

Towards the operationalization of Health Sustainability Technology Assessment and the early eco design of Internet of Medical Things

Quisbert-Trujillo, E., & Vuillerme, N. (2025). Towards the operationalization of Health Sustainability Technology Assessment and the early eco design of Internet of Medical Things. Sensors

2025, June 16



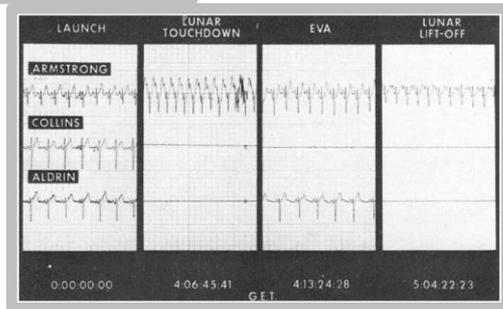
La technologie est cruciale pour surmonter les défis majeurs en **médecine**

Cependant, l'essor sans contrôle des technologies médicales peut



Harnais d'instrumentation médicale Apollo avant traitement de conservation [1]

Signal électrocardiographique reçu au Centre de Contrôle de Mission pendant différentes périodes de la mission Apollo 11 (NASA)[2]



Changer profondément notre société et...

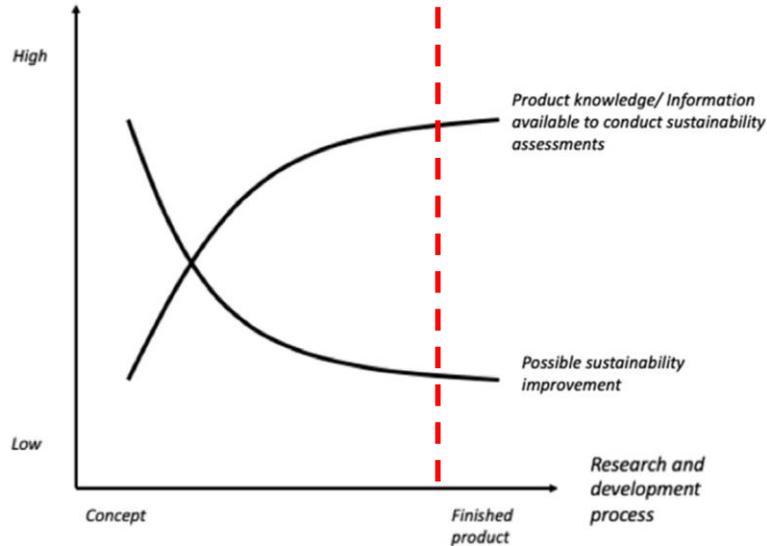


... Affecter négativement notre environnement

Photo credit: Getty Images / Gajic

« *Comment différencier efficacement les avantages et les inconvénients de la technologie afin de permettre une **évaluation complète et pragmatique** ainsi qu'un **éco-conception** des innovations en santé digitale ?* »

Étude clinique & HTA



Le problème est qu'une **évaluation complète** d'une technologie médicale a généralement lieu à un **stade très avancé**, lorsqu'il **n'existe plus** de marge pour des **améliorations environnementales**

Paradoxe d'écoconception [3]

Nous proposons une **méthodologie** fondée sur les sciences de l'information, selon laquelle, **à partir des données collectées** par un système:

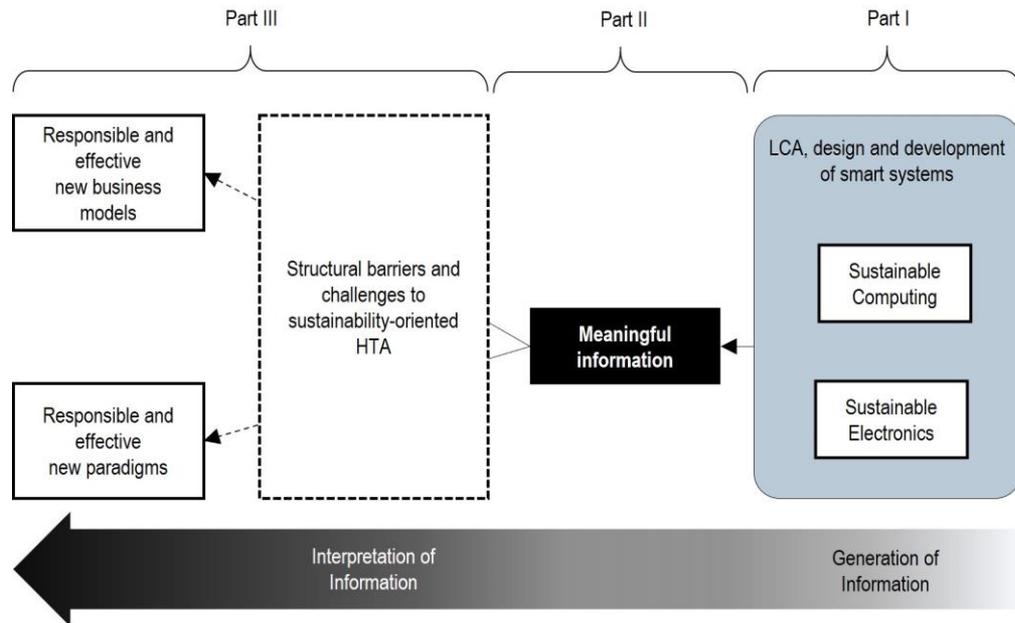
1. une **ACV** et un **éco-conception simplifiés** de la technologie sont réalisés,

