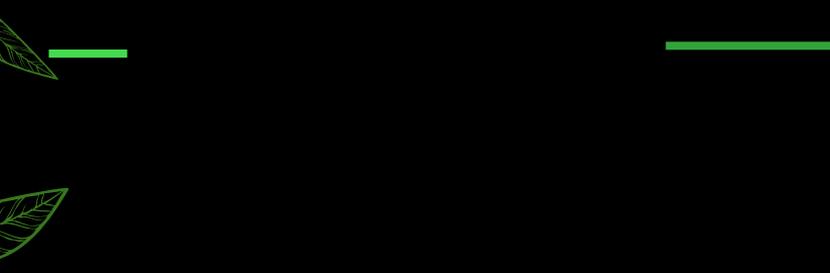


# La Radiologie Interventionnelle en vert... *L'urgence de l'innovation frugale*



Dr NEROT Alexandre  
alexandre@nerot.net  
FIRE - Novembre 2023





AVANT PROPOS

# Le constat carbone

... mais surtout le reste de la consommation.



## INTRODUCTION

# La barre des 1,5°celsius

L' Accord de Paris fixe la limite de la hausse de la température globale à "**bien moins de 2°C**" d'ici 2100 et enjoint les États à poursuivre les efforts en direction des +1,5 °C.

COP21 • CMP11

PARIS 2015

UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

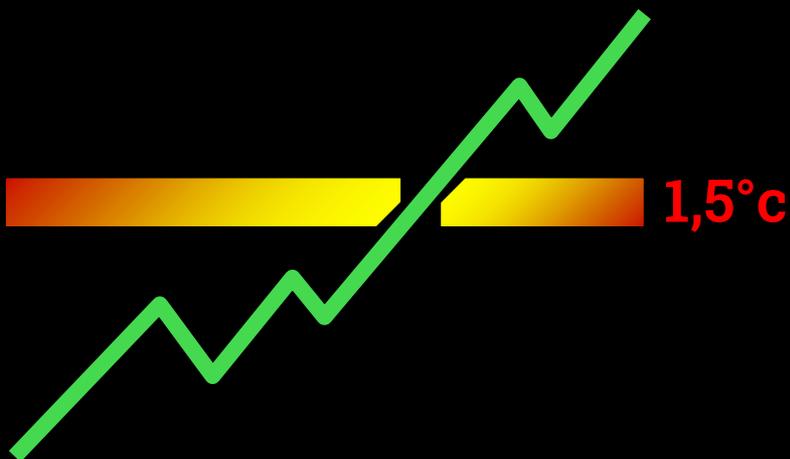
## INTRODUCTION

# La barre des 1,5°celsius



## INTRODUCTION

# La barre des 1,5° celsius



Avec plus de 21,3 degrés de moyenne depuis le 1er septembre, nous sommes à ... **3,6 degrés supplémentaires** par rapport à la moyenne des relevés (septembre 2023, France).

Et **1,75°C** (sept 2023, monde)

La RADIOLOGIE :

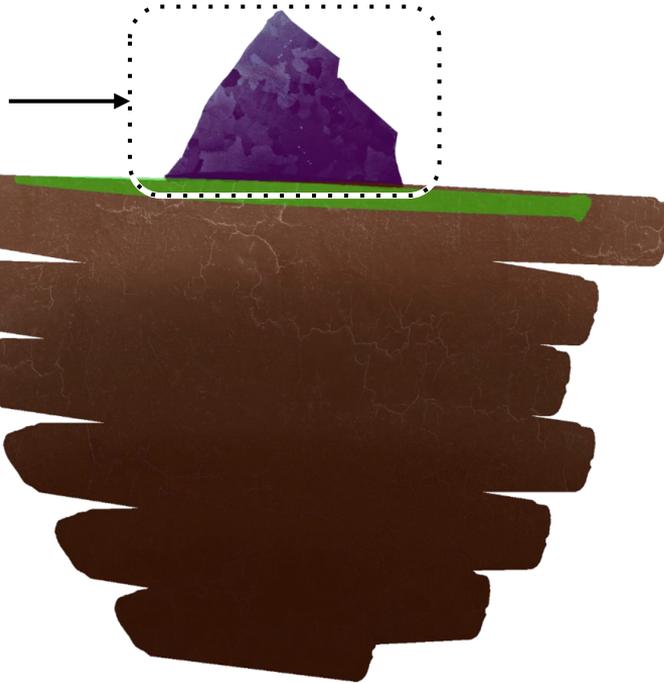
# 1% des GES

La santé représente 10% environ des GES d'un pays.

