Eco-design in anestesia

Samedi 23 septembre 2023

Rudy Ferré, Infermiere anestesista qualificato dallo Stato

1- Proteggere l'ambiente

Un problema globale

→ Il riscaldamento globale è un problema importante per la nostra generazione.

→ La maggior parte del riscaldamento si è verificata negli ultimi 40 anni e il 2023 sarà uno degli anni più caldi mai registrati.

→ I cambiamenti climatici hanno subito un'accelerazione a causa delle attività umane, portando a un aumento della frequenza di eventi meteorologici estremi, malattie trasmissibili e interruzione delle forniture di cibo e acqua.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha dichiarato che il cambiamento climatico è "la più grande minaccia per la salute dell'umanità".

Il rapporto IPCC

→ **Ogni continente e ogni regione del mondo è vulnerabile.**

- **171.000 kg di carbone**
- **116.000 L di gas**
- **186.000 L di petrolio**

vengono consumati ogni secondo.
Con un costo globale di quasi **430 miliardi di dollari.**

Circa 3,3-3,6 miliardi di persone vivono in contesti altamente vulnerabili ai cambiamenti climatici.

Aumento degli eventi estremi
con conseguente mortalità, malattie, riduzione della disponibilità di acqua e migrazione della popolazione.

Il 10% dei Paesi più ricchi emette tra il 36% e il 45% dei gas serra del mondo.

Negli ecosistemi terrestri, il rischio di estinzione delle specie è:

A 1,5°C: dal 3% al 14
A 2°C: 18
AT 3°C: 29
AT 4°C: 39
AT 5°C: 48

+ 1,5°, questa soglia sarà superata nel corso del **2030.**

Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change – Working group III - Intergovernmental Panel on Climate Change et Pour un Réveil Écologique - 10 POINTS CLÉS (GIEC, AR6 WG 1, 2 & 3)

L'impatto del cambiamento climatico sulla salute umana

ADOLESCENCE

Nel 2016, 2,9 milioni di morti nel mondo a causa delle polveri sottili.
7 milioni di morti a causa dell'inquinamento atmosferico

Nel 2018, in tutto il mondo si sono perse da 133 a 136 miliardi di ore lavorative potenziali.
L'aumento delle temperature e le ondate di calore limitano la capacità lavorativa.

Le donne sono tra le più vulnerabili in una serie di contesti sociali e culturali.

Il 77% dei Paesi ha registrato un aumento dell'esposizione della popolazione agli incendi boschivi.

Nei Paesi a basso reddito, quasi tutte le perdite economiche legate agli eventi climatici non sono assicurate.

ADULTE

The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change

2- Sistemi sanitari

L'impronta ambientale dei sistemi sanitari mondiali

- Il settore sanitario è responsabile di una percentuale compresa tra il 4% e l'8% delle emissioni globali di gas serra.
- Se il settore sanitario fosse un Paese, sarebbe il 5° emettitore del pianeta.
- Il settore sanitario contribuisce al riscaldamento globale e ne subisce le conseguenze.

Il sistema sanitario svizzero

Finanziario: 12% del PIL, pari a 88 miliardi di franchi all'anno

Risorse umane: il settore sanitario impiega il 6,7% della popolazione

Naturale: 6,7% delle emissioni di gas serra

3- Sviluppo sostenibile

Definizione

"Lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni".

Rapport Brundtland « Notre avenir à tous » en 1987 - Commission mondiale sur l'environnement et le développement

La medicina sostenibile è una medicina che antepone la qualità della vita alla sua durata.

Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite

ONU – Objectifs de Développement Durable

Alcune questioni su cui i caregiver possono agire

PROGETTAZIONE ECOLOGICA DEGLI EDIFICI

VIAGGI

RIFIUTI

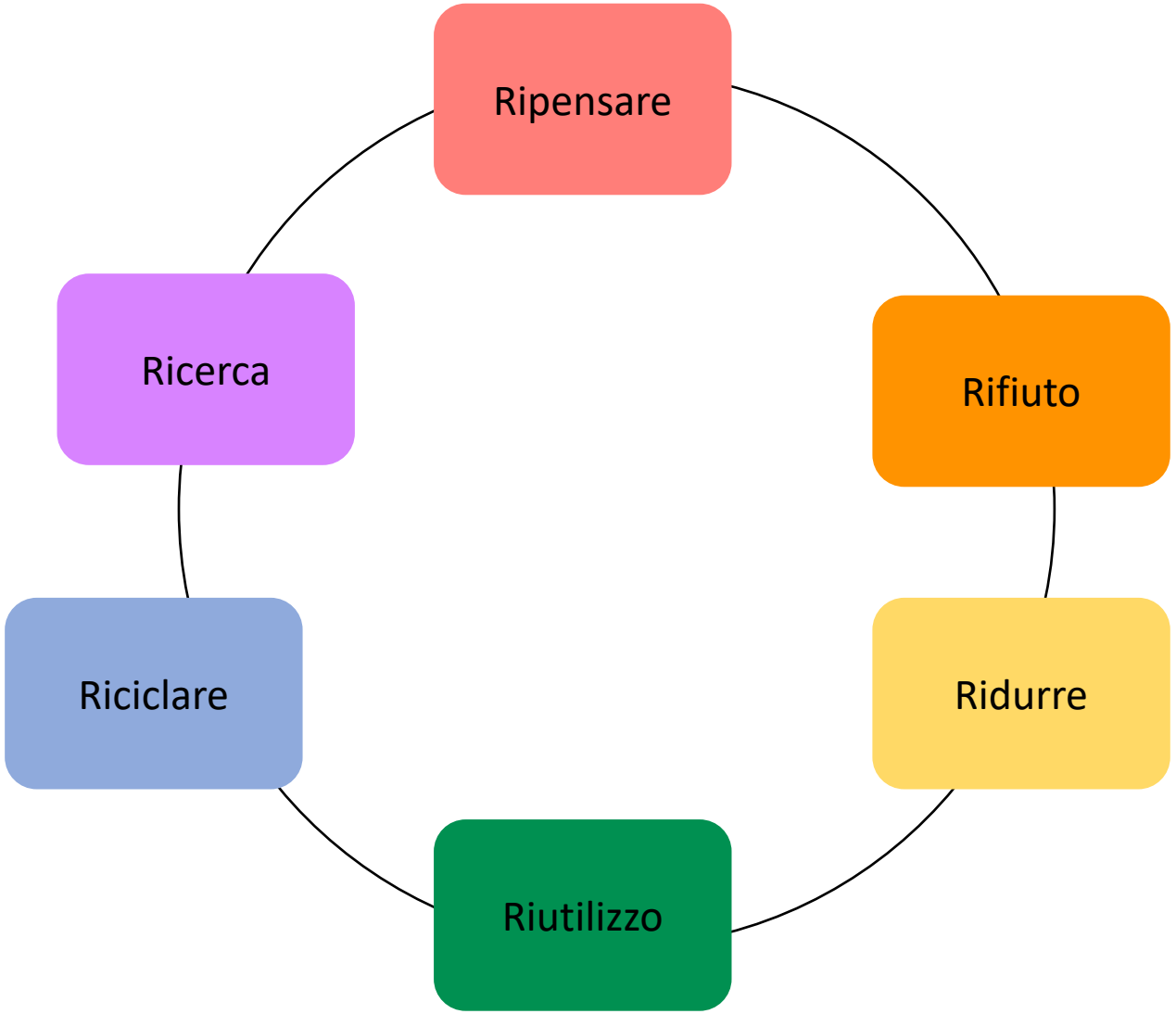
ALIMENTAZIONE

IMBALLAGGIO

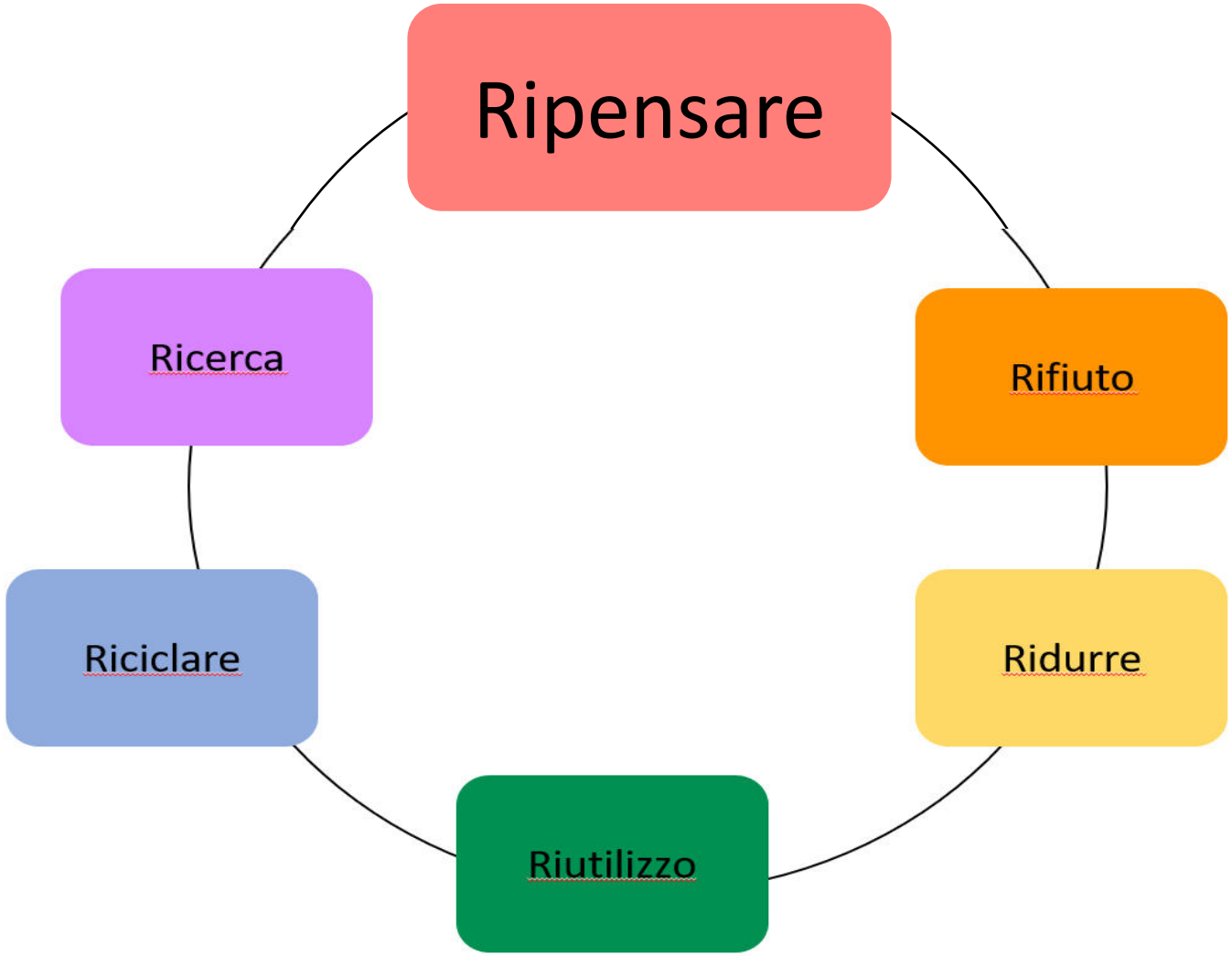
RISCHIO CHIMICO

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA

QUALITÀ DELLA VITA AL LAVORO



4- Le "6 R" della pratica sostenibile


Ripensare
Rifiuto
Ridurre
Riutilizzo
Riciclare
Ricerca

Ripensare

Un **passo fondamentale** verso la sostenibilità.

Il primo passo mentale verso la **tutela dell'ambiente**.

I professionisti si riuniscono, si formano, sperimentano e chiedono cambiamenti che abbiano un impatto positivo sul pianeta.

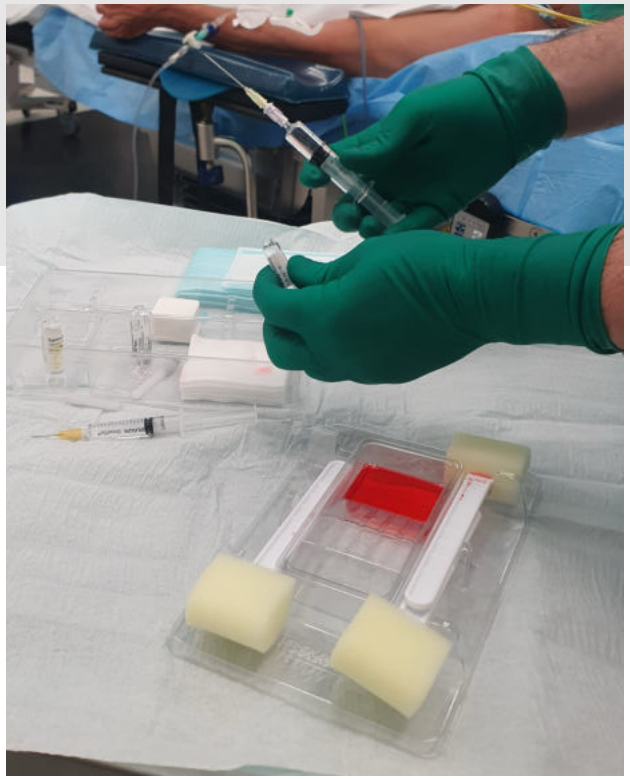
Fermatevi, riflettete e fate domande prima di agire:

- Esiste un'alternativa più ecologica a ciò che sto per fare?

Questo semplice esercizio mentale ci aiuta a fare scelte più rispettose dell'ambiente.

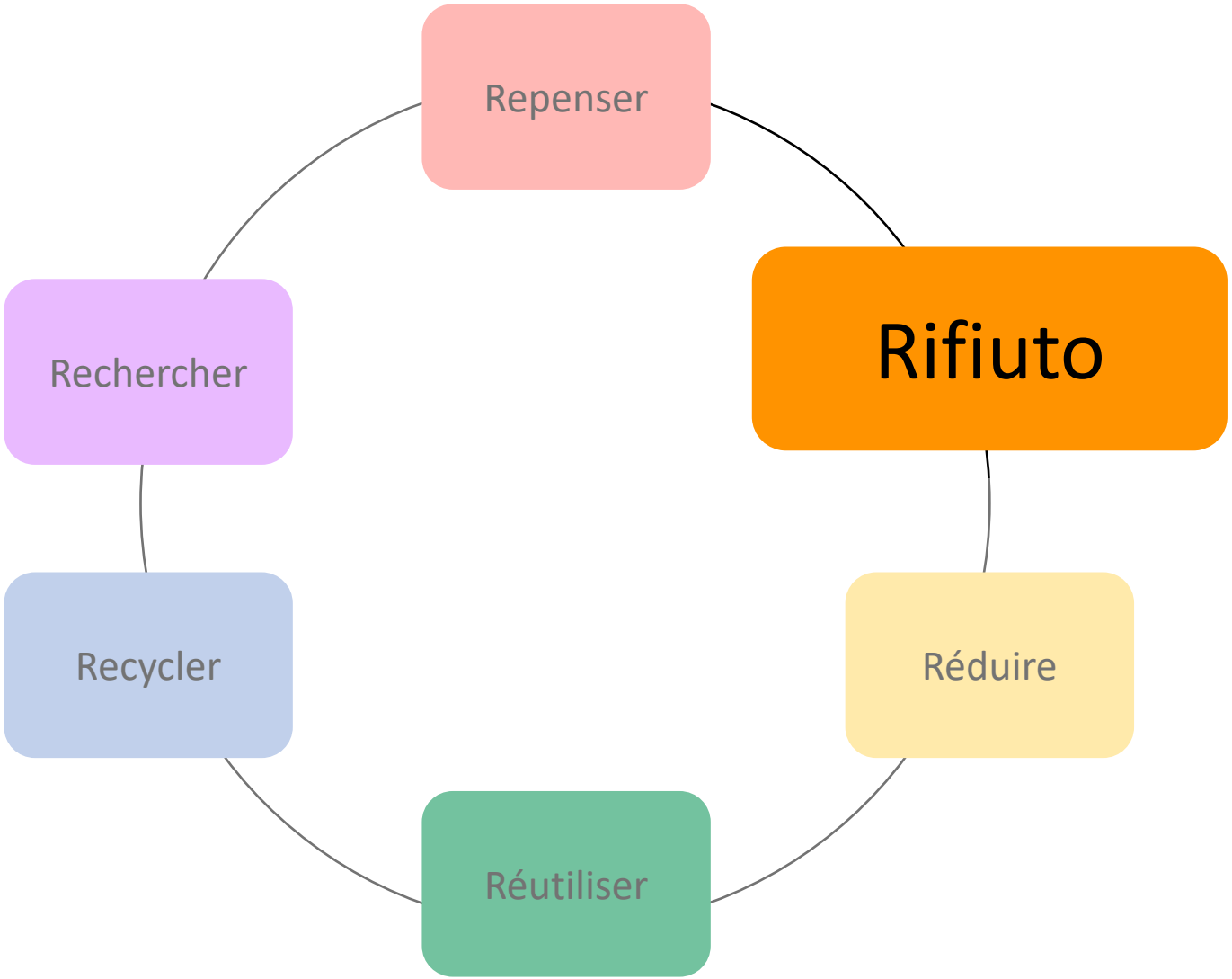
-> Tutti possono occuparsi della questione ambientale nel settore sanitario.

