

Micro-électronique et  
développement durable :  
Comment transformer sa société  
pour rentrer sur le chemin de la  
durabilité sans la mettre en  
péril ?

Philippe Gilet

Novembre 2025



 early makers  
since 1872

em  
lyon  
business  
school

**END'25**  
électronique & numérique durables

# Contexte et enjeux géopolitiques de la micro électronique

La micro- électronique devient un enjeu géopolitique majeur

- TSMC s'implante en dehors de Taïwan
- Le protectionnisme refait surface non seulement aux USA mais aussi en Chine.

**Loi de Moore**  
Le matériel double de puissance tous les 24 mois"

Gordon Moore  
1929 - 2023



Années 70



Années 80



Années 90



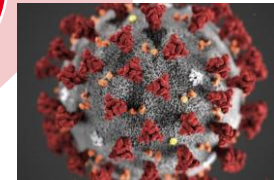
Années 2000



Années 2010

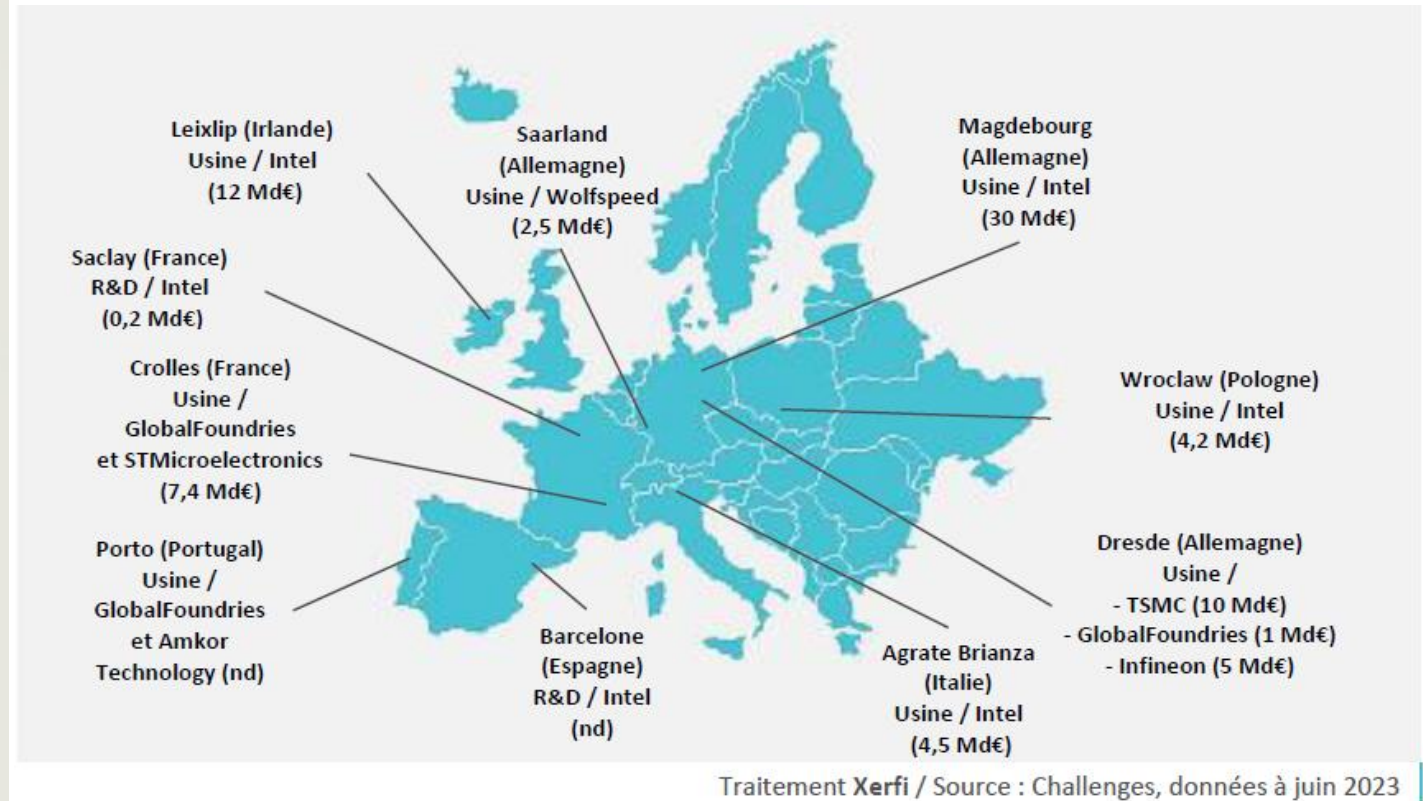
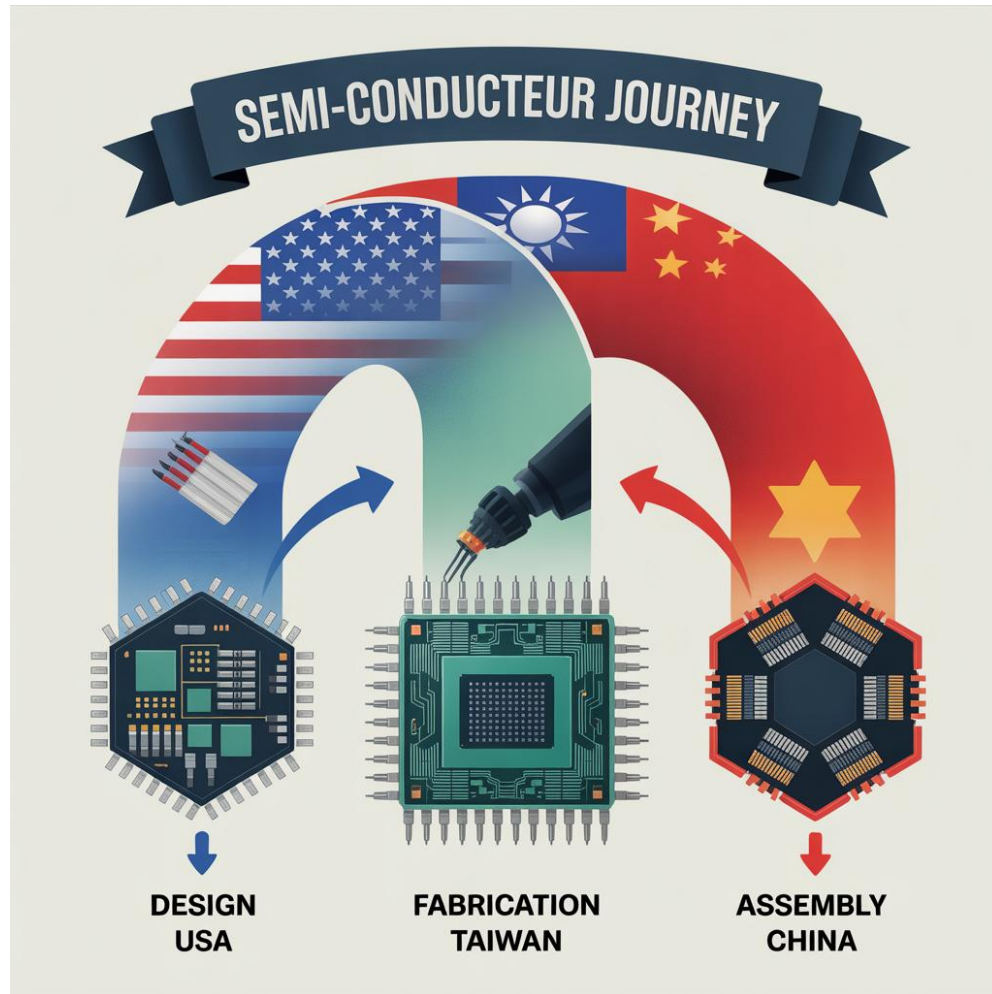


Années 2020





# La relocalisation de l'industrie de la micro-électronique devient un enjeu de souveraineté : des investissements majeurs aux Etats unis, en Europe, au Japon