2. les **informations nécessaires** au service sont générées,

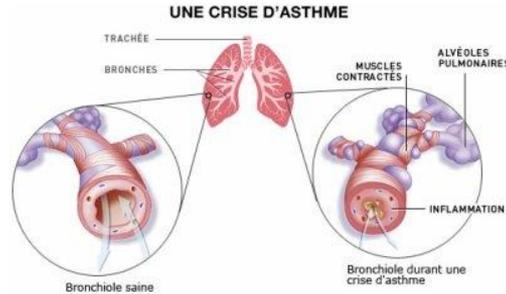
et à partir de ces informations,

3. une **estimation globale** des coûts et des bénéfices de la santé numérique est effectuée.

Méthodologie HTSA pour le systèmes IoMT

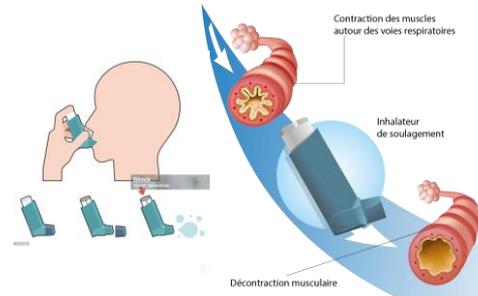


Case d'usage: HTSA & eco design bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)



Contexte: BPCO est une maladie chronique des voies respiratoires causant une inflammation et un rétrécissement réversible, maîtrisable par un traitement adapté.

Inhalateurs: Les inhalateurs délivrent des bronchodilatateurs ou des corticostéroïdes, réduisant l'inflammation et relaxant les bronches pour améliorer rapidement la respiration.



Dispositif de référence [4]



Respimat réutilisable

Respimat réutilisable™ comprend un mécanisme de verrouillage réversible qui permet sa réutilisation