Ripensare le pratiche



Attraverso cambiamenti come :

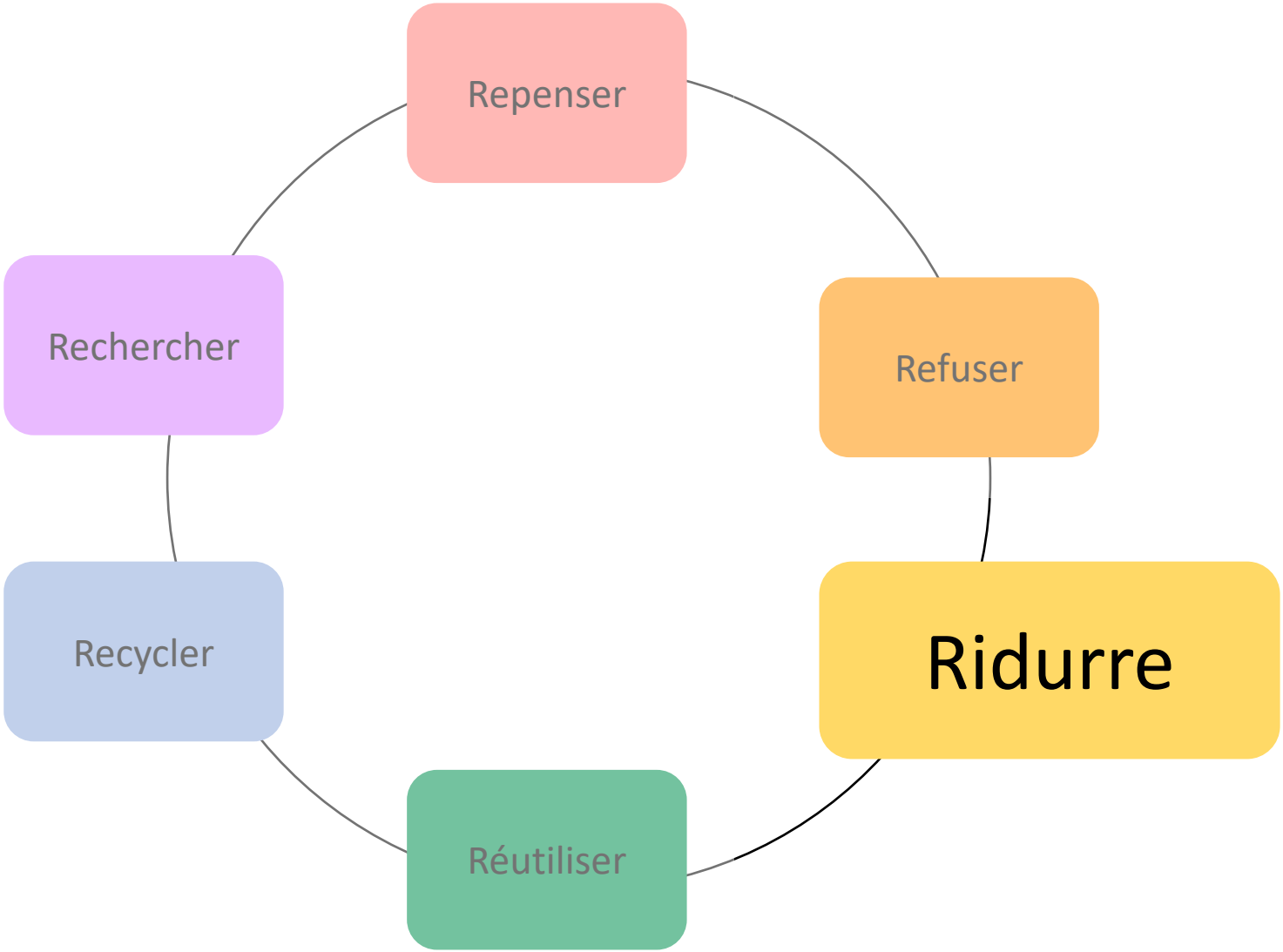
- Revisione dei kit monouso (Kit per anestesia spinale, epidurale e linea centrale)
- Una politica di acquisti più rispettosa dell'ambiente e della salute
- Governance e protocolli (Spostamento, concetto di paziente in piedi, giornata dell'ambiente, ecc.)
- Ottimizzare la qualità della vita sul lavoro


Repenser
Rifiuto
Réduire
Réutiliser
Recycler
Rechercher

Rifiuto

Gli sprechi e l'uso eccessivo di attrezzature, farmaci, risorse ed energia possono essere ridotti al minimo semplicemente dicendo "no" a ciò che non ci serve.

Ciò può essere ottenuto adottando un approccio più minimalista all'assistenza.


Repenser
Refuser
Ridurre
Réutiliser
Recycler
Rechercher

Gas anestetici

- Gli agenti anestetici alogenati (HAA) sono potenti gas a effetto serra (GHG).
- La maggior parte dei gas viene rilasciata nell'atmosfera.
- Il potenziale di riscaldamento globale (GWP) misura la capacità di un gas di assorbire calore dall'atmosfera.
- Gli anestetici volatili, in particolare isoflurano, sevoflurano e desflurano, hanno un elevato GWP.

Riduzione dei gas anestetici

Agenti anestetici alogenati

- GWP a 100 anni (GWP100) della CO_2 = 1

- PRG100 del Desflurano = 2540 e la sua vita atmosferica è di 14 anni.
- PRG100 dell'isoflurano = 510 e la sua vita atmosferica è di 3,2 anni.
- PRG100 del Sevoflurano = 130 e la sua vita atmosferica è di 1,1 anni.

Riduzione dei gas anestetici

Agenti anestetici alogenati

Il **95%** degli agenti alogenati viene restituito all'atmosfera attraverso le uscite SEGA (Anaesthetic Gas Evacuation System).

1 ora di anestesia con il 30% di O2 e un flusso di gas fresco (FGF) di 1 litro equivale a guidare un'automobile per :

- 10 km se si utilizza il Sevoflurano.
- 376 km con Desflurano.

Le emissioni di gas serra nel ciclo di vita del Desflurano sono 20 volte superiori a quelle del Sevoflurano.

L'utilizzo del Sevoflurano al posto del Desflurano comporta una riduzione del 25% delle emissioni di gas serra.

Riduzione dei gas anestetici

N_2O

Il protossido di azoto (N2O) è un gas a effetto serra.

L'N2O ha una durata di vita nell'atmosfera di 114 anni.

Distrugge lo strato di ozono.

- L'uso di N2O in anestesia rappresenta dall'1 al 3% delle emissioni globali di N2O.
- L'aggiunta di N2O durante l'anestesia per inalazione con Sevoflurano aumenta il costo del carbonio del 900%.

Riduzione dei gas anestetici

N_2O

Le sale operatorie vengono rifornite di N2O tramite tubi.

È stato dimostrato che le perdite da queste tubature rappresentano il 75% del consumo effettivo di N2O.

Su una scala di una sala operatoria con 8 stanze, questa quantità di N2O sprecata attraverso le perdite rappresenta :

- 38.400 ore di anestesia
- 600.000 km percorsi in auto.

L'eliminazione dell'N2O, combinata con una riduzione del flusso di gas fresco a 1MAC/h, può ridurre di 20 volte le emissioni di gas serra dei gas anestetici.

Riduzione dei gas anestetici

Flusso di gas fresco

- La riduzione della DGF riduce l'inquinamento da alogeni.
- La modalità AINOC riduce le emissioni di CO_2 di circa il 40%, garantisce un'anestesia più precisa e riduce il carico di lavoro del team di anestesia.
- La bassa portata di gas fresco porta a un consumo eccessivo di calce sodata, che può comportare un'ulteriore produzione di rifiuti, il cui impatto non è ancora noto.

Agenti anestetici alogenati: cosa ci riserva il futuro?

Non esistono standard normativi per l'inquinamento da vapori anestetici nelle sale operatorie.

Le sale di anestesia devono avere un tasso di ricambio d'aria minimo di 15 vol/h.

Le cartucce assorbenti trattengono i vapori alogenati ma non il protossido di azoto.

Solo l'uscita SEGA evacua i gas inquinanti dall'interno all'esterno dell'edificio.
Il SEGA richiede energia per funzionare.

Riduzione dei gas anestetici

Monitoraggio della profondità

Uso del monitoraggio della profondità anestetica :

- **Riduzione del consumo di alogeni fino al 19%.**
- **Riduzione delle emissioni di gas serra.**

Utilizzo del BIS o del monitoraggio dell'entropia :

- **Costi ridotti grazie al risparmio di alogeni**

Propofol o Sevoflurano?

Riduzione dei gas anestetici

- Gli agenti endovenosi non sono gas serra, ma sono inquinanti del suolo e dell'acqua.

Il Propofol è :

- escreto nelle urine ed entra nella biosfera.
- È molto tossico per gli organismi acquatici e ha un elevato potenziale di bioaccumulo.

L'impronta di carbonio del Sevoflurano e del Propofol è equivalente se ventilati a una DGF di 0,5 L/min e utilizzando la tecnologia di ricattura dei vapori alogenati.

-> Tuttavia, questi risultati non tengono conto di altri impatti ambientali, in particolare dell'elevata ecotossicità del Propofol nell'acqua e nel suolo.

PER SAPERNE DI PIÙ

RECOMMANDATIONS DE PRATIQUES PROFESSIONNELLES

De la **Société Française d'Anesthésie et Réanimation (SFAR)**

*Avec la participation de la **Société Française d'Hygiène Hospitalière (SF2H)**,*
*et de la **Société Française de Pharmacie Clinique (SFPC)***

REDUCTION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'ANESTHESIE GENERALE

Guidelines for Reducing the environmental impact of general anaesthesia

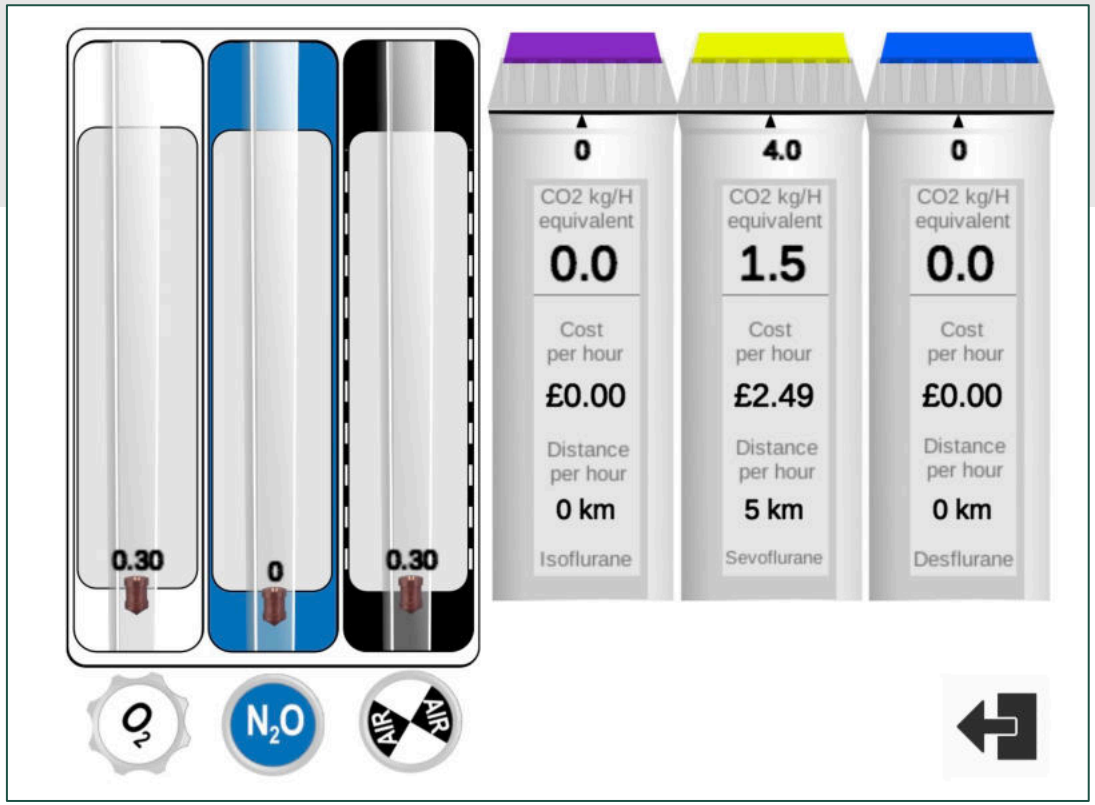
2022

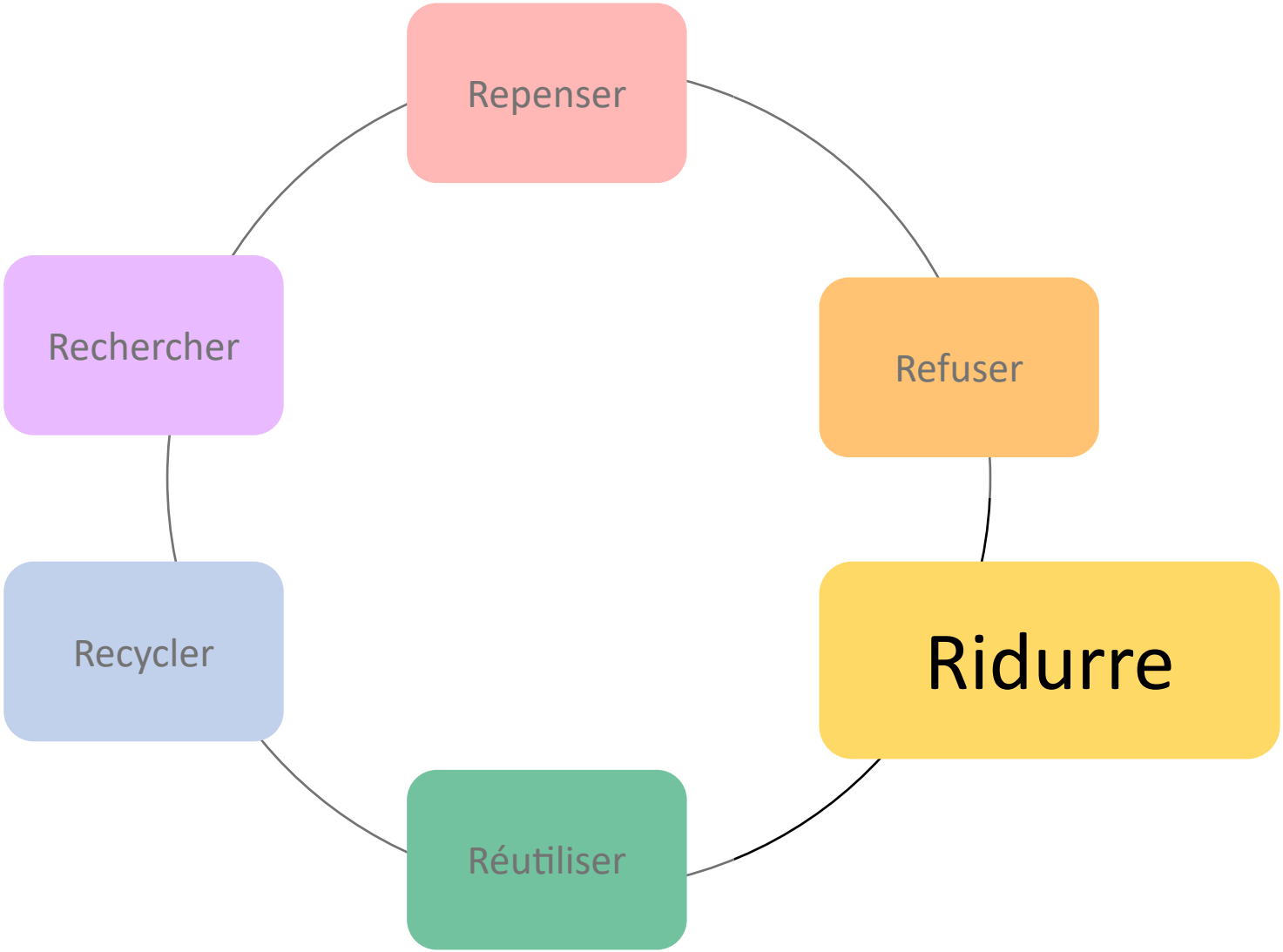
PER SAPERNE DI PIÙ

APPLICAZIONI MOBILI

yale gassing greener

anesthesia impact calculator

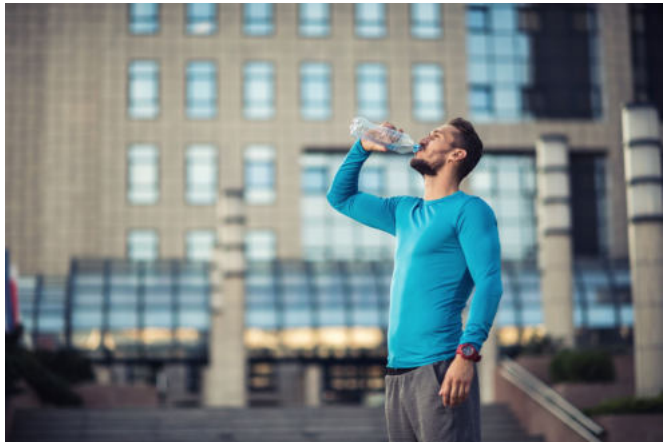



Repenser
Refuser
Ridurre
Réutiliser
Recycler
Rechercher

Riduzione dei farmaci

Uso di molti farmaci tossici per l'ambiente.