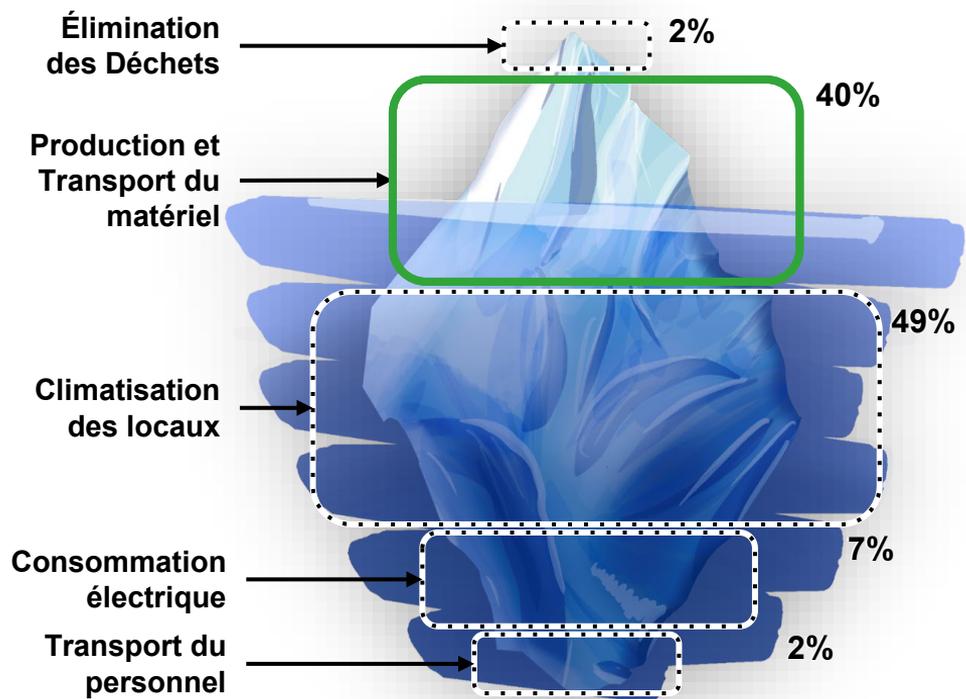
Pour comparaison le numérique 6% et l'aviation 8%.

Picano E. Environmental sustainability of  
medical imaging. Acta Cardiol.  
22 nov 2021;76(10):1124-8.

Déchets  
médicaux



“An audit of 17 procedures in an interventional radiology suite found an average of 8 kg of waste per case with the greatest waste burden coming from coiling (13.1 kg) and embolization (10.3 kg) cases”



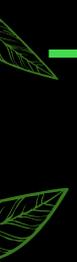
# Plan A

Limiter la hausse de température globale à "bien moins de 2°C" d'ici  
2100

**2023 - 2015 = 8 ans**

Nous avons dépassé en 8 ans une limite prévue pour dans 85 ans !

---

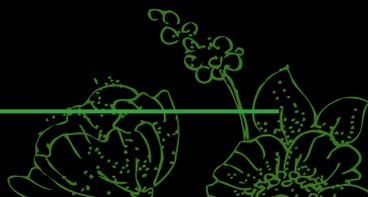


# Plan B

Quel est le plan B ?

Passage au tout électrique ?