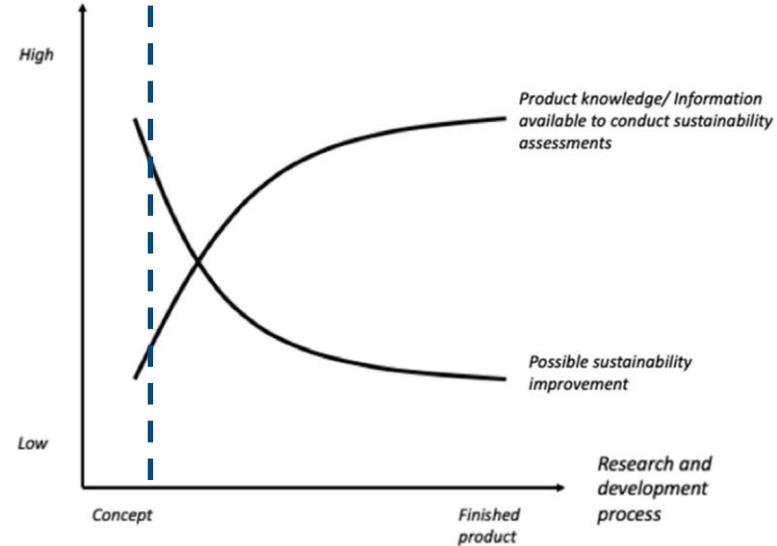
Dispositif d'étude



Prototype Smart réutilisable

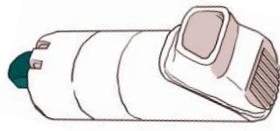
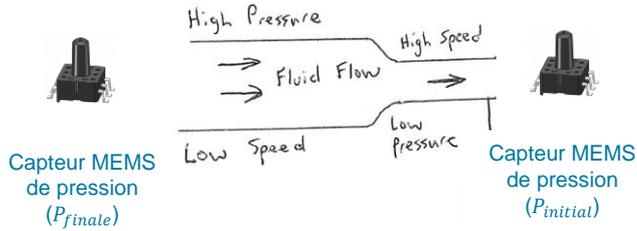
Pour surveiller et corriger la **technique d'inhalation** conformément aux recommandations spécifiques de chaque médicament

Simulation & HTSA



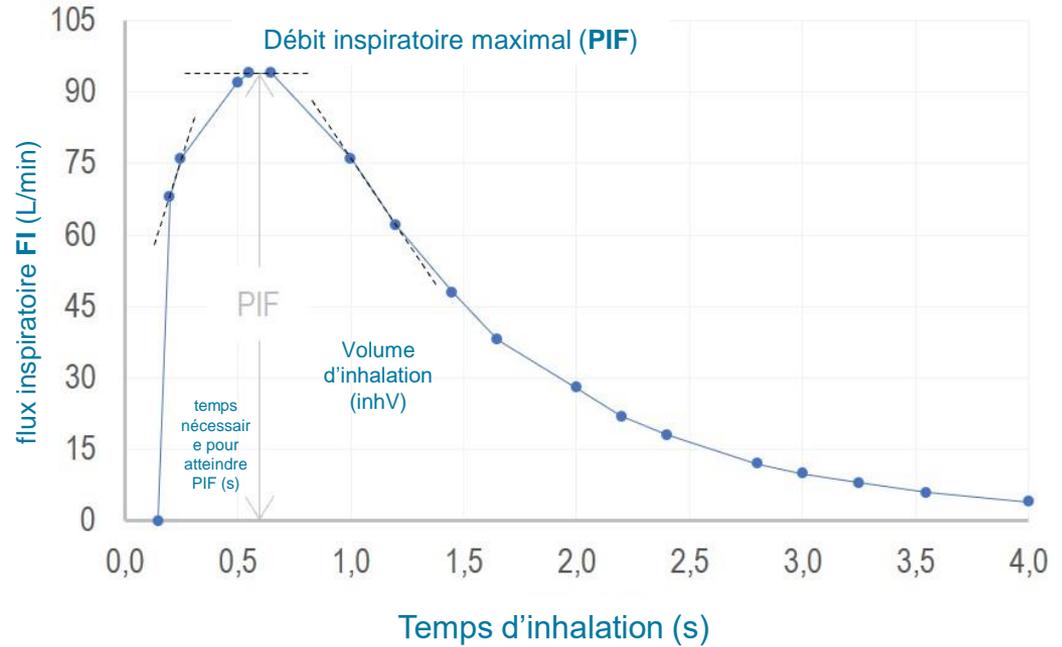
Paradoxe d'écoconception [3]

Prototype d'un inhalateur Smart (Données)