Alcuni farmaci sono rilevabili nell'ambiente in fiumi, laghi, acque sotterranee, acqua di rubinetto e acqua in bottiglia.



Farmaci trovati nell'acqua svizzera

Fiumi

Conc. en ng/L	Dranse	Rhône Porte du Scex	Venoge	Boiron de Morges	Rhône émissaire	Arve Etrembières	Arve Jonction	Rhône Chancy
amidotrizoic acid	< 10	13	160	17	< 10	< 10	< 10	14
amlodipine *	< 10	< 10	< 10	<10	< 10	< 10	12	12
anhydro-erythromycin	< 10	< 10	140	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
atenolol	< 10	< 10	25	48	< 10	< 10	12	22
atorvastatin *	<10	< 10	12	10	< 10	< 10	< 10	< 10
benzotriazole	< 10	79	280	520	59	28	45	88
bezafibrate	< 10	< 10	< 10	45	< 10	< 10	< 10	< 10
bisphenol A	39	27	71	10	12	26	54	11
carbamazepine	< 10	< 10	< 10	17	22	< 10	< 10	18
clarithromycin	< 10	< 10	19	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
diclofenac	< 10	< 10	29	35	< 10	< 10	< 10	< 10
erythromycin	< 10	< 10	88	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
estrone	2,9	6,4	11	21	< 1	< 1	22	< 1
fenofibric acid	< 10	< 10	75	31	< 10	< 10	53	21
fluoxetine *	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	14	12
gabapentin *	15	80	130	82	20	25	43	69
gemfibrozil	< 10	< 10	12	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
hydrochlorothiazide *	< 10	12	21	26	< 10	< 10	10	14
ibuprofen	< 10	14	16	58	< 10	< 10	< 10	< 10
iohexol	< 10	< 10	< 10	230	20	< 10	46	200
iomeprol	< 10	58	< 10	590	30	< 10	110	190
iopamidol	< 10	< 10	250	< 10	< 10	< 10	< 10	42
iopromide	< 10	75	< 10	< 10	< 10	< 10	30	27
ioxaglic acid	< 10	< 10	< 10	< 10	180	< 10	< 10	< 10
ioxitalamic acid	< 10	< 10	< 10	58	< 10	< 10	15	26
irbesartan *	12	67	230	120	< 10	12	23	39
iso-nonylphenol	< 25	320	89	< 25	< 25	150	620	43
ketoprofen	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	35
lisinopril *	< 10	< 10	21	14	< 10	< 10	< 10	< 10
losartan *	< 10	< 10	43	24	< 10	< 10	< 10	12
metformin *	100	520	1'700	1'300	350	160	330	540
methylbenzotriazole	12	88	290	800	35	41	66	100
metoprolol	< 10	< 10	16	14	< 10	< 10	< 10	< 10
naproxen	< 10	< 10	< 10	18	< 10	< 10	< 10	< 10
paracetamol	25	170	< 10	92	< 10	42	52	57
phenazone	< 10	12	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
pravastatin *	< 10	< 10	14	16	< 10	< 10	< 10	< 10
simvastatin	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	27	14
sotalol	< 10	< 10	50	16	< 10	< 10	< 10	< 10

Léman

Concentrations (µg/L)		CQE[a]	1 m			15 m			100 m			305 m		
			Jan.	Juin	Sept	Jan.	Juin	Sept	Jan.	Juin	Sept	Jan.	Juin	Sept
Acide méfénamique	Anti-inflammatoire	1								0.001				
Atenolol	Bêta-bloquant							0.02						
Bupivacaïne	Anesthésiant	-					0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.004	0.003
Carbamazepine	Anti-épileptique	2	0.009	0.007	0.002	0.009	0.009	0.004	0.011	0.012	0.010	0.019	0.023	0.015
Carisoprodol	Myorelaxant	-	0.014	0.014	0.011	0.015	0.016	0.010	0.019	0.018	0.024	0.027	0.040	0.027
Guanylurea	Métabolite metformine	-	0.311			0.195			0.199			0.127		
Mémantine	Maladie Alzheimer		0.013			0.014	0.011		0.021	0.023	0.018	0.034	0.046	0.036
Mepivacaïne	Anesthésiant	-	0.008			0.007	0.006		0.012	0.009	0.012	0.020	0.025	0.030
Metformine	Antidiabétique	160	0.506	0.366	0.352	0.469	0.438	0.371	0.174	0.244	0.315	0.143	0.060	0.090
Méthénamine	Antiseptique	-	0.076			0.072			0.066			0.036	0.075	
Prilocaïne	Anesthésiant	-	0.002	0.001	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.008	0.004	0.008	0.013
Sulfamethazine	Antibiotique	30000	0.015	0.001		0.020			0.021			0.012		
Tramadol	Antalgique		0.003		0.001	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004
Trimetazidine	Angine de poitrine/vertige											0.004	0.002	0.003

Solo 100 molecole studiate

www.cipel.org

L'impatto ambientale dei farmaci

SUBSTANCE	RISK	PBT	P	B	T	VOLUME IN DDD
furosemide	insignificant	4	3	0	1	21 575 294
hydrochlorthiazide	insignificant	4*	3	0	1*	2 830 612
						C 24 086 325
eplerenone	insignificant	6	3	0	3	104 450
bendroflumethiazide	cannot be excl	4*	3*	0	1	5 349 201
						C 193 113
bumetanide	cannot be excl	4*	3*	0	1	66 772
amiloride	cannot be excl	4*	3*	0	1*	265 945
						C 7 708 633
metolazone	cannot be excl	-	-	-	-	17 650
spironolactone	cannot be excl	-	-	-	-	2 079 512
Vasoprotectives						
lidocaine	insignificant	3	3	0	0	24
						C, E 431 819
glucosamine	cannot be excl	1	0	0	1	749 537
						U -
hydrocortisone	cannot be excl	-	-	0	-	401 062
						C, E -
framycetin	cannot be excl	-	-	0	-	**E** -
prednisolone	cannot be excl	-	-	0	-	5 381 008
						E -
cincocaine	cannot be excl	-	-	3	-	-
						E -
sodium oleate	cannot be excl	-	-	-	-	-
Beta-blocking agents						
bisoprolol	insignificant	4	3	0	1	4 596 898
pindolol	insignificant	4	3	0	1	85 505
carvedilol	insignificant	6	3	0	3	699 922
metoprolol	low	4	3	0	1	18 920 983
						C 462 238
propranolol	moderate	3	0	0	3	1 217 783
atenolol	cannot be excl	4*	3*	0	1*	3 820 508
labetalol	cannot be excl	6*	3*	0	3*	49 187
sotalol	cannot be excl	6*	3	0	3*	684 450
esmolol	cannot be excl	-	-	-	-	21
Calcium-channel blockers						
amlodipine	insignificant	6	3	0	3	31 233 736
						C 87 024
isradipine	insignificant	9	3	3	3	151 150
felodipine	low	9	3	3	3	13 326 881
						C 462 238
diltiazem	cannot be excl	4*	3	0	1*	652 285
verapamil	cannot be excl	4*	3*	0	1*	667 772

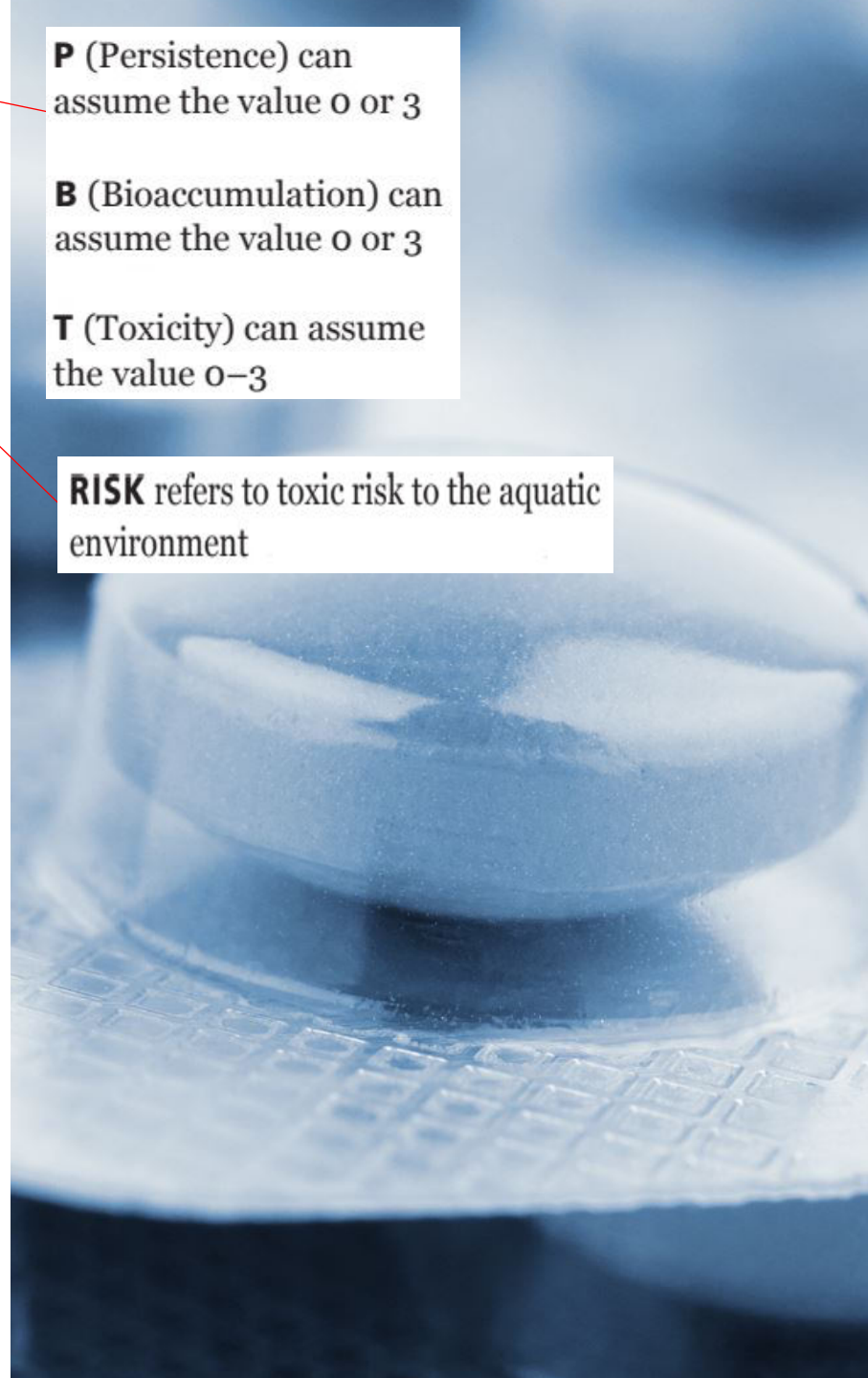
THE PBT INDEX is a measure of environmental hazard and can assume all values from 0–9 (the total of P-, B- and the T-value). The higher the value of a substance, the greater its danger to the environment.

P (Persistence) can assume the value 0 or 3

B (Bioaccumulation) can assume the value 0 or 3

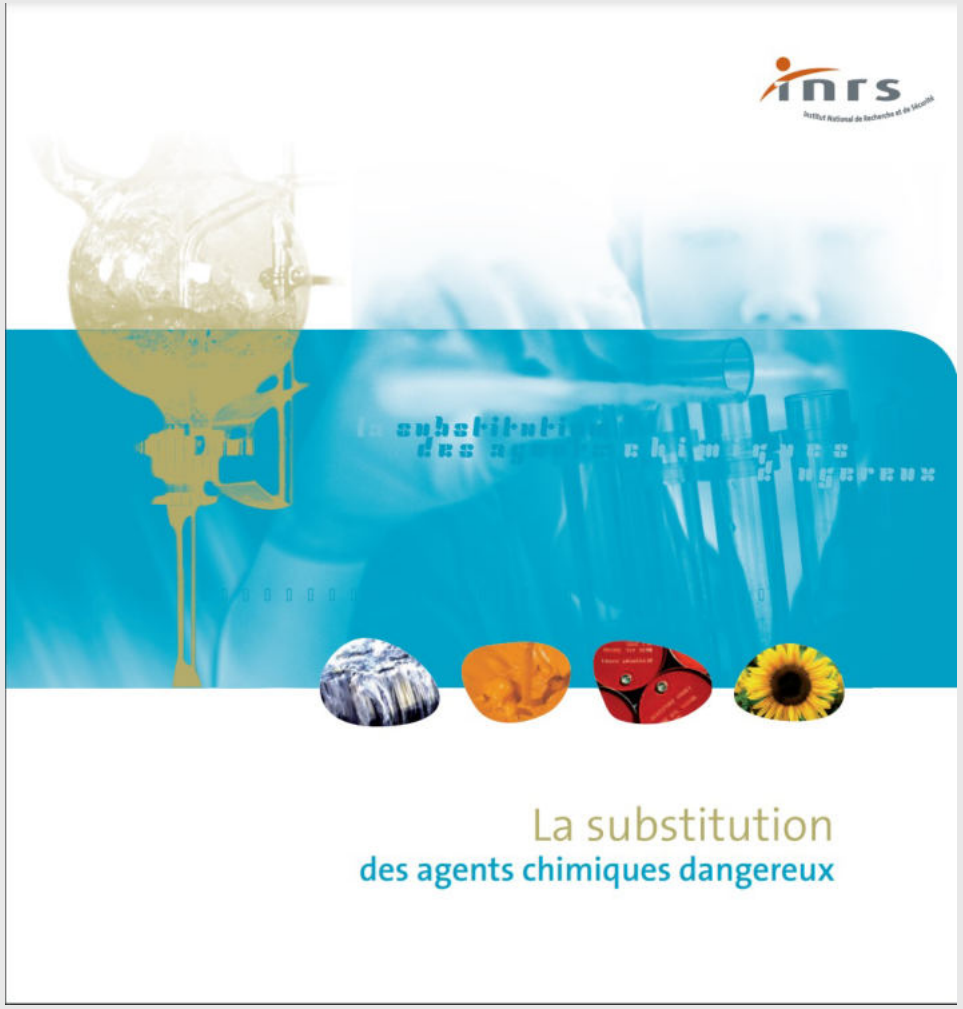
T (Toxicity) can assume the value 0–3

RISK refers to toxic risk to the aquatic environment



Comité pour les médicaments et la thérapeutique de Stockholm (CMTS)

PER SAPERNE DI PIÙ



REVUE MÉDICALE SUISSE

Prescription médicamenteuse durable: réflexions croisées entre médecins et pharmaciens

Prs MARIE P. SCHNEIDER[a,b], JOHANNA SOMMER[c] et NICOLAS SENN[d]

Rev Med Suisse 2019; 15: 942-6

Limitare l'impronta anestetica

1- Incoraggiare l'uso del Sevoflurano durante l'anestesia inalatoria

2- Limitare l'impregnazione anestetica

3- Ventilare i pazienti con un basso flusso di gas fresco (0,5-1L/min).