---

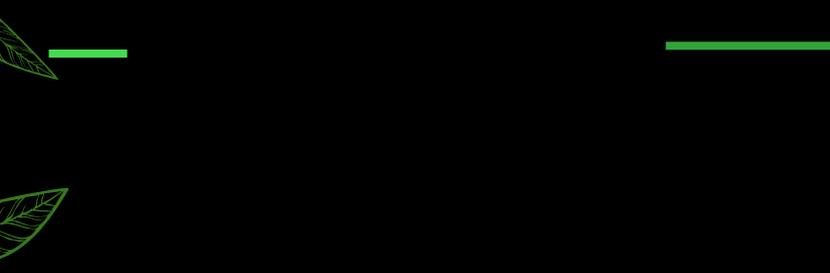




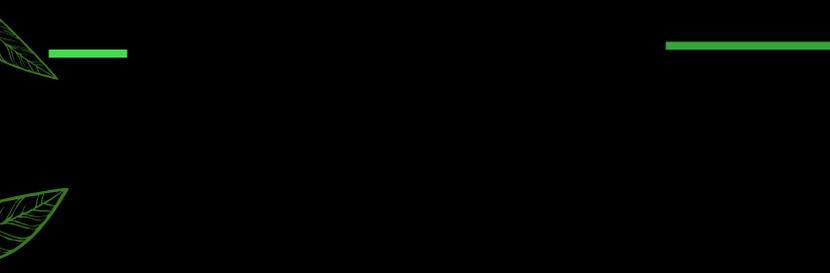
**“La quantité totale de métaux à produire [...] pour les 35 prochaines années [...] serait équivalente à la quantité totale [cumulée...] de métaux produite depuis l'antiquité.”**



“La quantité totale de métaux à produire [...] pour les 35 prochaines années [...] serait équivalente à la quantité totale [cumulée...] de métaux produite depuis [...]”



Notre génération va extraire plus de ressources  
métalliques que les 2500 générations précédentes.



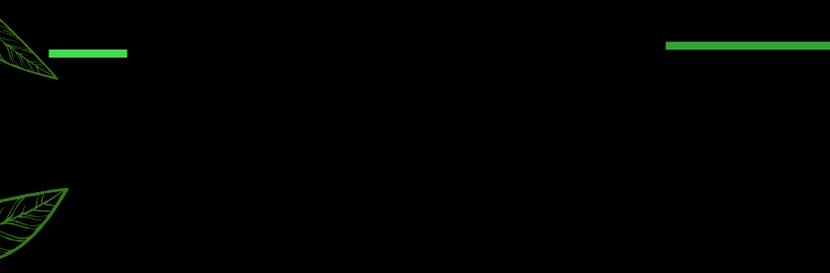
INTRODUCTION

Pourquoi la Frugal Innovation ?

Qu'est ce que la Frugal Innovation ?

Les exemples existants

Les projets à développer



La raréfaction en pétrole associée à la raréfaction des métaux  
dans les mines auront pour conséquence de  
diminuer l'accès aux ressources,  
les échanges internationaux  
et de bloquer les lignes de production actuelles.

Pour cette raison, *nous pensons que nous ne pourrons plus pratiquer  
la même médecine à très court terme.*

## INTRODUCTION

# Pourquoi la Frugal Innovation ?

Plus que l'adaptation a posteriori des pratiques, avoir un **Plan B** correspond à l'**anticipation des problématiques de demain** :

obligatoire car dans un monde en décroissance, les biens médicaux ne seront plus guidés uniquement par leur coût mais plutôt par leur **simple disponibilité**.



## INTRODUCTION

# Pourquoi la Frugal Innovation ?

Il existe aujourd'hui une dé-corrélation entre l'augmentation des moyens et les résultats obtenus :  
il faut de plus en plus de ressources pour obtenir des résultats légèrement meilleurs.

## INTRODUCTION

# Pourquoi la Frugal Innovation ?

“90% of the products and services that have been designed and engineered currently benefit only 10% of the world’s populations.”

“Over 5 billion people globally have no access to safe and affordable surgery; a shocking statistic compounded by the fact that the majority of those without surgical provision reside in Low and Middle-Income Countries (LMICs)”

>>> Si nous n’arrivons pas à fournir une médecine efficace pour ces 5e9 personnes aujourd’hui alors nous n’y arriverons pour personne quand nous aussi nous n’aurons plus l’accès aux ressources qui font la différence actuellement.

(1) T. R. McLean, « Global Surgery and Public Health: A New Paradigm », *JAMA*, vol. 306, n° 24, p. 2730, déc. 2011, doi: 10.1001/jama.2011.1874.