$$FI = \frac{\sqrt{\Delta p}}{R}$$

Information générée Profil d'inhalation d'un patient BPCO





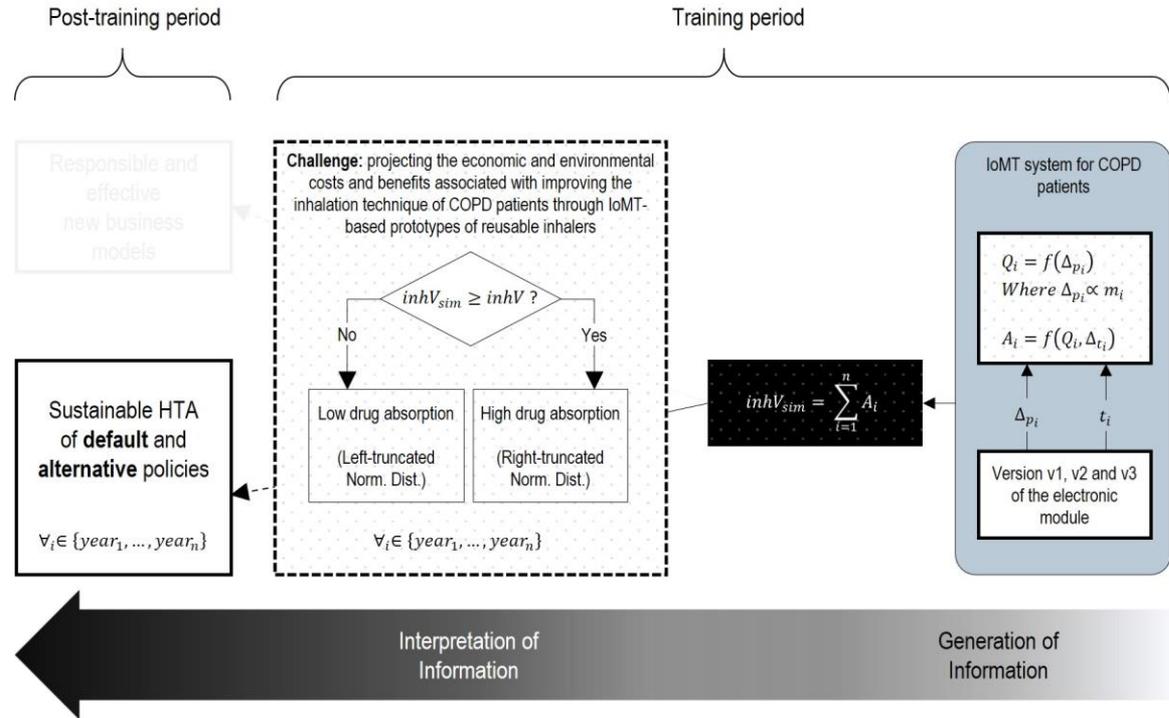
Quel est le bénéfice de surveiller et corriger la technique d'inhalation?

HTSA de eux politiques
 Politique standard (SR1, SR2, SR3)
 Politique mixte (SR2M, SR3M)

Trois traitements (Spiriva)
 1. 12 inhalateurs, 12 cartouches
 2. 6 inhalateurs, 12 cartouches
 3. 4 inhalateurs, 12 cartouches

282150 patients

Deux type d'entrainement
 5 ans (2019-2023)
 4 ans (2020-2023)



Observed, calculated (solid box) Simulated (dotted box)

Résultats (impact env. et coût économique du mod. élec.)

Impact Env.

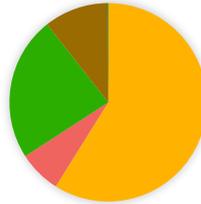
Coûts

Prototype v1 « riche en prestations »

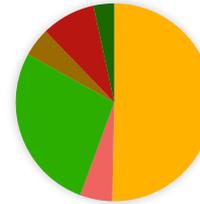
MCU: STM32L4

Mémoire: T25DV04K

Capteurs: LPS22DF (x2)



317 g
CO2-eq



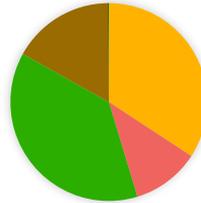
12,32
Euros

Prototype v2 « haute performance »

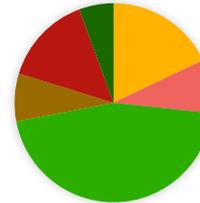
MCU: STM32L051

Mémoire: T25DV04K

Capteurs: LPS22DF (x2)



197 g
CO2-eq



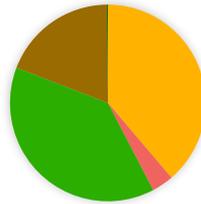
7,46
Euros

Prototype v3 « basique »

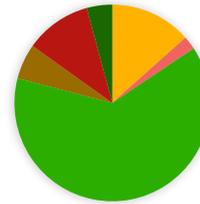
MCU: STM32L051

Mémoire: ST25TN01K

Capteurs: LPS25HB (x2)