4- Favorire la modalità AINOC

5- Mettere in discussione l'uso dei sistemi di ricattura dei vapori anestetici

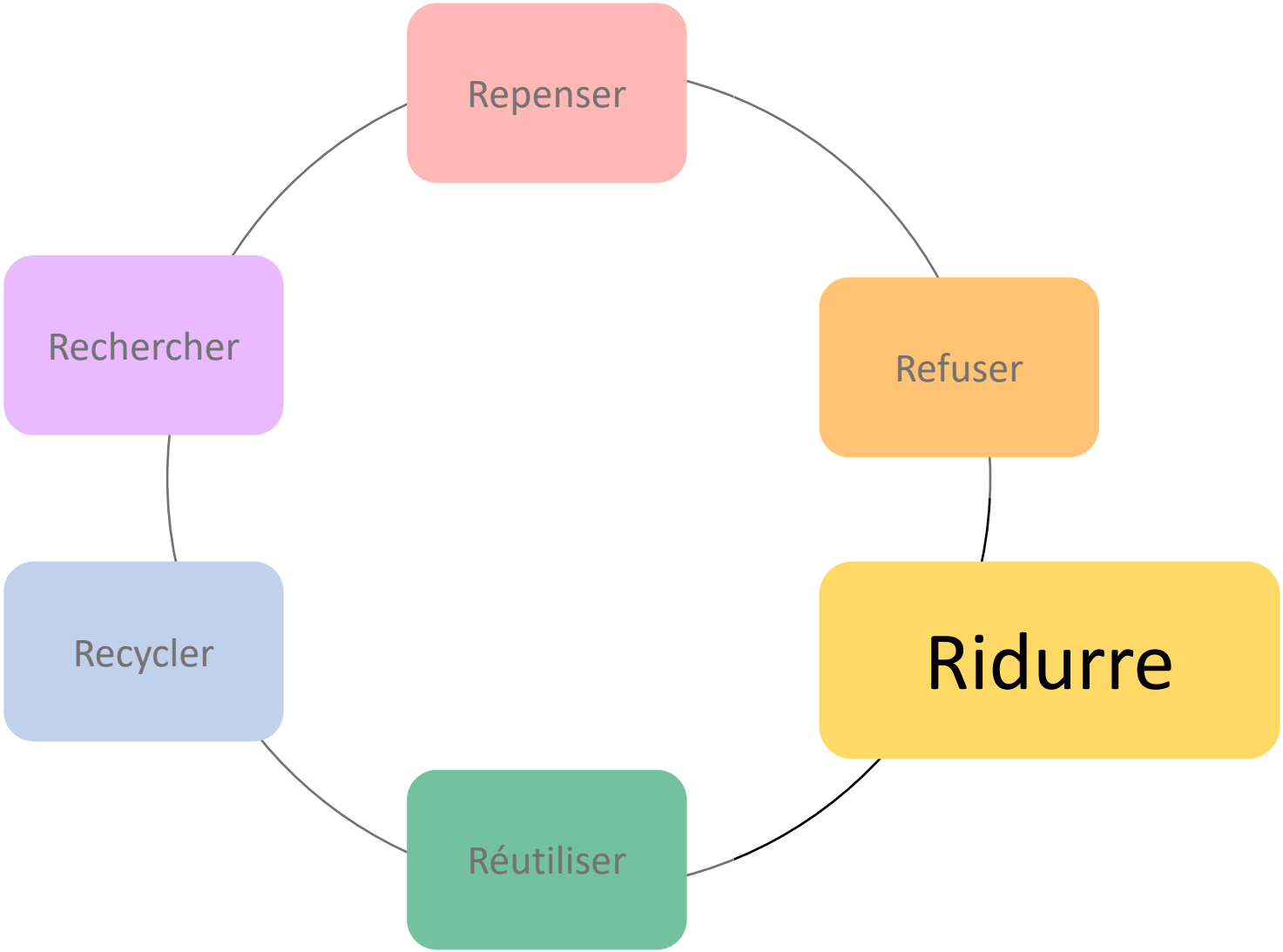
6- Monitoraggio della profondità dell'anestesia durante l'anestesia generale per via inalatoria

7- Smaltire i farmaci inutilizzati o parzialmente utilizzati in un contenitore riservato allo smaltimento dei farmaci o in un bidone o sacchetto giallo.

8- Svuotare le soluzioni infusionali nel lavandino

9- Razionalizzare l'uso dei farmaci

10- Informatevi sull'impronta ambientale dei farmaci e utilizzate farmaci a basso impatto ambientale.


Repenser
Refuser
Ridurre
Réutiliser
Recycler
Rechercher

Riduzione dei rifiuti

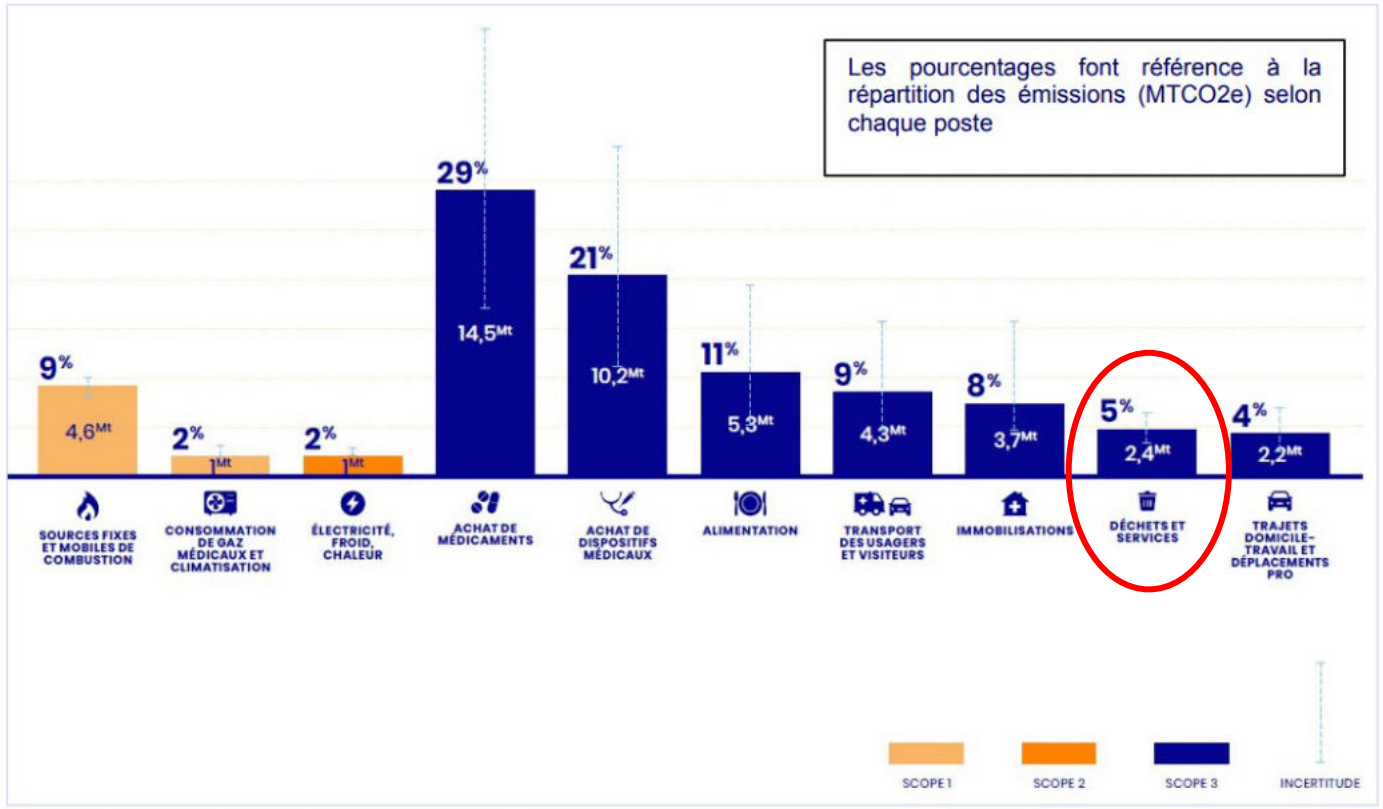


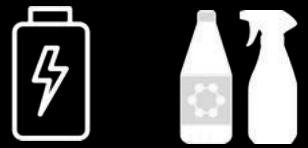
Figure 1 - Répartition des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé (MtCO2e)
Source: calculs *The Shift Project* 2023

Riduzione dei rifiuti

40 tipi di rifiuti ospedalieri classificati in **4 categorie:**

Rifiuti medici

Altri rifiuti speciali



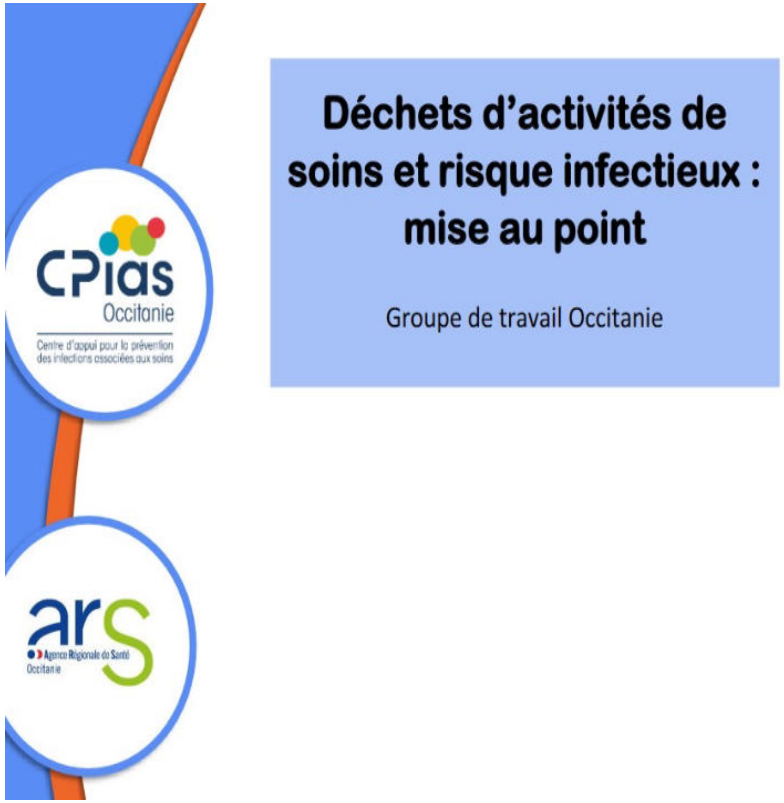
Etc.

Altri rifiuti soggetti a controllo

Etc.

Rifiuti simili a quelli urbani

Riduzione dei rifiuti



- Incenerimento di una tonnellata di rifiuti medici
  - 934 kg di CO2
  - **854 €** per tonnellata in media
- Incenerimento di una tonnellata di rifiuti urbani
  - 362 kg di CO2
  - **100 e 200 euro** per tonnellata

Riduzione dei rifiuti

I rifiuti hanno un impatto finanziario, ambientale, sociale e societario.

La sala operatoria prodotto 20-30% dei Rifiuti ospedalieri

L'80% dei rifiuti solidi prodotti dagli interventi chirurgici viene generato prima ancora che il paziente entri in sala operatoria.

Legislazione

Ordonnance du DETEC
concernant les listes pour les mouvements de déchets

du 18 octobre 2005 (Etat le 1er janvier 2018)

Ordonnance
sur la limitation et l'élimination des déchets

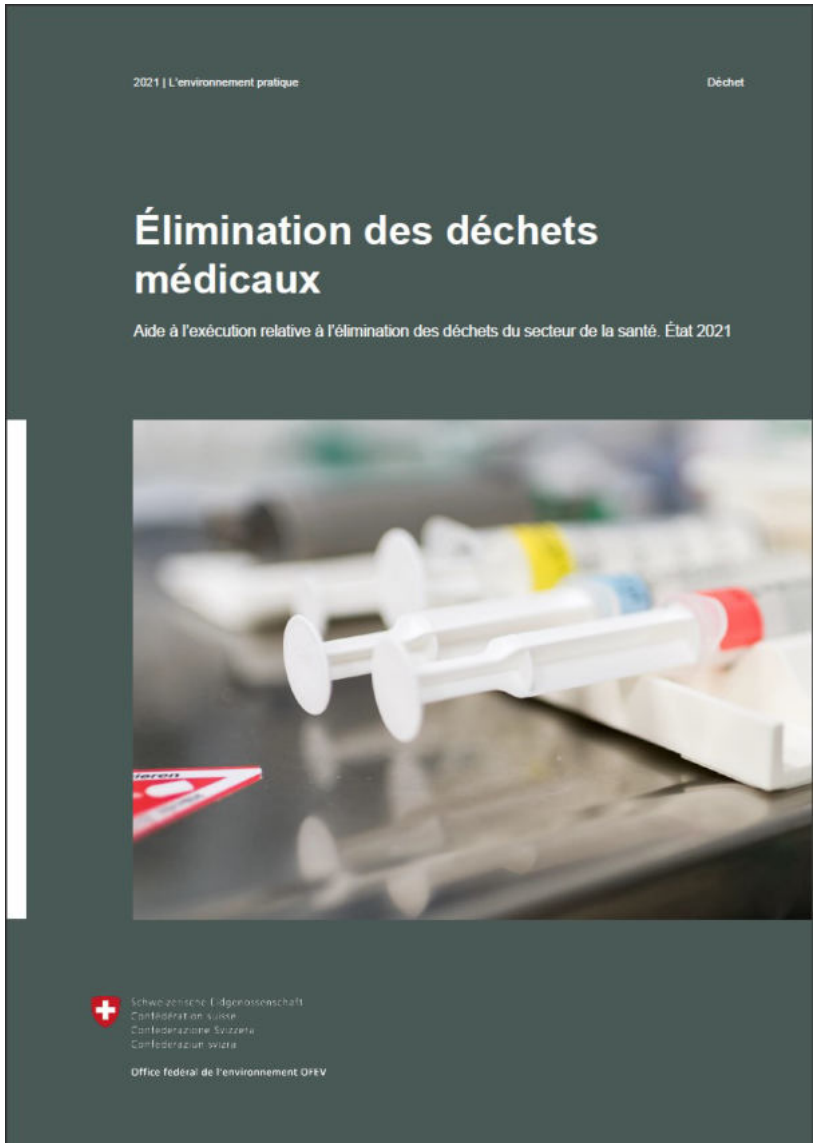
(Ordonnance sur les déchets, OLED)

du 4 décembre 2015 (État le 1er janvier 2023)

Ordonnance
sur les mouvements de déchets

(OMoD[1])

du 22 juin 2005 (Etat le 1er janvier 2020)



Esempio di progetto di ricerca

SITUAZIONE

- Analisi del contenuto dei cassonetti per i rifiuti anestetici: rifiuti urbani / rifiuti sanitari.
- Periodo di indagine: due settimane nel marzo 2022.
- 8 interventi di cardiochirurgia osservati, ovvero 32 sacchi di rifiuti medici raccolti.
- Pesatura dopo ogni intervento: prima e dopo la differenziazione dei rifiuti urbani e medici.

Esempio di progetto di ricerca

RACCOLTA DEI RIFIUTI

Esempio di progetto di ricerca

RISULTATI

PRIMA DELLA SORTEGGIATURA

Rifiuti medici

3 kg 150

Peso mediano dei bidoni pesati nel corso del periodo

DOPO L'ORDINAMENTO

Rifiuti simili a quelli urbani

2 kg 750

Rifiuti medici

390 gr

Esempio di progetto di ricerca

RISULTATI

Prima dello smistamento

Dopo lo smistamento

Esempio di progetto di ricerca

ESTRAPOLAZIONE

204 pazienti sono stati sottoposti a chirurgia cardiaca "standard" nel 2021.

