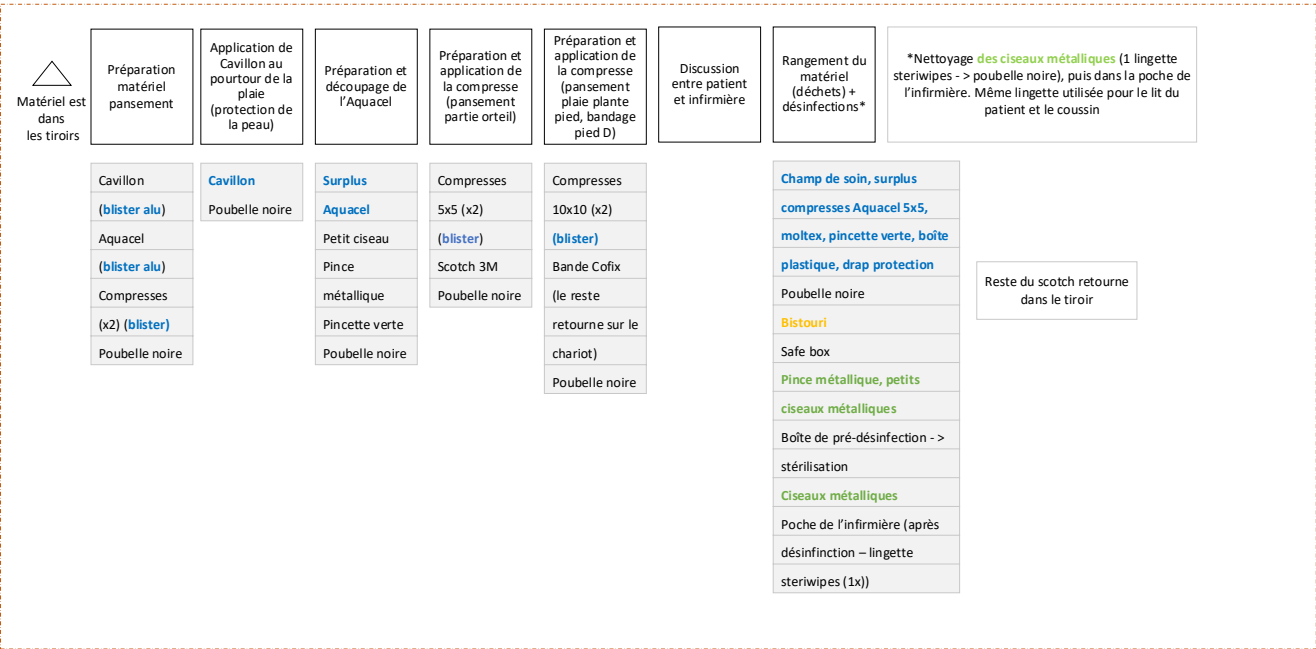
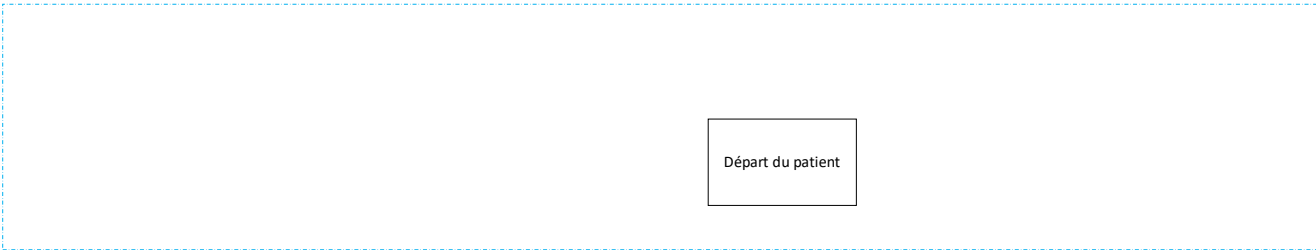


Figure 3. VSM pour la pose d'un pansement pour traiter des plaies (II).