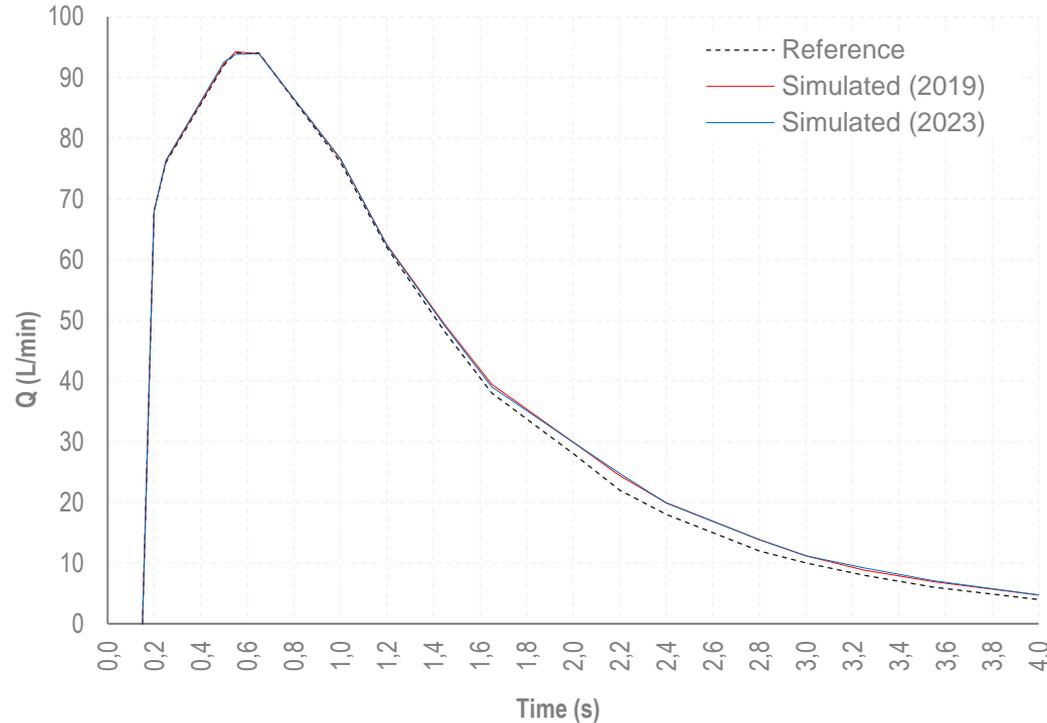
174 g
CO2-eq



9,97
Euros

- MCU
- Mémoire
- Capteurs
- PCB
- Batterie
- Assemblage

Profil d'inhalation (patients avec BPCO modéré)



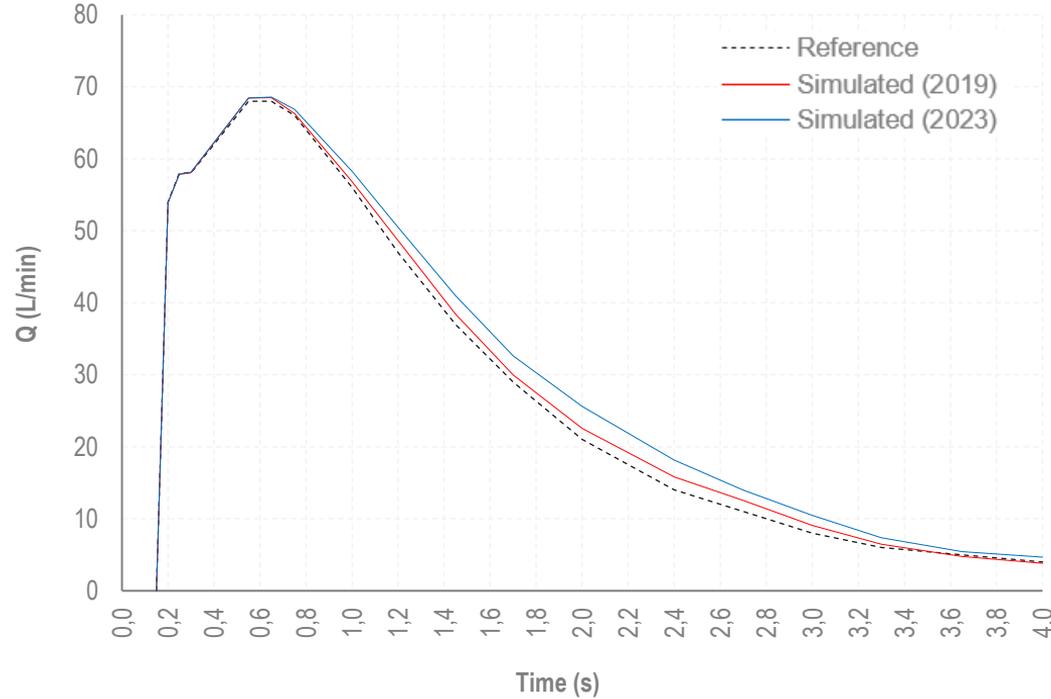
Patients qui ont appris (2019-2023)
32 %