(2) M. M. Webb *et al.*, « The RAIS Device for Global Surgery: Using a Participatory Design Approach to Navigate the Translational Pathway to Clinical Use », *IEEE J. Transl. Eng. Health Med.*, vol. 10, p. 3700212, 2022, doi: 10.1109/JTEHM.2022.3177313.



## INTRODUCTION

# Pourquoi la Frugal Innovation ?



“Today’s research is tomorrow’s practice”

(1) N. R. Dunnick, « Report of the 2002 Intersociety Commission Meeting: Radiology 2002—Today’s Research Is Tomorrow’s Practice », Am. J. Roentgenol., vol. 180, no 4, p. 925-928, avr. 2003, doi: 10.2214/ajr.180.4.1800925



# Qu'est ce que la Frugal Innovation ?



# Qu'est ce que la Frugal Innovation ?

*“De quoi avons nous besoin ?”*

# Qu'est ce que la Frugal Innovation ?

On the basis of the results, we define three criteria for frugal innovation:

- substantial cost reduction,
- concentration on core functionalities,
- and optimised performance level.

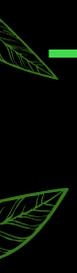
“The driver of frugal innovation is described by what do they need, in contrast to what would be nice to have; the latter relates to conventional innovation.”

# Qu'est ce que la Frugal Innovation ?

Pourquoi la réduction des coûts n'est pas le point principal :

“This critical inequity in global healthcare is not a simple consequence of insufficient infrastructure or resources in LMICs, but also the slow development and adoption of context-appropriate surgical technologies”

---



# Comment faire de la Frugal Innovation ?

*“De quoi avons nous besoin ?”*

# Comment faire de la Frugal Innovation

Le besoin d'un design adapté au contexte et aux possibilités d'entretien



Proportion du matériel non en état de fonctionnement dans les  
LMIC vs HIC

L. Perry et R. Malkin, « Effectiveness of medical equipment donations to improve health systems: how much medical equipment is broken in the developing world? », Med. Biol. Eng. Comput., vol. 49, no 7, p. 719-722, juill. 2011, doi: 10.1007/s11517-011-0786-3.

# Comment faire de la Frugal Innovation

## Accès à la réparation

“Most of the equipment we get is on its last legs, and some of it gets broken here, and then you find the parent company. It’s not manufacturing it anymore, and so you have equipment, but you can’t even get the spare parts”

# La Frugal Innovation maximale

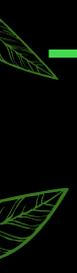
Urgence éthique actuelle

et

Préparation obligatoire pour  
le futur

- Fonctionnalité claire, sans fioriture
- Performance optimisée
- Matériaux accessibles (effet sur le coût)
- Réparabilité / pièces de rechange low tech
- Diminution du consommable
- Non centralisée (voire “open”), exemple Vanmoof