- **349 kg.CO2 equivalente :**

Risparmio finanziario

222 CHF

Épargne Environnemental

349 kg.CO_2

1808 km in un'auto diesel
Viaggio di ritorno
Losanna/Amsterdam

1876 km In aereo
2 voli di andata e ritorno
Ginevra/Parigi

201 734 km in TGV
500 Viaggi di andata e ritorno
Ginevra/Parigi

Riduzione dei rifiuti

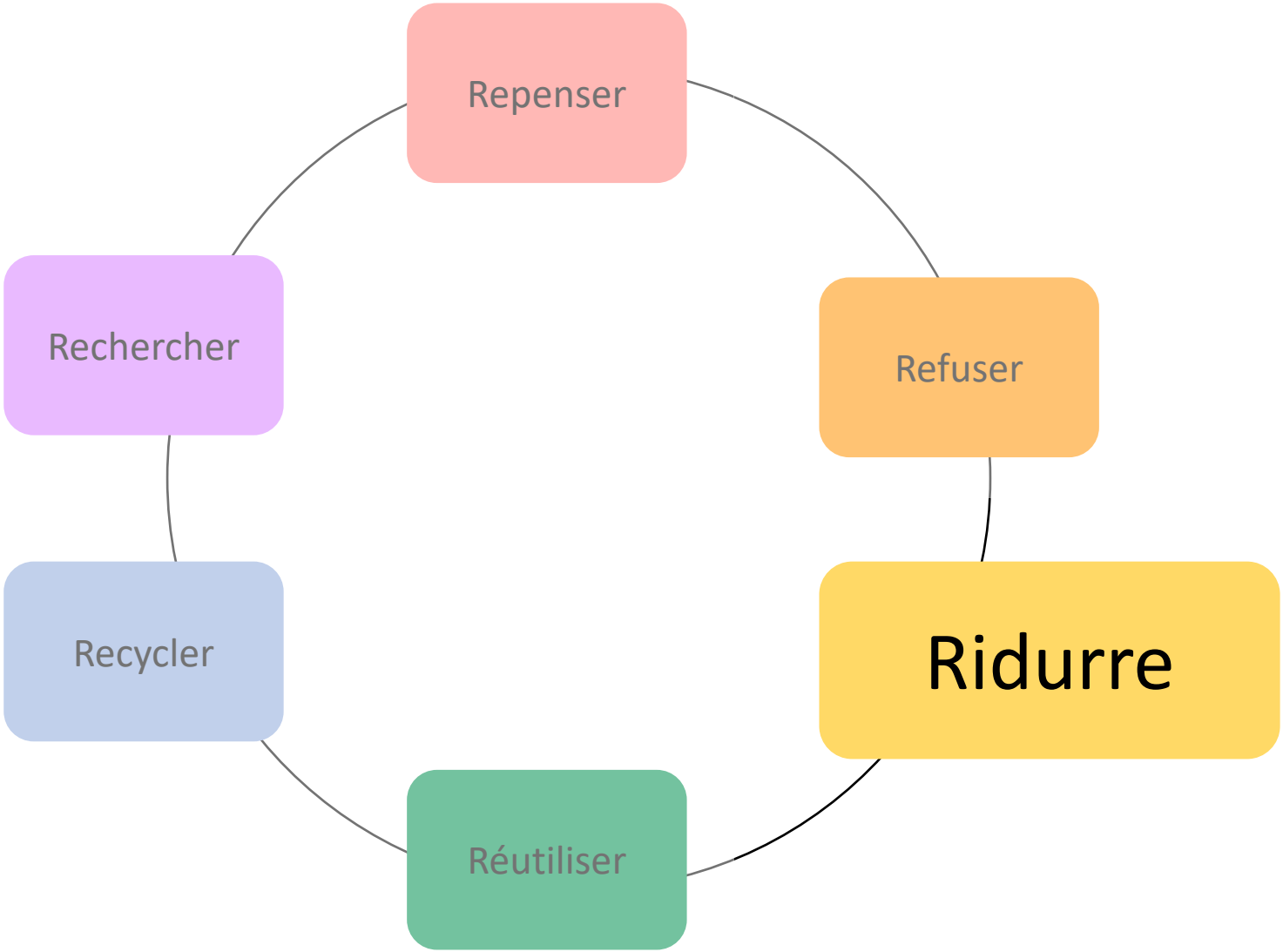
I rifiuti migliori sono quelli che non produciamo.

Ogni badante è responsabile dei rifiuti che produce e spetta solo al suo giudizio decidere quale direzione dare ai rifiuti.

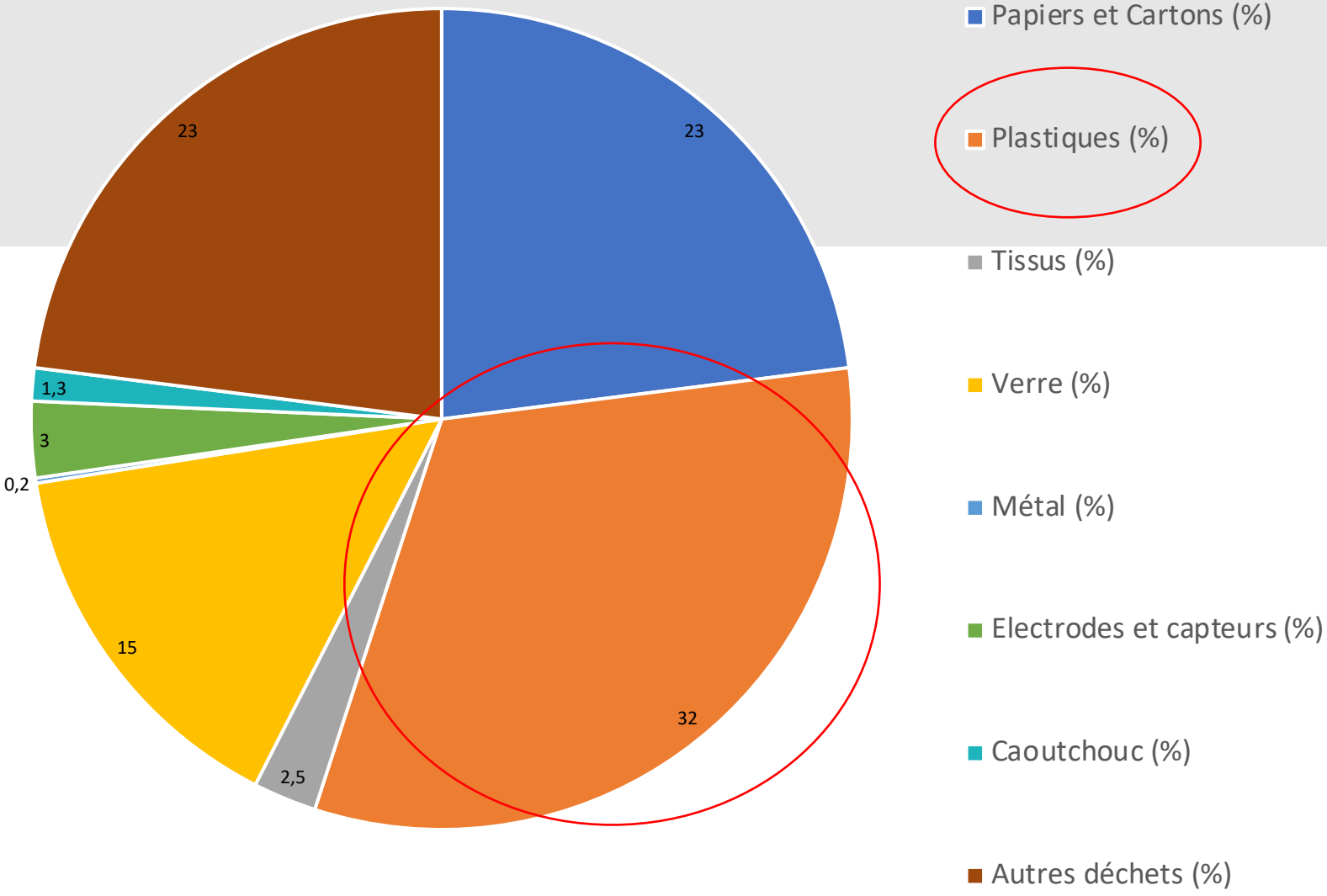
PER SAPERNE DI PIÙ

c2ds réseau développement durable santé

LA REDUCTION DES DECHETS HOSPITALIERS EN PRATIQUE - édition 2013


Repenser
Refuser
Ridurre
Réutiliser
Recycler
Rechercher

Esempio di progetto di ricerca



Ridurre l'uso della plastica

La plastica è ovunque nella nostra vita quotidiana:

- Miele
- Acqua
- Aria
- Placenta
- Cordoni ombelicali

Il nostro consumo sfrenato di plastica monouso genera questo inquinamento.

Ftalati

Gli esseri umani sono esposti agli interferenti endocrini attraverso l'ingestione di cibo, polvere e acqua, o l'inalazione di gas e particelle nell'aria, nonché attraverso il contatto con la pelle.

- Le Nazioni Unite hanno descritto i rischi posti dagli interferenti endocrini come una "sfida globale di proporzioni epidemiche".

La présence d’un composé à caractère lipidique est capable d’extraire et de solubiliser les phtalates qui sont administrés au patient en même temps que le médicament.

→ È il caso del propofol, dell'amiodarone e della nutrizione parenterale.

Ftalati

Quel est leur impact sur la Santé ?

Allergies

Maladies métaboliques : diabète, dysthyroïdies, obésité)

Cancers: hormono-dépendants (sein, ovaires, prostate), vagin, utérus, lymphomes, thyroïde

Troubles reproduction et du développement : infertilité, FCS, altération croissance fœtale, malformations génitales, cryptorchidie, pubertés précoces

Atteintes du système nerveux : maladies neurodégénératives, Parkinson, atteinte des fonctions cognitives ou du neuro-développement, déficit de l'attention/hyperactivité, autisme

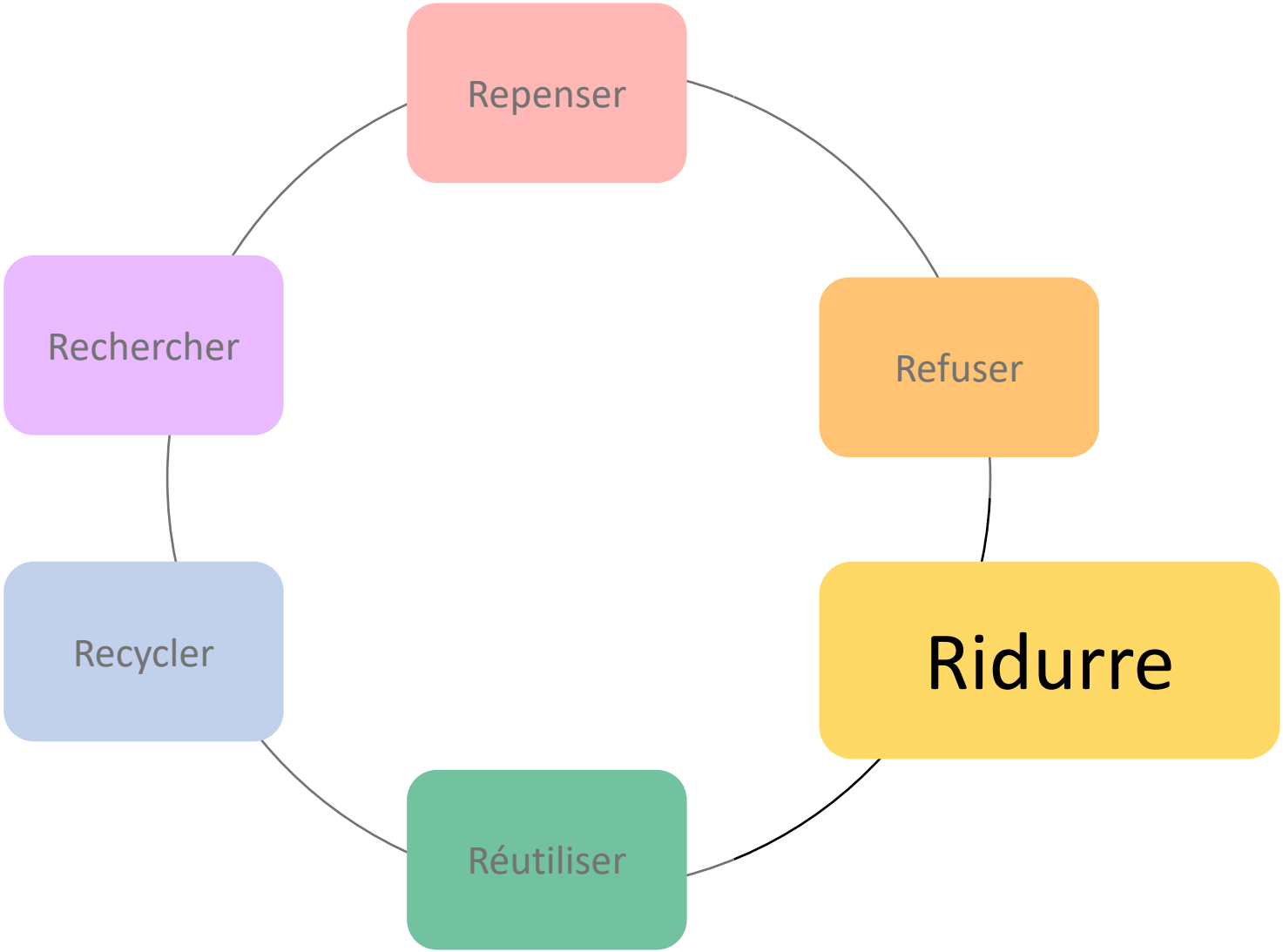
Tableau 1 : Inventaire des consommables (suite)

	Classe de matériau	Composant(s)	Quantité	Masse unitaire (g)	Masse totale (g)
Matériel de perfusion et d'injection (suite)					
Seringue 10 mL	Plastique	Polypropylène, élastomère thermoplastique	3	9	27
Seringue 20 mL	Plastique	Polypropylène, élastomère thermoplastique	2	13	26
Cathéter intraveineux	Métal	Acier inoxydable 18/8	1	9	9
Aiguille creuse G18/G20	Métal	Acier inoxydable 18/8	10	1,5	15
Perfuseur d'anesthésie	Plastique	PVC, HDPE, ABS	1	45	45
Prolongateur de perfusion	Plastique	PVC, HDPE	1	14	14
Pansement transparent adhésif	Plastique	Polyuréthane	2	12	24
Matériel de contrôle des voies aériennes et de ventilation mécanique					
Piège à eau pour analyseur de gaz	Plastique	Polypropylène, PTFE, silicone	1	17	17
Ligne de prélèvement CO2	Plastique	PVC, LDPE, ABS	1	21	21
Circuit patient adulte	Plastique	PVC, polypropylène	1	616	616
Filtre mécanique antimicrobien	Plastique	Polypropylène	1	50	50
Masque facial étanche	Plastique	PVC	1	52	52
Masque moyenne concentration	Plastique	PVC	1	68	68
Canule de Guédel	Plastique	Polypropylène, LDPE, élastomère thermoplastique	1	12	12
Sonde d'intubation armée	Plastique	Polytéréphtalate d'éthylène	1	52	52
Mandrin de sonde d'intubation	Métal	Aluminium primaire	1	15	15
Lame d'intubation à usage unique	Métal	Acier inoxydable 18/8	1	57	57
Lame d'intubation à usage unique	Plastique	Styrène acrylonitrile	1	32	32
Sonde d'aspiration	Plastique	HDPE	1	12	12
Poche d'aspiration à usage unique	Plastique	Polypropylène, HDPE	1	14	14
Divers					
Haricot à usage unique	Papier	Fibre recyclée, couche unique	1	18	18
Plateau à usage unique	Papier	Fibre recyclée, couche unique	2	20	40
Dossier d'anesthésie	Carton	Contenant du bois, surcalandré	1	109	109
Feuilles de prescription	Papier	Sans bois, sans revêtement	1	5	5
Électrode de surface	Métal	Argent	3	7	21
Sac-poubelle noir	Plastique	LDPE	1	21	21
Sac-poubelle jaune	Plastique	LDPE	1	27	27

Abréviations : PVC = polychlorure de vinyle ; LDPE = polyéthylène de basse densité ; DINCH = hexahydrophtalate de diisononyle ; ABS = acrylonitrile butadiène styrène ; HDPE = polyéthylène de haute densité ; PTFE = polytétrafluoroéthylène

Altri dispositivi contenenti ftalati

- Camera impiantabile
- Circuito CEC
- Maschera laringea
- Circuito per emodialisi
- Occhiali per ossigeno
- Sacche per nutrizione enterale o parenterale
- Maschera per anestesia
- Circuiti di ossigenazione a membrana
- Tubi di intubazione
- Estensori
- Tubi di perfusione
- Sonda termica
- Catetere di Foley
- Drenaggio in silicone


Repenser
Refuser
Ridurre
Réutiliser
Recycler
Rechercher

Riduzione delle attrezzature e dei farmaci

Utilizziamo un gran numero di materiali e farmaci, la maggior parte dei quali sono monouso:

- Kit: epidurale, anestesia spinale, linea centrale, medicazioni
- vassoi per anestesia e farmaci
- infusione
- Linea venosa periferica
- ecc.

I materiali sprecati rappresentano il 13% del costo totale delle forniture chirurgiche.

Il ricondizionamento di uno strumento varia da 0,45 a 2,50 euro.

L'87% degli strumenti chirurgici viene usato raramente o gettato via durante un'operazione.

La sensibilizzazione degli assistenti riduce lo spreco di apparecchiature anestetiche monouso dal 54 al 63%.

Materiali e farmaci

Il 20-50% dei farmaci anestetici preparati rimane inutilizzato.

→ Il propofol non utilizzato rappresenta fino al 45% dei farmaci scartati.