AIRL-SCM 2024 : 15^e Conférence de l'AIRL-SCM

29 – 31 mai 2024

VSM flux logistiques amont

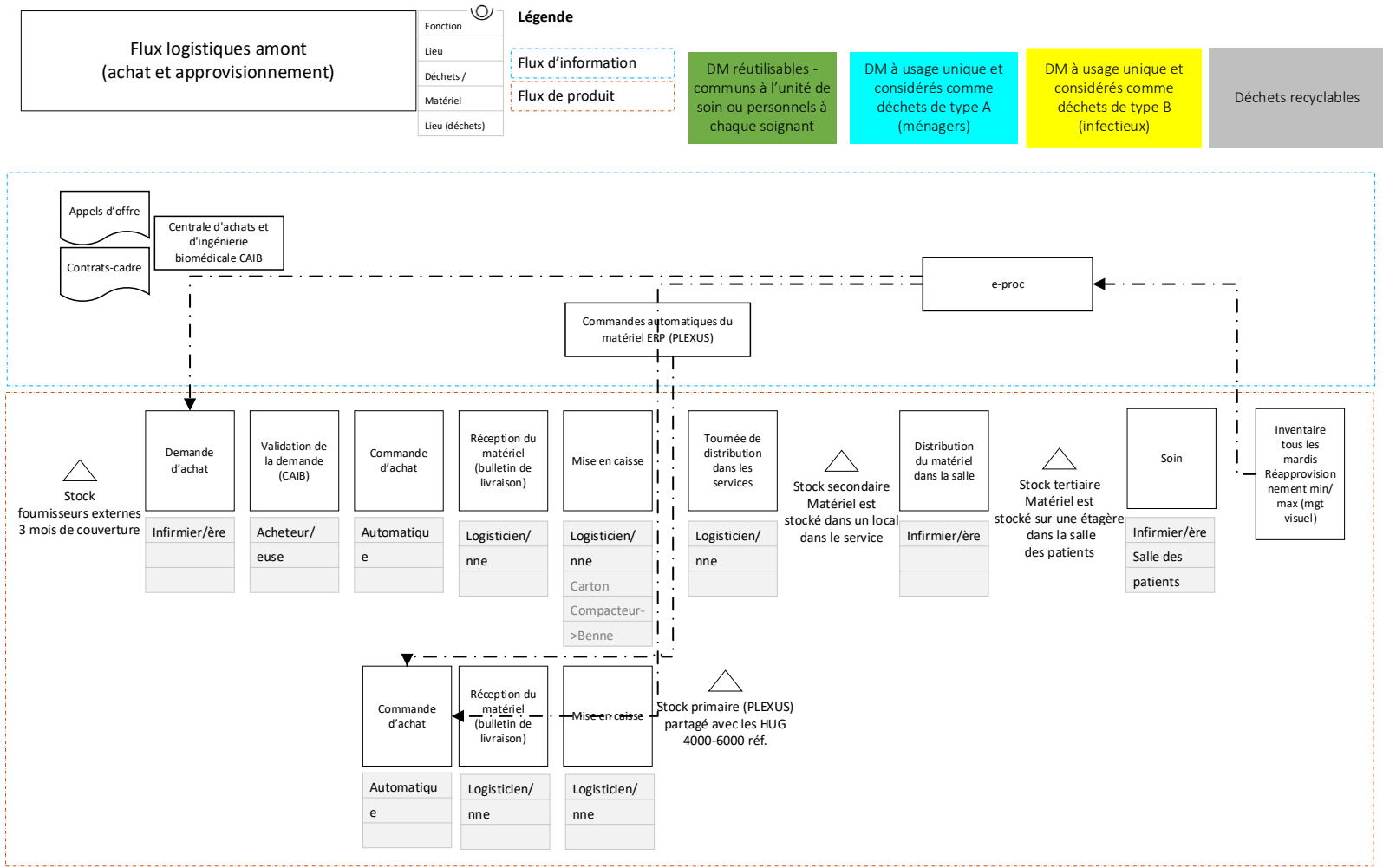


Figure 4. VSM pour les flux logistiques amont.