---



# Les projets existants et ceux à développer

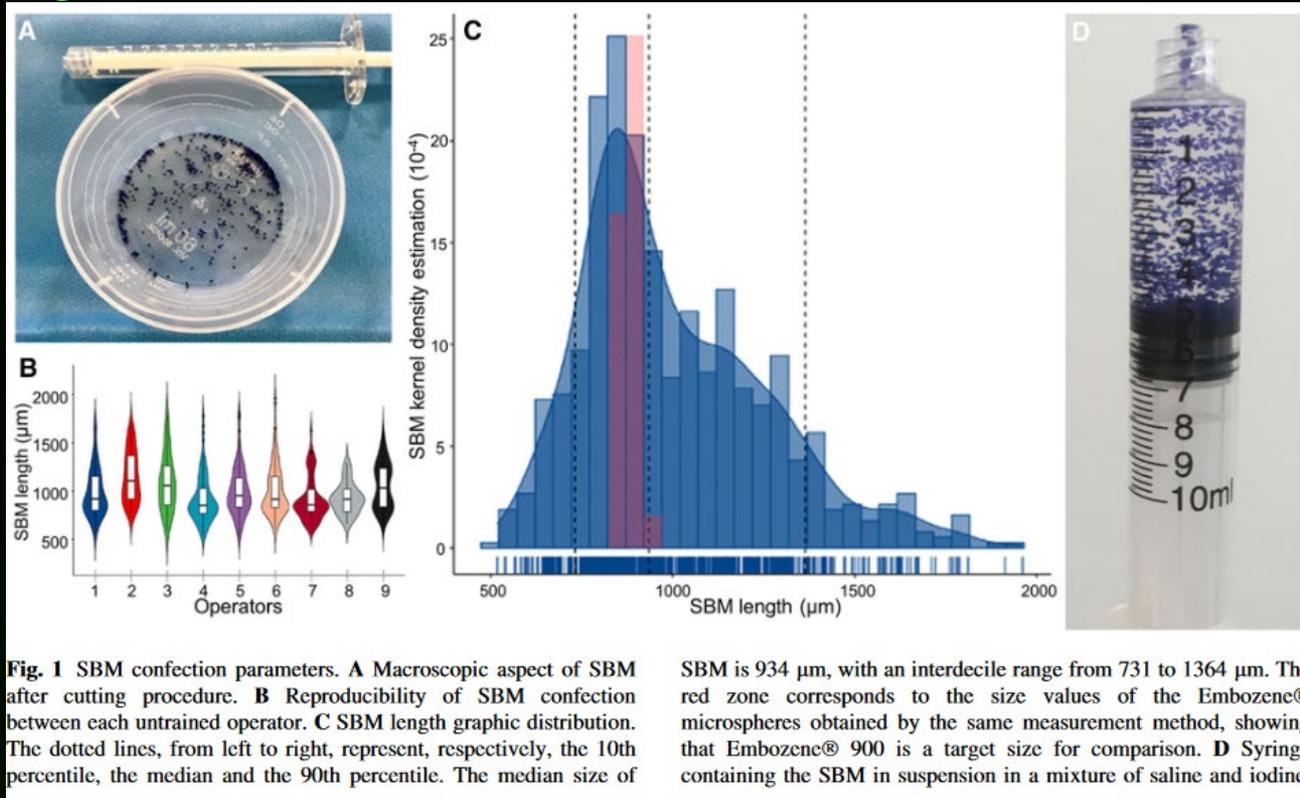
*“De quoi avons nous besoin ?”*

# Les projets existants

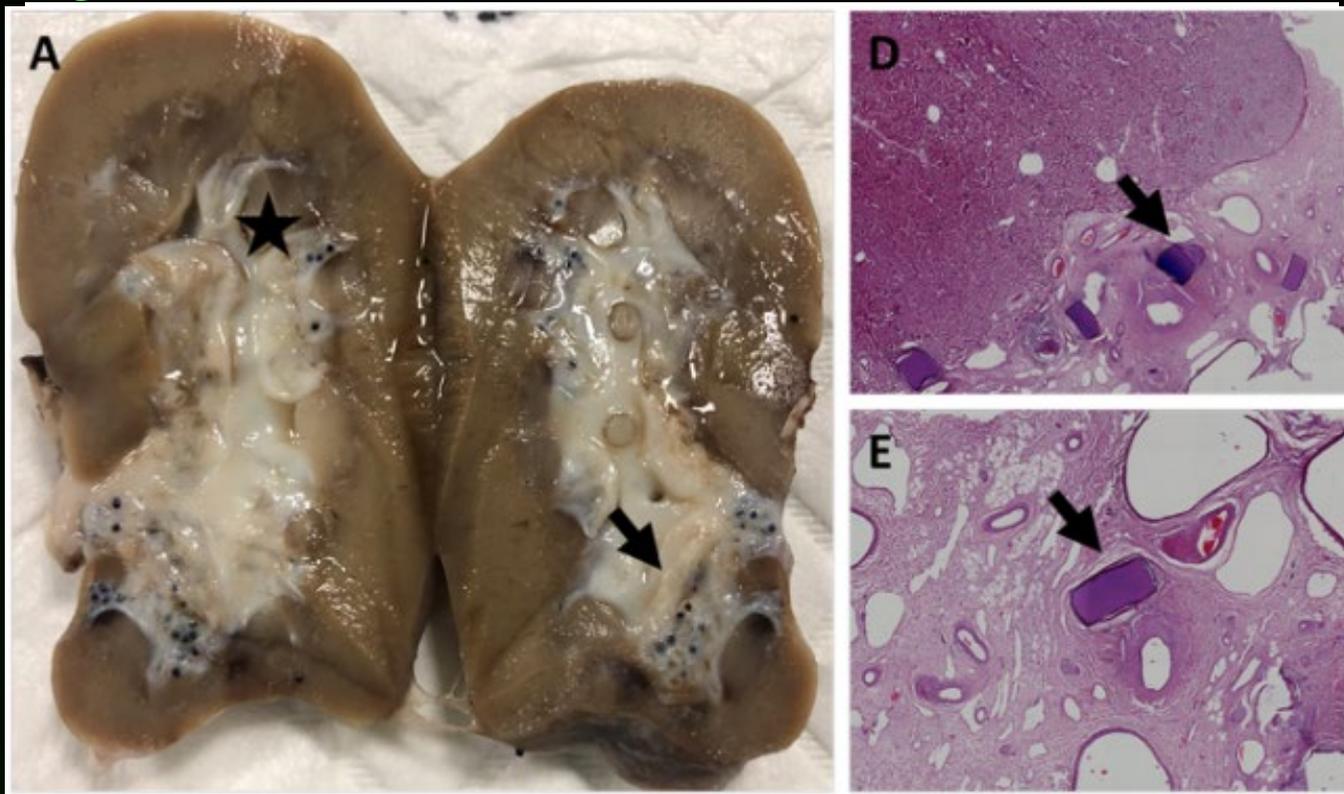
“ **FAIR-Embo** is a concept based on the hope to use interventional radiology in emerging countries, by the development of safe, available and cheap embolic material.”

- 1) M. Di Bisceglie et al., « FairEmbo Concept for Arterial Embolizations: In Vivo Feasibility and Safety Study with Suture-Based Microparticles Compared with Microspheres », *Cardiovasc. Intervent. Radiol.*, vol. 44, no 4, p. 625-632, avr. 2021, doi: 10.1007/s00270-020-02678-0
- 2) A. D. Diop et al., « Hemostatic embolization of renal artery pseudoaneurysm using absorbable surgical suture (FairEmbo concept) », *Diagn. Interv. Imaging*, vol. 101, no 11, p. 757-758, nov. 2020, doi: 10.1016/j.diii.2020.04.002
- 3) V. Vidal et al., « In Vivo Feasibility of Arterial Embolization with Permanent and Absorbable Suture: The FAIR-Embo Concept », *Cardiovasc. Intervent. Radiol.*, vol. 42, no 8, p. 1175-1182, août 2019, doi: 10.1007/s00270-019-02211-y