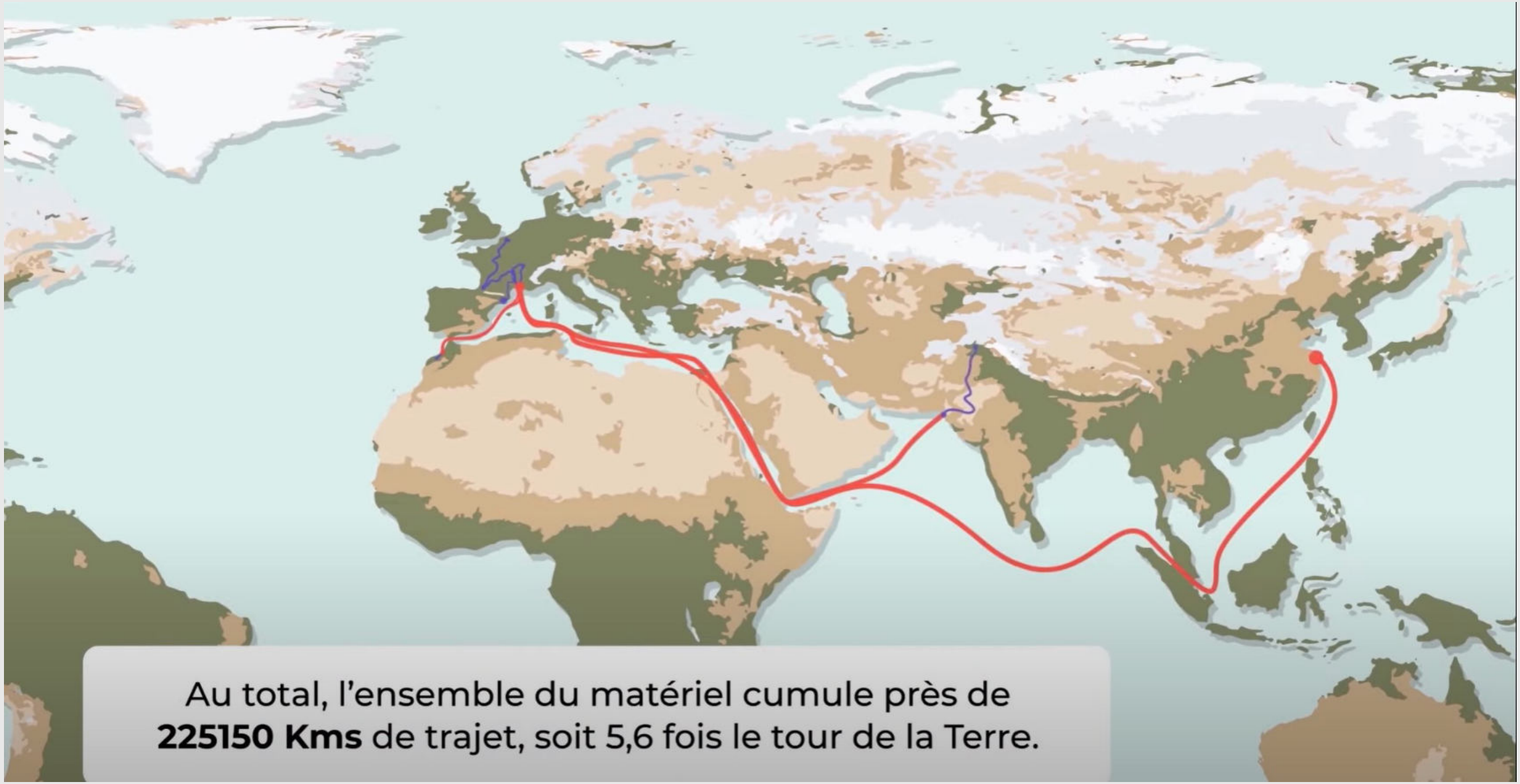
→ Efedrina, fenilefrina, atropina, adrenalina e suxametonio sono i farmaci scartati più frequentemente.

→Molti farmaci anestetici fanno parte dell'elenco dei farmaci di maggiore interesse e sono attualmente in difficoltà di approvvigionamento.

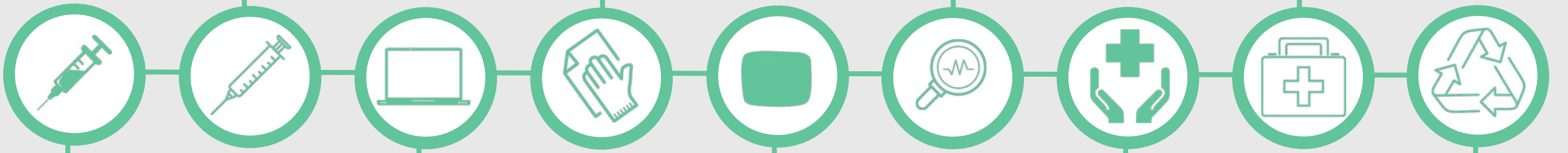
L'uso di farmaci in siringhe pre-riempite porta a :

- Risparmio di tempo
- Un vantaggio finanziario
- Nessun impatto sulla qualità e sulla sicurezza delle cure
- Migliore diluizione e sterilità del farmaco

Trasporto di attrezzature oftalmologiche per la chirurgia AMD - Gabin MOMAL



Limitare i rifiuti



1- Preparare attrezzature e farmaci su richiesta

2- Incoraggiare l'uso di farmaci in siringhe pre-riempite.

3- Incoraggiare la lettura in formato digitale piuttosto che su carta (ECG, test biologici, radiografie, ecc.).

4- Sostituire il circuito di ventilazione una volta alla settimana

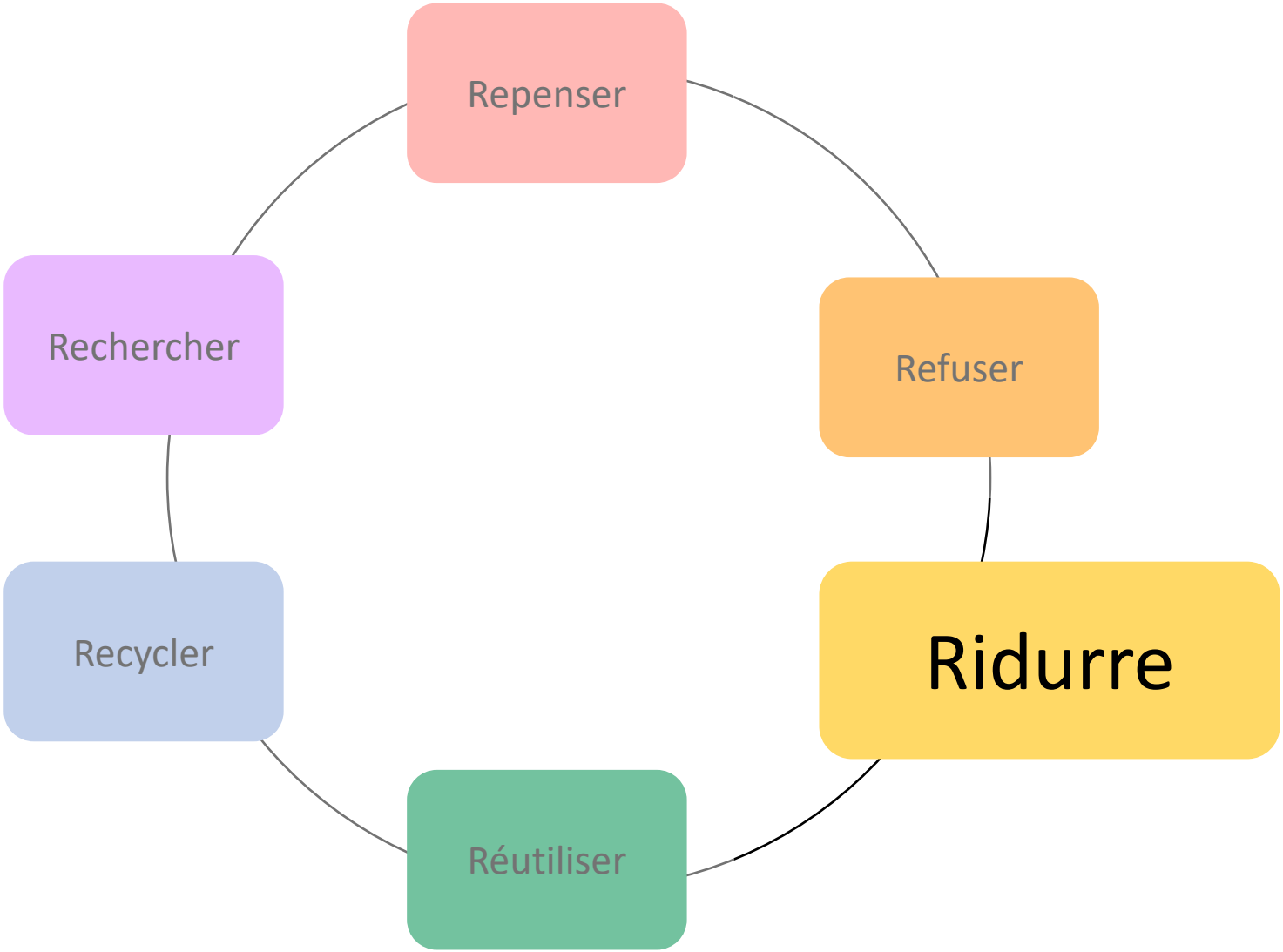
5- Razionalizzare l'uso di impacchi sterili e introdurre l'acquisto di impacchi non sterili.

6- Monitoraggio della profondità dell'anestesia durante l'anestesia totale per via endovenosa

7- Mettere in pratica il principio del riciclo: utilizzare le attrezzature usate per la simulazione, inviare attrezzature funzionanti in missioni umanitarie

8- Rivedere la composizione del kit e limitare gli articoli non necessari: infusione, linea venosa centrale, anestesia spinale, epidurale, ecc.

9- Favorire le attrezzature riutilizzabili


Repenser
Refuser
Ridurre
Réutiliser
Recycler
Rechercher

Spesa energetica

Sala operatoria

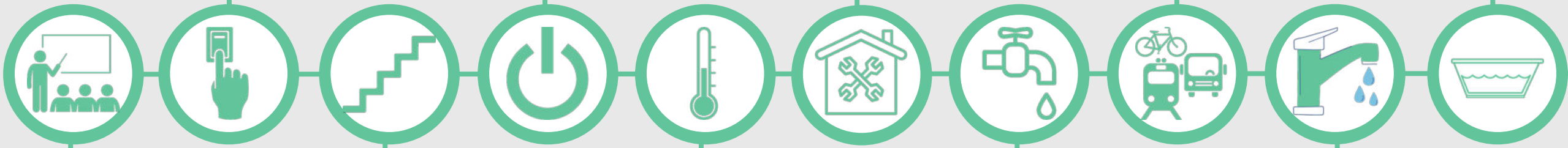
Il più grande consumatore di energia dell'ospedale in termini di riscaldamento, ventilazione e condizionamento.

20 e 40% del consumo energetico di una struttura sanitaria.

→ L'impostazione di una modalità "standby" nelle sale operatorie può far risparmiare fino al 60% di energia.

→ L'installazione e l'utilizzo di LED con i rilevatori può far risparmiare fino al 50% di energia.

Limitare l'impronta energetica



1- Formazione e informazione dei dipendenti sullo sviluppo sostenibile e loro sensibilizzazione: poster, cartelli, feedback regolari sulla redditività delle azioni.

2- Spegnere luci, computer, elettrodomestici e macchine.

3- Prendete le scale piuttosto che l'ascensore.

4- Utilizzo delle sale operatorie in modalità standby.

5- Limitare le variazioni di temperatura nei reparti, nelle stanze e nelle sale operatorie.

6- Fare appello al rinnovamento e all'innovazione e applicare scelte strategiche in termini di ambiente.

7- Chiudete i rubinetti e limitate l'uso dell'acqua.

8- Incoraggiare la mobilità dolce, il trasporto pubblico e il car sharing

9- Preferite l'acqua del rubinetto o le fontanelle d'acqua.

10- Ridurre il volume delle vasche di ammollo.

PER SAPERNE DI PIÙ

GREEN HOSPITAL | Schweizerischer Nationalfonds | 73 NRP Sustainable Economy National Research Programme

Projet | sondage d'opinion | éditions | Conférences et présentations

Green Hospital- Efficacité des ressources dans les hôpitaux suisses

Quels processus dans un hôpital sont particulièrement importants pour l'environnement et comment peuvent-ils être rendus plus rentables et respectueux de l'environnement ? Bien que le secteur de la santé soit le quatrième poste de consommation le plus important d'un point de vue environnemental (après l'alimentation, la mobilité et le logement), il n'existe pratiquement pas d'évaluations environnementales complètes.
Le projet «Green Hospitals: Environmental Impact Assessment, Resource Efficiency and Hands-On Applications» , qui a été sélectionné pour un financement par le Fonds national suisse (FNS) dans le cadre du programme national de recherche «Économie durable: économe en ressources, tournée vers l'avenir, innovante» (PNR 73), vise à combler cette lacune conclure.
L'équipe de recherche composée deLe groupe de recherche sur l'évaluation du cycle de vie de la Haute école spécialisée de Zurich (ZHAW) , de l' Institut d'études économiques de Bâle (IWSB) et de l' Institut Fraunhofer pour les flux de matériaux et la logistique (IML) examine les processus hospitaliers pertinents d'un point de vue environnemental, l'efficacité des hôpitaux d'un point de vue économique et écologique et comment les processus dans les hôpitaux peuvent être rendus plus économes en ressources. Des propositions concrètes de mise en œuvre sont élaborées et testées avec les hôpitaux partenaires.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

GREEN HOSPITAL

Ein Spital ist nachhaltig, wenn die Wirkung auf die Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft über den gesamten Lebenszyklus stetig optimiert wird.

↗ La définition suivante de la durabilité est utilisée pour le projet .

Article de couverture dans la revue «Nursing»

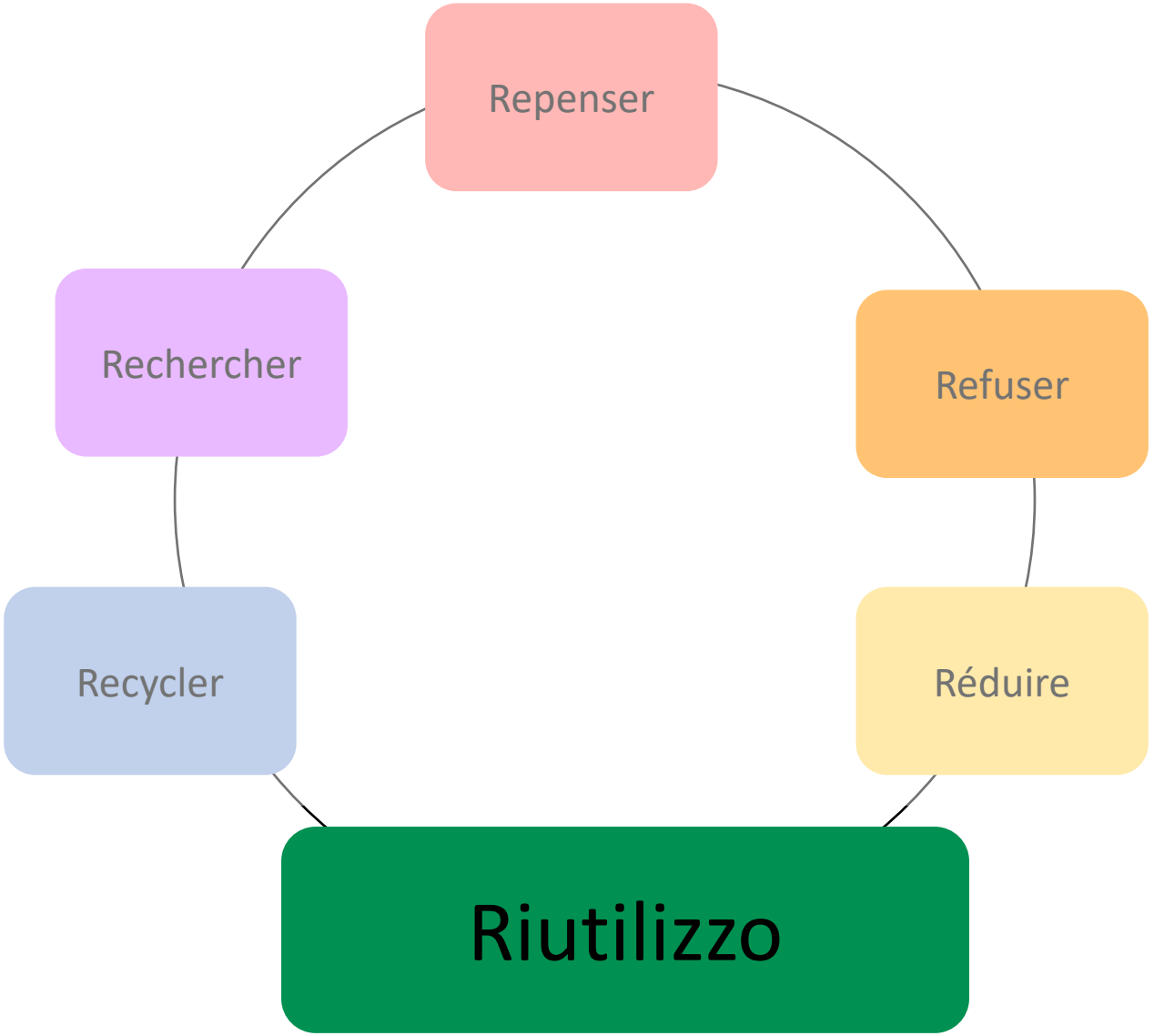
L'article lié au projet SNF peut être trouvé ici .

Interview sur le projet dans la Schweizerische Ärztezeitung (SÄZ)

La conversation avec le directeur de l'étude du «Green Hospital» Matthias Stucki peut être trouvée ici .

Comment les données (ACV) influencent-elles les hôpitaux ?