AIRL-SCM 2024 : 15^e Conférence de l'AIRL-SCM

29 – 31 mai 2024

VSM flux logistiques aval

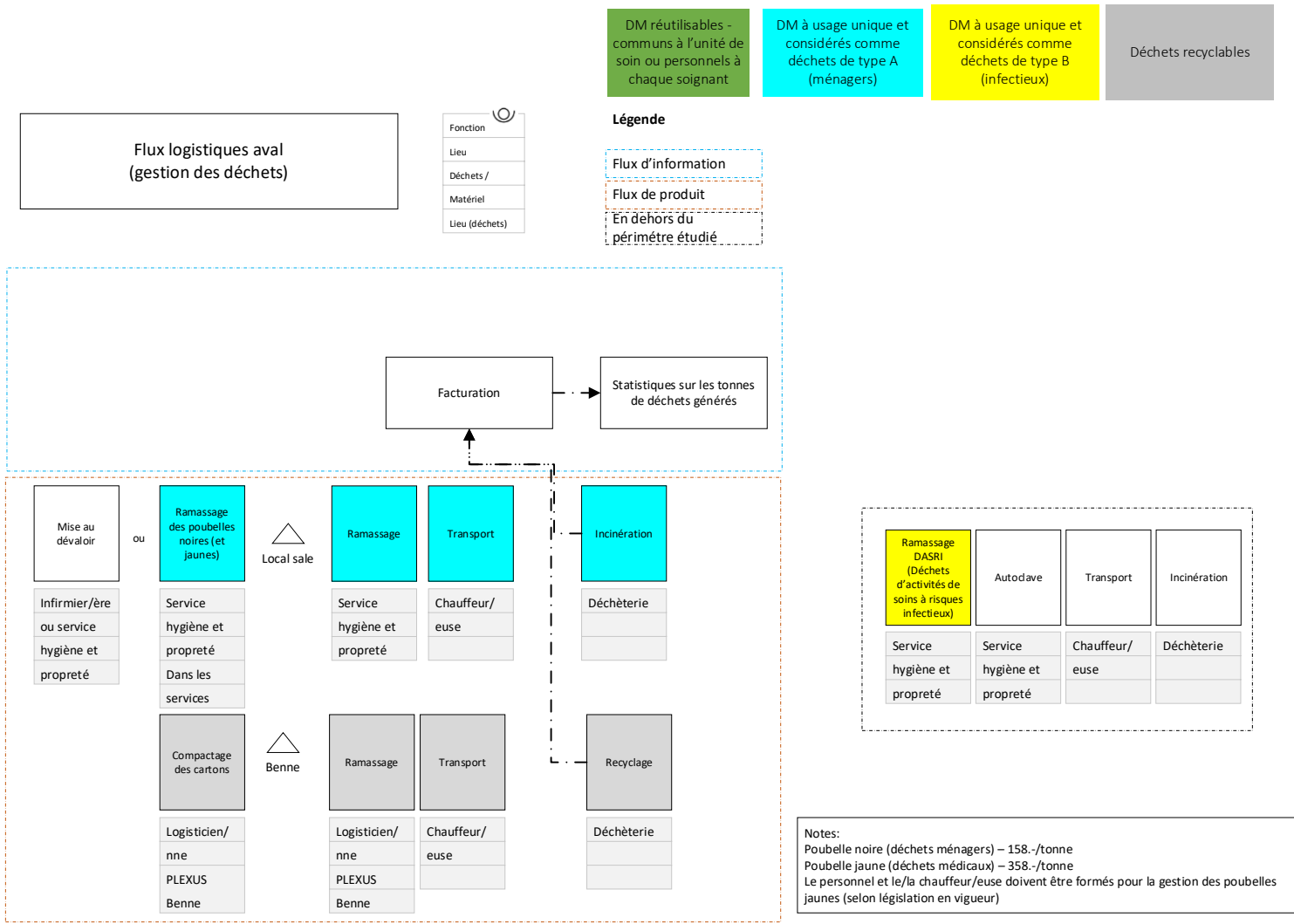


Figure 5. VSM pour les flux logistiques aval.