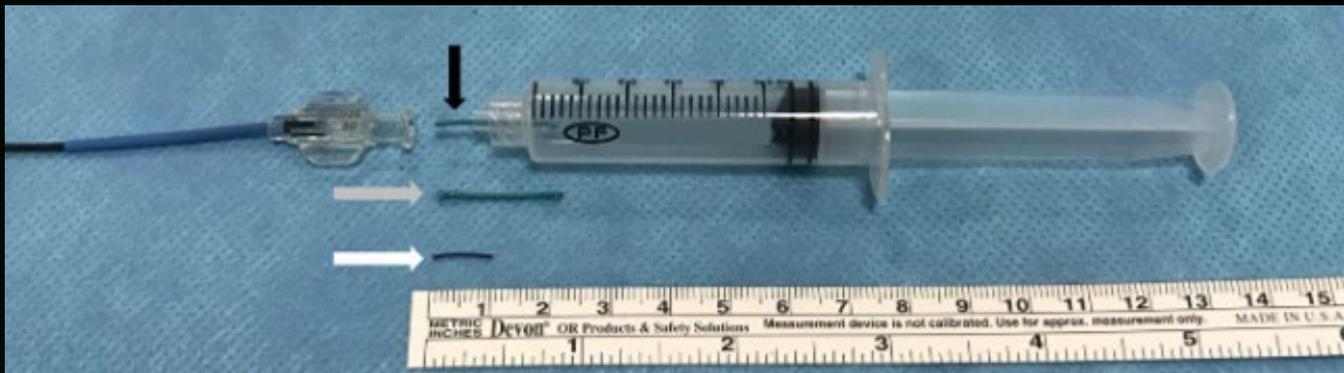
# Les projets existants FAIR-Embo



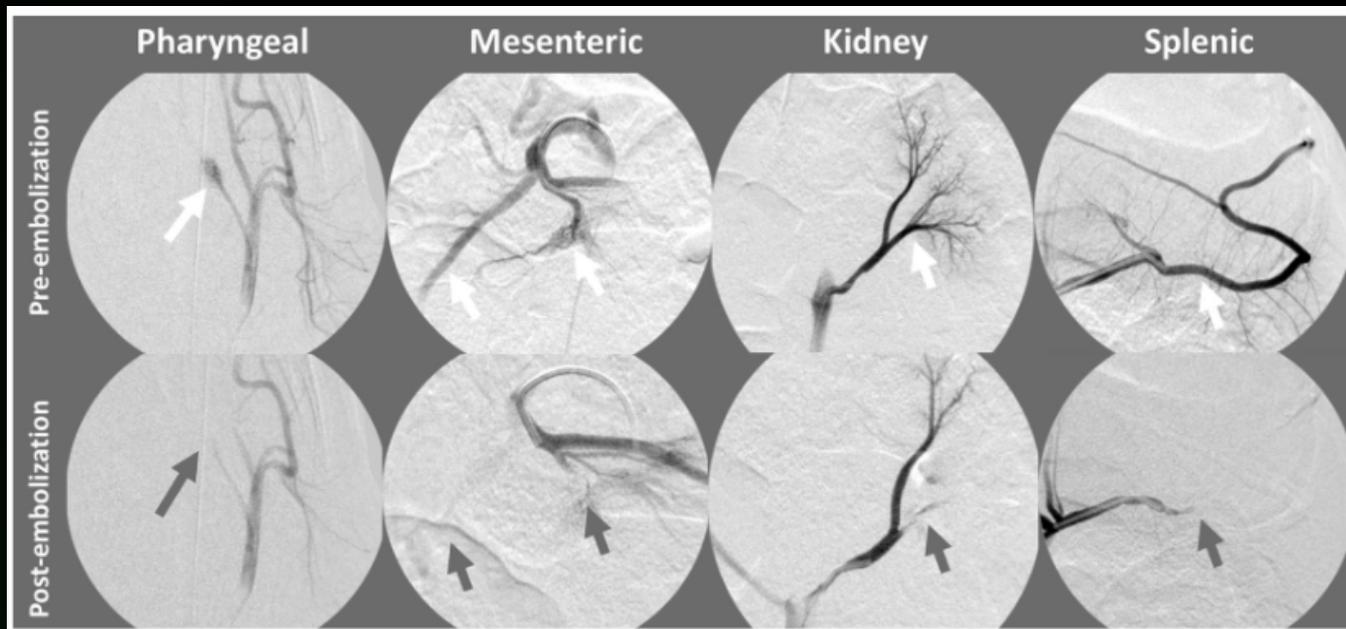
# Les projets existants FAIR-Embo



# Les projets existants FAIR-Embo



# Les projets existants FAIR-Embo





# La recherche à développer

Reprocessing

# La recherche à développer : Reprocessing

Medscape Anesthesiology ▾

NEWS & PERSPECTIVE DRUGS & DISEASES CME & EDUCATION ACADEMY VIDEO DECISIONS

News > Medscape Medical News > Business of Medicine

## Doctor Gets 25 Years in Federal Prison For Fraud, Using Dirty Surgical Devices

Steph Weber  
July 11, 2023

[+ Add to Email Alerts](#)