Entre autres, ils peuvent être utilisés comme argument pour la mise en œuvre de mesures de durabilité. Cette idée est apparue lors de l'échange lors de la réunion sur la durabilité des hôpitaux verts le 24 juin, où plus de 20 personnes ont partagé leurs connaissances sur la durabilité dans les soins de santé. Les mesures dans le domaine du gaspillage alimentaire, l'installation de bornes de recharge pour les voitures électriques et les vélos électriques et l'intérêt général des participants ont été cités comme les temps forts de l'année. Mais ce n'est pas tout! D'autres projets de développement durable passionnants sont prévus dans les hôpitaux, à savoir un cours de cuisine végétarienne, le développement d'une stratégie climatique et la mise en œuvre du pilote pour la zone 2000 Watt. Nous sommes ravis de tout cet engagement !


Repenser
Refuser
Réduire
Riutilizzo
Recycler
Rechercher

Politica di acquisto

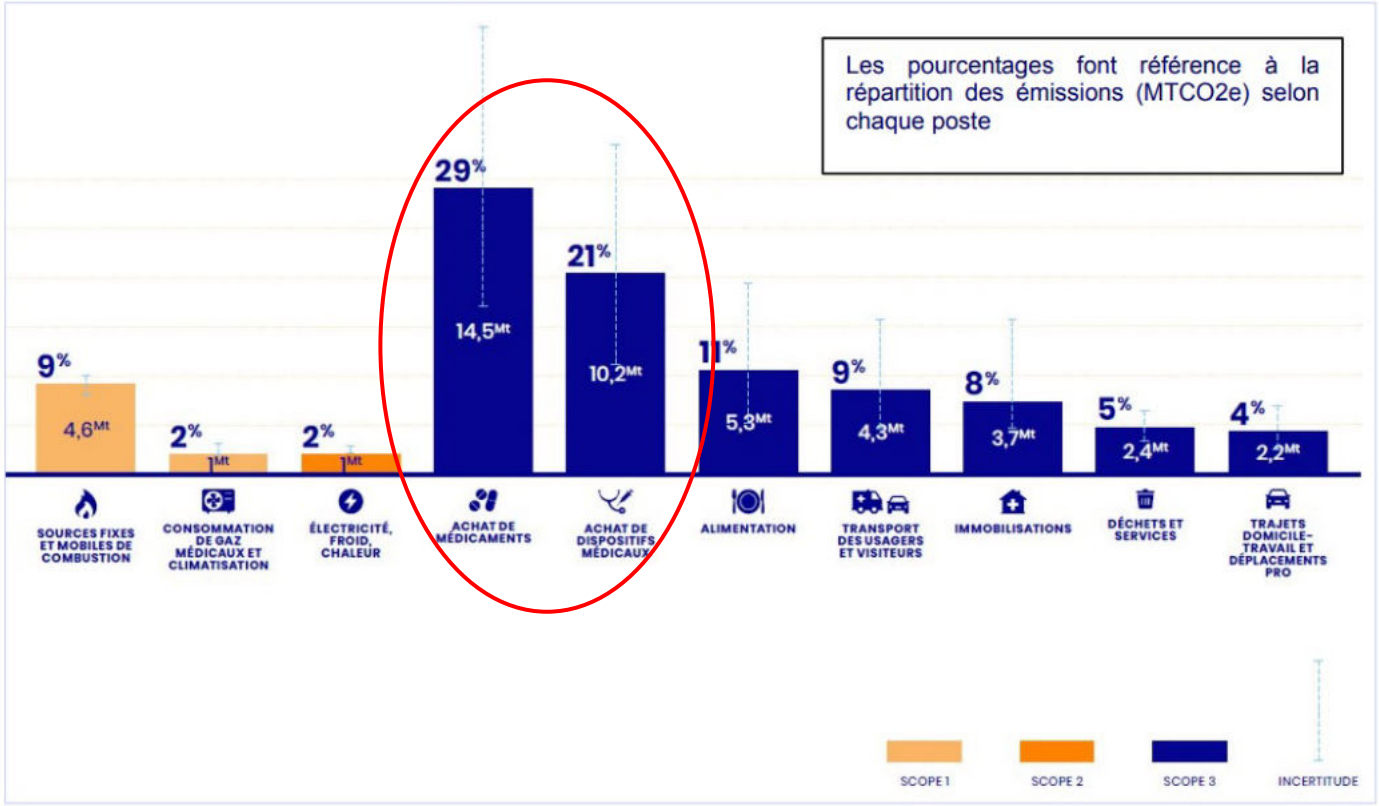


Figure 1 - Répartition des émissions de gaz à effet de serre du secteur de la santé (MtCO2e)
Source: calculs *The Shift Project* 2023

L'acquisto dei medicamenti e dei dispositivi medici rappresenta il 50% dell'impronta ambientale nel settore della salute

Una politica di acquisto responsabile

Rispetto per gli esseri umani

Proteggere l'ambiente

Ottimizzazione dei costi

Efficienza

Miglioramento della qualità

Esempio di politica di acquisto responsabile

Le lame per laringoscopio monouso in plastica generano una quantità di CO_2 da 5 a 6 volte superiore rispetto alle lame in acciaio riutilizzabili e sono notevolmente più costose.

Le maschere laringee riutilizzabili sono :

- 50% meno inquinante
- 95% meno cancerogeno
- 20% meno costoso

Le vaschette per anestesia monouso costano il doppio, producono il 15% in più di CO_2 e consumano tre volte più acqua.

Sono stati confrontati dispositivi per anestesia riutilizzabili e monouso:

1- L'uso di apparecchiature per l'anestesia monouso è sempre p costoso di quelle riutilizzabili.

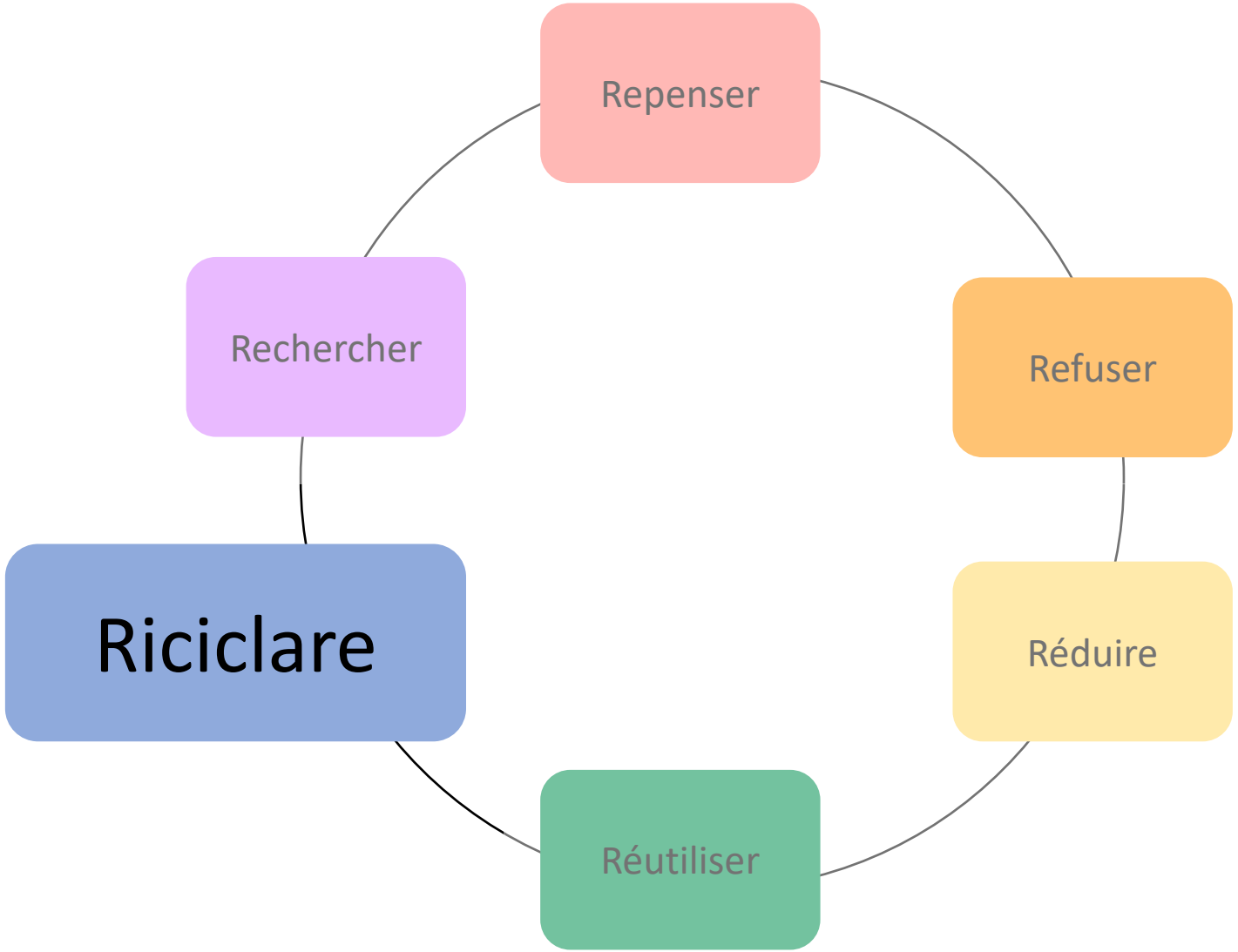
2- L'impatto ambientale dell'utilizzo di apparecchiature riutilizzabili è inferiore a quello delle apparecchiature monouso.

3- In Europa, dove la produzione di energia è prevalentemente rinnovabile (eolica, idroelettrica, nucleare), l'uso di dispositivi riutilizzabili ridurrebbe le emissioni di CO_2 dell'85%.

Reutilizzare

Messa a disposizione ai collaboratori di **materiale non utilizzato** per un’utilizzazione « privata ».

Per andare più lontano


Repenser
Refuser
Réduire
Réutiliser
Riciclare
Rechercher

Il riciclaggio

70% dei rifiuti gettati hanno un potenziale di riciclo.

Il riciclaggio porta ad una **riduzione delle emissioni di CO_2** e permette di **preservare le risorse naturali.**

Esistono più modalità di riciclaggio esistenti attuali: carta, cartone, plastica, vetro e metallo

Il riciclaggio permette una **riduzione dei costi.**

Il tasso ri riciclaggio attuale é **attorno al 1%.**

Riciclaggio

Il principali ostacoli al riciclaggio dei rifiuti in un blocco operatorio sono :

- il **manco di formazione** e di conoscenza dei prodotti riciclabili.
- I problemi di **manipolazione**, **di spazio, di ergonomia**, di **etichettaggio** e di **conoscenza** possono apportare

Esempio di un lavoro di ricerca

PROPOSTE D'AMILIORAMENTO

Messa in atto di una **valorizzazione**

- **Carte e cartoni**
- **Vetro medico**
- **Metallo**

- PET
- Acciaio inossidabile
- Alluminio
- Caoutchouc
- Carte
- Vetro medico
- Bio scarti
- Metallo prezioso: oro, platino, iridium

Per ogni anestesia générale:

1. **Diminuzione del 38%** della massa dei rifiuti
2. **Risparmio finanziario** del 0,43 CHF
3. **Risparmio ambientale** a 0,41 kg CO_2

LE TRI DES DÉCHETS AU BLOC OPÉRATOIRE

Vous êtes **responsables** des déchets générés par vos activités de soins. En tant que professionnel de santé, il vous appartient d'évaluer le **potentiel infectieux** du déchet d'activités de soins pour **l'orienter vers la bonne filière.**

DÉCHETS SIMILAIRES AUX ORDURES MÉNAGÈRES

Tout déchet sans risques infectieux comme :

- Déchets peu souillés de sang et peu contaminés,
- Protections usagées,
- Seringues,
- Tubulures de perfusion,
- Gants,
- Masques buccaux,
- Blouse stérile,
- Compresses peu souillées.

DÉCHETS MÉDICAUX

- Récipients remplis de sang ou de produits sanguins,
- Échantillons de sang,
- « cell-saver » non entièrement vidés,
- Flacons de Redon remplis,
- Pansements, pipettes et corps de seringues très fortement souillés de sang ou contaminés par d'autres liquides organiques et d'autres matériaux,
- Déchets très fortement souillés (imbibés ou dégoulinant de sang).
- Tous les déchets d'un patient ayant une infection avérée.

PAPIERS ET CARTONS

- Cartons,
- Papiers non confidentiels,
- Notices,
- Emballages papiers.

VERRE

- Flacons en verre vides.

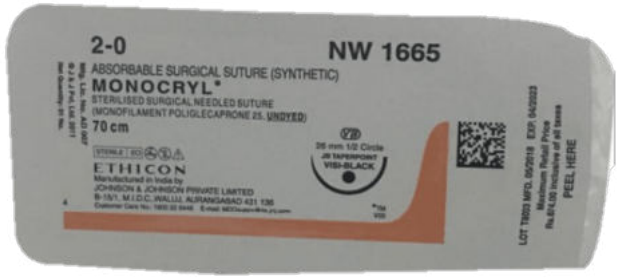
MÉTAUX

- Lame d'intubation cassée,
- Câble de bistouri électrique,
- Emballage de fil de suture,
- Opercule de médicaments.

**Liste non-exhaustive*

Rudy Ferré, Service d'anesthésiologie

Percorso di valorizzazione: alluminio



Percorso di valorizzazione: carte

Percorso di valorizzazione: vetro

Percorso di valorizzazione: plastica

Tutte le **plastiche** sono **« potenzialmente » reciclate** ma il percorso di valorizzazione specifico non esiste.

Zoom sulle termoplastiche

Plastiche che possono essere valorizzate:

- 02 PE-HD — Politilene di alta intensità (PEHD)
- 04 PE-LD — Politilene di bassa intensità (PEBD)
- 03 PVC — Polychlorure de vinyle (PVC)
- 5 PP — Poliprolene (PP)
- 01 PET — Polytéréphtalate d'éthylène (PET)

Flaconi

Tappi delle linee di perfusione e delle perfusioni

Kit e siringhe

Percorso di valorizzazione: metalli

Inox

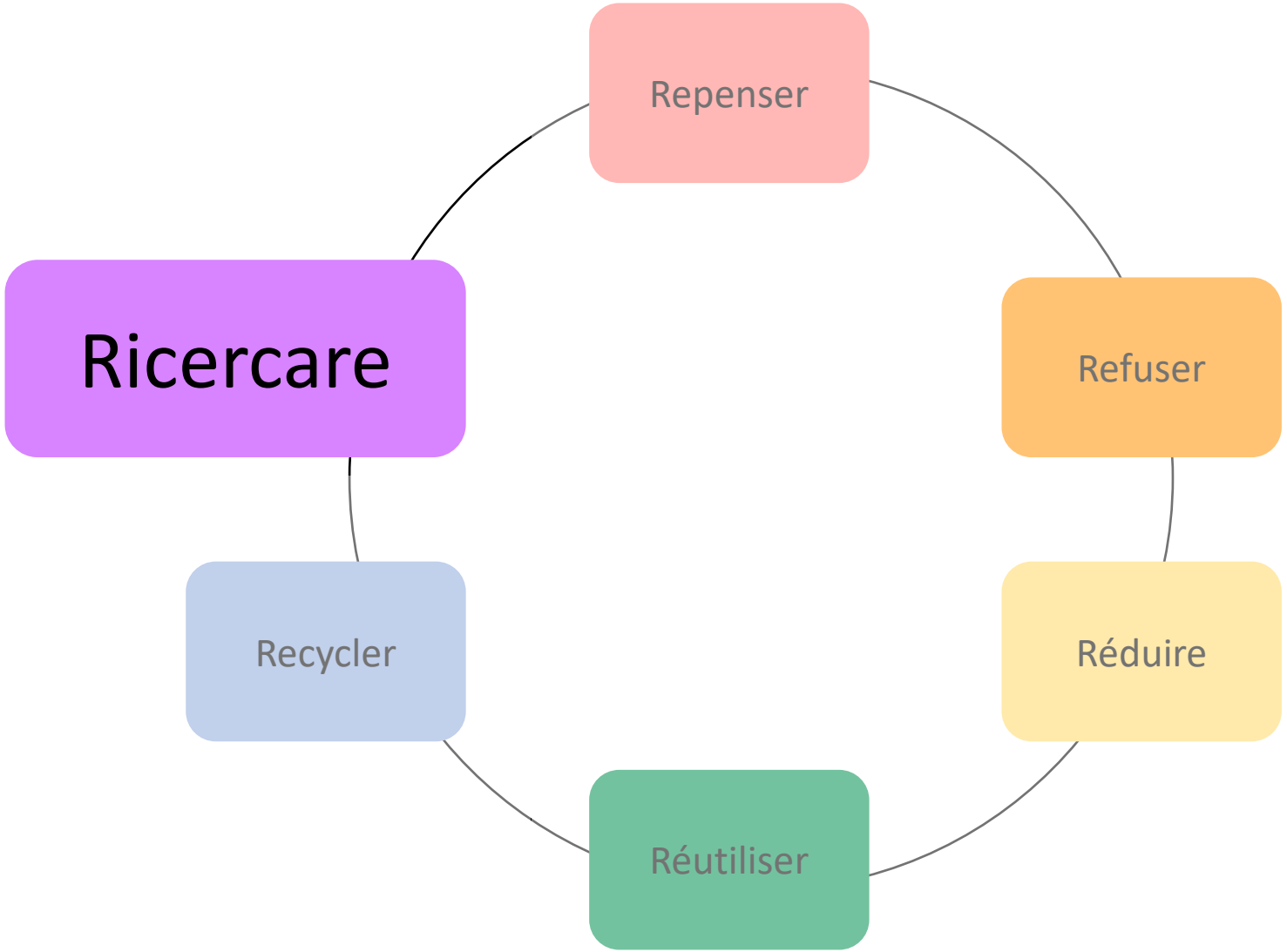
Lame laringoscopi ed utensili chirurgici

Cuoio

Cavi dei bisturi elettrici

Metalli preziosi

Pacemaker, sonde de cateterismo cardiaco, protesi ortopediche (Oro, Titano e platino)


Repenser
Refuser
Réduire
Réutiliser
Recycler
Ricercare

Ricercare per definire l'ospedale di domani

- Il **cambio climatico** e i **problemi d'ambiente** devono essere **integrati nella gestione moderna delle cure di salute.**

- Linsegnamento deve cambiare radicalmente per **rispondere alle nuove esigente che accompagnano il cambiamento climatico.**

- **I team d'anestesia devono essere una forza motore** in ciò che concer e le determinati di durabilità, il cambiamento climatico, l'impatto e la sensibilità all'ambiente, la fiducia nel futuro, la responsabilità e la volontà del cambiamento.