Patients qui ont appris (2020-2023)
23 %

Taux moyen d'amélioration *inhV* (2019-2023)
2,314 %

Taux moyen d'amélioration *inhV* (2020-2023)
1,537 %

Profil d'inhalation (patients avec BPCO modéré)



Patients qui ont appris (2019-2023)
32 %

Patients qui ont appris (2020-2023)
23 %

Taux moyen d'amélioration *inhV* (2019-2023)
2,071 %

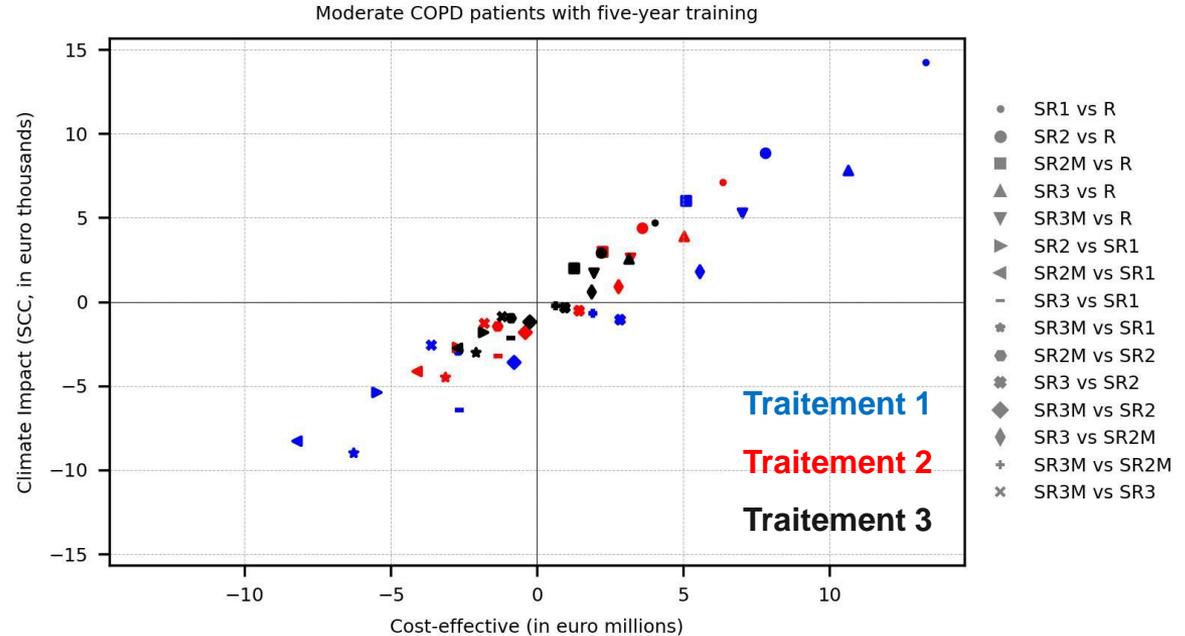
Taux moyen d'amélioration *inhV* (2020-2023)
1,34 %



Analyse coûts-bénéfices

- En utilisant la version v2 exclusivement avec les patients n'ayant pas corrigé leur technique d'inhalation (politiques SR2M) on observe une **réduction modérée** de l'écart avec les inhalateurs réutilisables
- en revanche, la combinaison avec une politique fondée exclusivement sur la politique SR3M permet d'atteindre une **réduction nettement plus importante**.

Ratios différentiels de coût-efficacité des politiques étudiées



Références

- > [1] National Air Space Museum. Smithsonian. Disponible sur <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/inventing-apollo-spaceflight-biomedical-sensors>
- > [2] Nangalia, V., Prytherch, D. R., & Smith, G. B. (2010). Health technology assessment review: Remote monitoring of vital signs-current status and future challenges. *Critical Care*, 14, 1-8.
- > [3] Chebaeva, N., Lettner, M., Wenger, J., Schöggli, J. P., Hesser, F., Holzer, D., & Stern, T. (2021). Dealing with the eco-design paradox in research and development projects: The concept of sustainability assessment levels. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125232.
- > [4] Dhand, R., Eicher, J., Hänsel, M., Jost, I., Meisenheimer, M., & Wachtel, H. (2019). Improving usability and maintaining performance: human-factor and aerosol-performance studies evaluating the new reusable Respimat inhaler. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 509-523.

Thank you for your attention



www.irtnanoelec.fr
[@irtnanoelec](https://twitter.com/irtnanoelec)
[#nanoelec](https://hashtag/nanoelec)