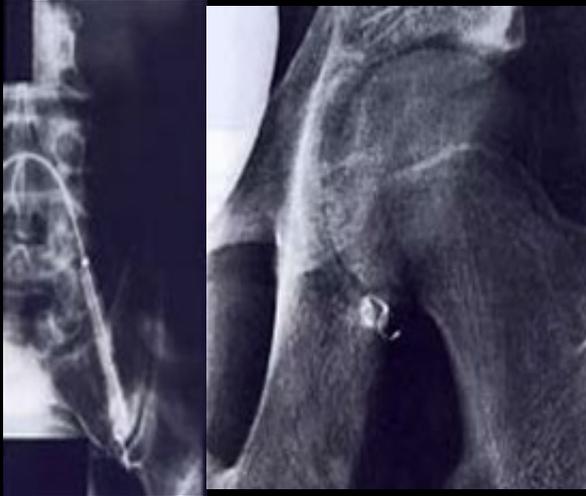
An ENT doctor has been sentenced to 25 years in prison and ordered to repay \$4.7 million to Medicare after a federal jury found her guilty of 20 criminal charges, including endangering patients' health by reusing single-use surgical devices, stealing their identities, and defrauding Medicare, the Department of Justice announced.



Federal authorities allege Anita Louise Jackson, MD, performed nearly 1500 balloon sinuplasty surgeries on more than 900 Medicare patients at her three North Carolina practice locations from 2011 to 2018.

She was the top-paid Medicare provider of the procedure in the United States at points during this period. Still, between 2012 and 2017, she purchased just 36 single-use dilation tools needed to perform such surgeries, despite billing Medicare for hundreds of balloon sinuplasty services.

# Le Reprocessing



De multiples difficultés :

- Infections croisées
- Difficulté de la décontamination
- Retrait des résidus de décontamination
- Prions
- Altération et usure du matériel
- Rupture du matériel
- Coûts cachés

# Le Reprocessing

UNE INNOVATION À DÉVELOPPER

Multiples difficultés :

- **techniques** (désinfection, solidité etc)
- **organisationnelles** (stérilisation, vérifications techniques)
- **économiques** (fin du single-use ?)

---

# Conclusion

*et ouvertures*

# La Frugal Innovation maximale

- Fonctionnalité claire, sans fioriture
- Performance optimisée
- Matériaux accessibles (effet sur le coût)

- Réparabilité / pièces de rechange low tech
- Diminution du consommable
- Non centralisée (voire “open”)

Urgence éthique actuelle

Préparation obligatoire pour un  
avenir en décroissance

Intérêt économique actuel



## Une médecine centrée sur les objectifs principaux (Innovation Frugale) n'est pas une médecine de bas niveau.

”Des comparaisons entre la chirurgie de la cataracte au Royaume-Uni et en Inde ont montré que le même traitement (phacoémulsification) en Inde est **beaucoup moins cher et ne produit que 5 % des émissions et 6 % des déchets solides produits au Royaume-Uni.**”

“Bien que ces pratiques bafouent les réglementations en matière de contrôle des infections des pays riches, la chirurgie de la cataracte en Inde donne des **résultats similaires, voire meilleurs, et ne provoque pas plus d'infections** qu'au Royaume-Uni ou aux États-Unis.”



# La RI en pole position

- 1/ La Radiologie Interventionnelle est bien placée pour une prise en charge dégradée de la plupart des pathologies
- 2/ Si la RI se prépare avant les autres à être résiliente alors elle passera en premier lors des problèmes de matériel et autres pénuries

La Cigale, ayant chanté  
Tout l'été,  
Se trouva fort dépourvue  
Quand la bise fut venue :  
Pas un seul petit morceau  
De mouche ou de vermisseau.  
Elle alla crier famine  
Chez la Fourmi sa voisine,  
La priant de lui prêter  
Quelque grain pour subsister  
Jusqu'à la saison nouvelle.

« Je vous paierai, lui dit-elle,  
Avant l'Oût, foi d'animal,  
Intérêt et principal. »

La Fourmi n'est pas prêteuse :  
C'est là son moindre défaut.

« Que faisiez-vous au temps chaud ?  
Dit-elle à cette emprunteuse.

– Nuit et jour à tout venant

Je chantais, ne vous déplaise.

– Vous chantiez ? J'en suis fort aise.

Eh bien ! Dansez maintenant. »

– Jean de La Fontaine

## La Cigale et la Fourmi (1668)