- I curanti hanno un **ruolo essenziale** per fare progredire gli obiettivi di sviluppo durabile in tutto il mondo garantendo un servizio della salute appropriato e corretto.

- È importante approfondire le ricerche nello sviluppo dell'ambiente

- La ricerca medica e paramedica é la chiave per avere un sistema della salute rispettoso dell'ambiente e della salute stessa.

Per raggiungere gli obiettivi :

Un organizzazione strutturata

la motivazione

Modificare i comportamenti collettivi

Questi punti permettono di far cambiare le cose…

Osservando più lontano

Osservando più lontano

Grazie per la vostra attenzione!

Bibliografia

- *Pour un Réveil Écologique - 10 POINTS CLÉS (GIEC, AR6 WG 1, 2 & 3)*
- *Hervé Kempf - Climat : de la prise de conscience à la conscience politique- Reporterre-Sept 2019*
- Rapport Brundtland « Notre avenir à tous » en 1987 - Commission mondiale sur l'environnement et le développement
- ONU – Objectifs de Développement Durable
- *Health Care Without Harm - Série Climate-Smart Healthcare - Rapport vert numéro un - Créé en collaboration avec Arup - Septembre 2019 - L'empreinte climatique du secteur de la santé : Comment le secteur de la santé participe à la crise climatique mondiale et les possibilités d'action*
- Francis Vergunst, Helen L Berry, Jorun Rugkåsa, Tom Burns, Andrew Molodynski, Daniel L Maughan - Applying the triple bottom line of sustainability to healthcare research—a feasibility study - International Journal for Quality in Health Care, Volume 32, Issue 1, February 2020, Pages 48–53
- Health Care Without Harm - Série Climate-Smart Healthcare - Rapport vert numéro un - Créé en collaboration avec Arup - Septembre 2019 - L'empreinte climatique du secteur de la santé : Comment le secteur de la santé participe à la crise climatique mondiale et les possibilités d'action
- Zygourakis CC, Yoon S, Valencia V, Boscardin C, Moriates C, Gonzales R, Lawton MT. Operating room waste: disposable supply utilization in neurosurgical procedures. J Neurosurg. 2017 Feb;126(2):620-625.
- Société française d'anesthésie-réanimation, Comité pour le développement durable en santé. Guide pratique Développement durable au bloc opératoire. Enjeux, bonnes pratiques, règlementation. https://sfar.org/download/guide-pratique-sfar-du-developpement-durable-aubloc-operatoire/?wpdmdl=31475&refresh=614c291bb0d7d1632381211/.
- Denny NA, Guyer JM, Schroeder DR, Marienau MS. Operating Room Waste Reduction. AANA J. 2019 Dec;87(6):477-482
- Kaniyil S, Krishnadas A, Parathody AK, et al. Financial implications of intravenous anesthetic drug wastage in operation room, Anesth Essays Res 2017;11:304-308
- Chaudhary K, Garg R, Bhalotra A, et al. Anesthetic drug wastage in the operation room : a cause for concern. J Anaesthesiol Clin Pharmacol 2012;28:56-61
- Barbariol F, Deana C, Lucchese F, Cataldi G, Bassi F, Bove T, et al. Evaluation of Drug Wastage in the Operating Rooms and Intensive Care Units of a Regional Health Service. Anesth Analg 2021;132:1450–6. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005457.
- Driver RP, Jr., Snyder IS, North FP, Fife TJ. Sterility of anesthetic and resuscitative drug syringes used in the obstetric operating room. Anesth Analg 1998; 86: 994-7.
- Rueangchira-Urai R, Rujirojindakul P, Geater AF,2 and McNeil E. Turk J Anaesthesiol Reanim. 2017 Feb; 45(1): 47–52. https://doi:10.5152/TJAR.2017.21703
- Crégut-Corbaton J, Malbranche C, Guignard M-H, Fagnoni P. [Economic impact of strategies using ephedrine prefilled syringes]. Ann Fr Anesth Reanim 2013;32:760–5. https://doi.org/10.1016/j.annfar.2013.06.019
- Mankes RF. Propofol wastage in anesthesia. Anesth Analg 2012;114:1091–2. https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824ea491.

- Atcheson CLH, Spivack J, Williams R, Bryson EO. Preventable drug waste among anesthesia providers: opportunities for efficiency. J Clin Anesth 2016;30:24–32. https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.12.005.
- Barbariol F, Deana C, Lucchese F, Cataldi G, Bassi F, Bove T, et al. Evaluation of Drug Wastage in the Operating Rooms and Intensive Care Units of a Regional Health Service. Anesth Analg 2021;132:1450–6. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005457.
- Source : Rinehardt EK, Sivarajan M. Costs and wastes in anesthesia care. Curr Opin Anaesthesiol 2012;25:221–5. https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32834f00ec
- Ryan S, Sherman J. Sustainable Anesthesia. Anesth Analg 2012 ; 114: 921-3
- *MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. Lancet Planet Health 2017;1:e381–8. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30162-6.*
- *Zuegge KL, Bunsen SK, Volz LM, Stromich AK, Ward RC, King AR, et al. Provider Education and Vaporizer Labeling Lead to Reduced Anesthetic Agent Purchasing With Cost Savings and Reduced Greenhouse Gas Emissions. Anesth Analg 2019;128:e97–9. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003771.*
- *Thiel CL, Woods NC, Bilec MM. Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Laparoscopic Surgery. Am J Public Health 2018;108:S158–64. https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304397.*
- Sulbaek Andersen M, Nielsen O, Wallington T, Karpichev B, Sander S. Assessing the Impact on Global Climate from General Anesthetic Gases. Anesth Analg 2012; 114: 1081-5.
- Sherman J, Le C, Lamers V, Eckelman M. Life cycle greenhouse gas emissions of anesthetic drugs. Anesth Analg 2012;114:1086–90. https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824f6940.
- Sherman J, Ryan S. Ecological responsibility in anesthesia practice. Int Anesthesiol Clin 2010 ; 48:139-51
- Sulbaek Andersen MP, Nielsen OJ, Karpichev B, Wallington TJ, Sander SP. Atmospheric chemistry of isoflurane, desflurane, and sevoflurane: kinetics and mechanisms of reactions with chlorine atoms and OH radicals and global warming potentials. J Phys Chem A 2012;116:5806–20. https://doi.org/10.1021/jp2077598.
- Sulbaek Andersen MP, Sander SP, Nielsen OJ, Wagner DS, Sanford TJ, Wallington TJ. Inhalation anaesthetics and climate change. Br J Anaesth 2010;105:760–6. https://doi.org/10.1093/bja/aeq259.
- Sulbaek Andersen M, Nielsen O, Wallington T, Karpichev B, Sander S. Assessing the Impact on Global Climate from General Anesthetic Gases. Anesth Analg 2012 ; 114 : 1081-5.
- Health carès climate footprint: Report findings and opportunities for action. HCWH sept. 2019. https://noharmglobal.org/sites/default/files/documentsfiles/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf
- Sherman J, Le C, Lamers V, Eckelman M. Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Anesthetic Drugs. Anesth Analg 2012 ;114: 1086-90
- Seglenieks R, Wong A, Pearson F, McGain F. Discrepancy between procurement and clinical use of nitrous oxide: waste not, want not. Br J Anaesth 2022;128:e32–4. https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.10.021.
- Ryan SM, Nielsen CJ. Global warming potential of inhaled anesthetics: application to clinical use. Anesth Analg. 2010 Jul;111(1):92-8. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181e058d7. Epub 2010 Jun 2. PMID: 20519425. n.d.
- Meyer MJ. Desflurane Should Des-appear: Global and Financial Rationale. Anesth Analg. 2020 Oct;131(4):1317-1322. doi: 10.1213/ANE.0000000000005102. PMID: 32925355. n.d.

- Varughese S, Ahmed R. Environmental and Occupational Considerations of Anesthesia: A Narrative Review and Update. Anesth Analg. 2021 Oct 1;133(4):826-835. doi: 10.1213/ANE.0000000000005504. PMID: 33857027; PMCID: PMC8415729. n.d.
- Tay S, Weinberg L, Peyton P, Story D, Briedis J. Financial and environmental costs of manual versus automated control of endtidal gas concentrations. Anaesth Intensive Care. 2013 Jan;41(1):95-101. doi: 10.1177/0310057X1304100116. PMID: 23362897. n.d.
- Özelsel T, Kim SH, Rashiq S, Tsui BC. A closed-circuit anesthesia ventilator facilitates significant reduction in sevoflurane consumption in clinical practice. Can J Anaesth. 2015 Dec;62(12):1348-9. doi: 10.1007/s12630-015-0478-9. Epub 2015 Sep 11. PMID: 26362798. n.d.
- Epstein RH, Dexter F, Maguire DP, Agarwalla NK, Gratch DM. Economic and Environmental Considerations During Low Fresh Gas Flow Volatile Agent Administration After Change to a Nonreactive Carbon Dioxide Absorbent. Anesth Analg. 2016 Apr;122(4):996-1006. doi: 10.1213/ANE.0000000000001124. PMID: 26735317. n.d.
- Meyer MJ. Desflurane Should Des-appear: Global and Financial Rationale. Anesth Analg. 2020 Oct;131(4):1317-1322. doi: 10.1213/ANE.0000000000005102. PMID: 32925355. n.d.
- Ong Sio LCL, Dela Cruz RGC, Bautista AF. Sevoflurane and renal function: a meta-analysis of randomized trials. Med Gas Res. 2017 Oct 17;7(3):186-193. doi: 10.4103/2045-9912.215748. PMID: 29152212; PMCID: PMC5674657. n.d.
- Baker AB. Low flow and closed circuits. Anaesth Intensive Care. 1994 Aug;22(4):341-2. doi: 10.1177/0310057X9402200402. PMID: 7978192. n.d.
- Liu SS. Effects of Bispectral Index monitoring on ambulatory anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials and a cost analysis. Anesthesiology 2004;101:311–5. https://doi.org/10.1097/00000542-200408000-00010.
- Poon Y-Y, Chang H-C, Chiang M-H, Hung K-C, Lu H-F, Wang C-H, et al. “A real-world evidence” in reduction of volatile anesthetics by BIS-guided anesthesia. Sci Rep 2020;10:11245. https://doi.org/10.1038/s41598-020-68193-x.
- El Hor T, Van Der Linden P, De Hert S, Mélot C, Bidgoli J. Impact of Entropy Monitoring on Volatile Anesthetic Uptake. Anesthesiology 2013;118:868–73. https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182850c36
- Bocskai T, Loibl C, Vamos Z, Woth G, Molnar T, Bogar L, et al. Cost-effectiveness of anesthesia maintained with sevoflurane or propofol with and without additional monitoring: a prospective,
- Shepherd J, Jones J, Frampton G, Bryant J, Baxter L, Cooper K. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of depth of anaesthesia monitoring (E-Entropy, Bispectral Index and Narcotrend): a systematic review and economic evaluation. Health Technol Assess 2013;17.
- Hu X, Pierce JT, Taylor T, Morrissey K. The carbon footprint of general anaesthetics: A case study in the UK. Resources, Conservation and Recycling 2021;167:105411. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105411.
- Sherman JD, Barrick B. Total Intravenous Anesthetic Versus Inhaled Anesthetic: Pick Your Poison. Anesth Analg 2019;128:13–5. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003898.
- Barbariol F, Deana C, Lucchese F, Cataldi G, Bassi F, Bove T, et al. Evaluation of Drug Wastage in the Operating Rooms and Intensive Care Units of a Regional Health Service. Anesth Analg 2021;132:1450–6. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005457.
- Petre M-A, Malherbe S. Environmentally sustainable perioperative medicine: simple strategies for anesthetic practice. Can J Anaesth 2020;67:1044–63. https://doi.org/10.1007/s12630-020-01726-0.

- Vollmer MK, Rhee TS, Rigby M, Hofstetter D, Hill M, Schoenenberger F, et al. Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere. Geophysical Research Letters 2015;42:1606–11. https://doi.org/10.1002/2014GL062785.
- McGain F, Muret J, Lawson C, Sherman JD. Environmental sustainability in anaesthesia and critical care. Br J Anaesth 2020;125:680–92. https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.055.
- MacNeill AJ, Lillywhite R, Brown CJ. The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. Lancet Planet Health 2017;1:e381–8. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30162-6.
- Thiel CL, Eckelman M, Guido R, Huddleston M, Landis AE, Sherman J, et al. Environmental impacts of surgical procedures: life cycle assessment of hysterectomy in the United States. Environ Sci Technol 2015;49:1779–86. https://doi.org/10.1021/es504719g.
- Groupe d'étude des marchés/ produits de santé, Guide pour des achats durables appliqués aux produits de santé, ministère de l'Économie et des Finances, mars 2013
- 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;127:434–43. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002683.
- Wat LI, Brimacombe JR, Gee S. Laryngeal mask airway longevity and pilot-balloon failure. J Clin Anesth 1997;9:432. https://doi.org/10.1016/s0952-8180(97)00076-7.
- Biro P. Damage to laryngeal masks during sterilization. Anesth Analg 1993;77:1079. https://doi.org/10.1213/00000539-
- Jones BL, Gorman LJ, Simpson J, Curran ET, McNamee S, Lucas C, et al. An outbreak of Serratia marcescens in two neonatal intensive care units. Journal of Hospital Infection 2000;46:314–9. https://doi.org/10.1053/jhin.2000.0837.
- 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. https://doi.org/10.1093/bja/aex098.
- Eckelman M, Mosher M, Gonzalez A, Sherman J. Comparative life cycle assessment of disposable and reusable laryngeal mask airways. Anesth Analg 2012;114:1067–72. https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824f6959

- 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. https://doi.org/10.1093/bja/aex098.

- 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;38:538–44. https://doi.org/10.1177/0310057X1003800320.
- Chan MTV, Hedrick TL, Egan TD, García PS, Koch S, Purdon PL, et al. American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on the Role of Neuromonitoring in Perioperative Outcomes: Electroencephalography. Anesthesia & Analgesia 2020;130:1278–91. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004502.
- Lewis SR, Pritchard MW, Fawcett LJ, Punjasawadwong Y. Bispectral index for improving intraoperative awareness and early postoperative recovery in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews 2019. https://doi.org/10.1002/14651858.CD003843.pub4.
- Décret n° 2016-288 du 10 mars 2016 portant diverses dispositions d'adaptation et de simplification dans le domaine de la prévention et de la gestion des déchets. 2016.

- Lewis SR, Pritchard MW, Fawcett LJ, Punjasawadwong Y. Bispectral index for improving intraoperative awareness and early postoperative recovery in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews 2019. https://doi.org/10.1002/14651858.CD003843.pub4.
- Chan MTV, Hedrick TL, Egan TD, García PS, Koch S, Purdon PL, et al. American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on the Role of Neuromonitoring in Perioperative Outcomes: Electroencephalography. Anesthesia & Analgesia 2020;130:1278–91. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004502.
- Babu MA, Dalenberg AK, Goodsell G, Holloway AB, Belau MM, Link MJ. Greening the Operating Room: Results of a Scalable Initiative to Reduce Waste and Recover Supply Costs. Neurosurgery 2019;85:432–7. https://doi.org/10.1093/neuros/nyy275.