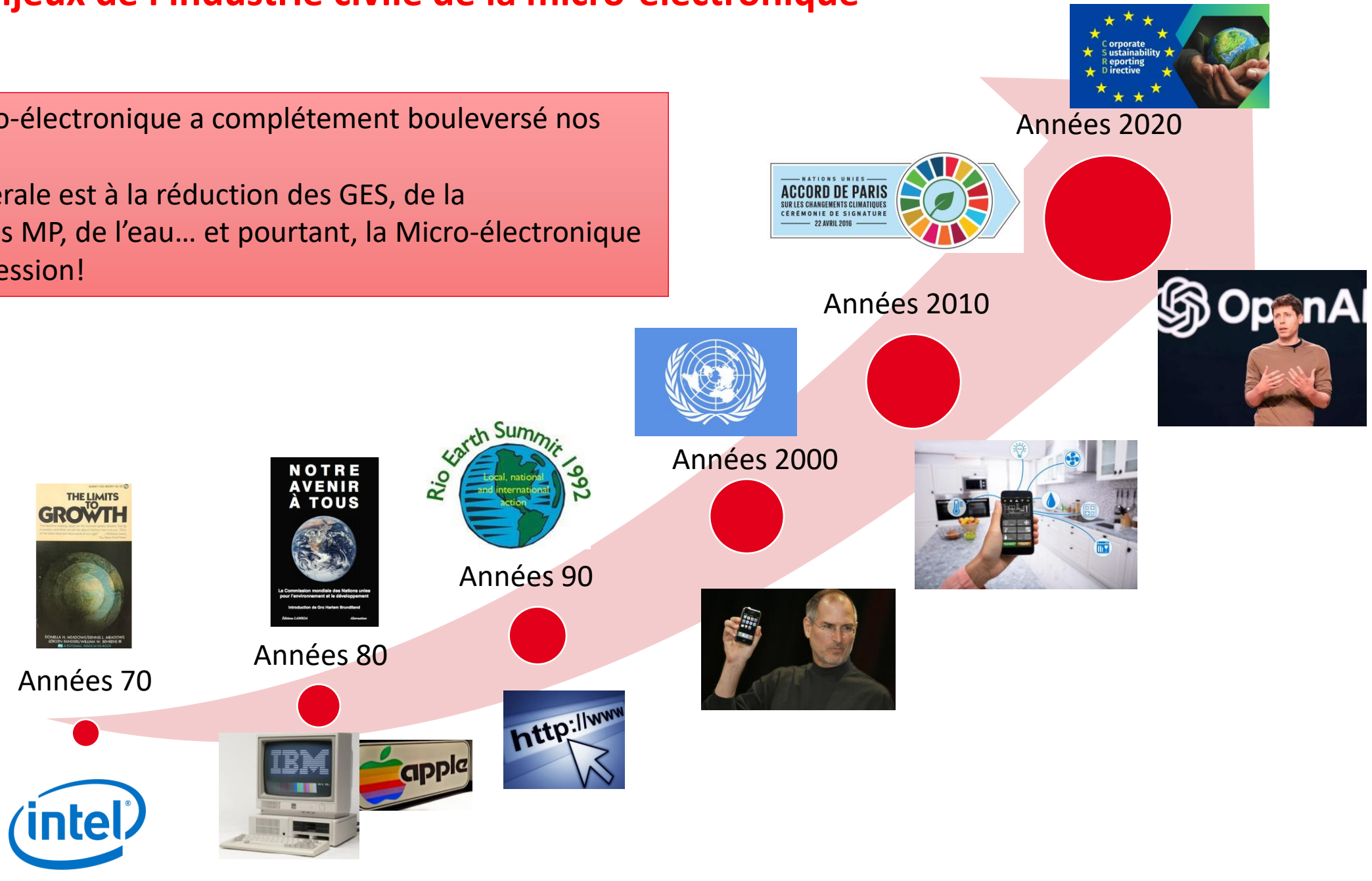


Chaque Giga factory s'accompagne de son cortège de petites et moyennes entreprises.

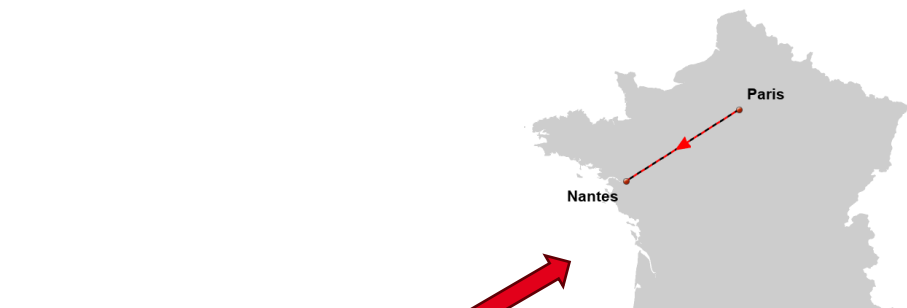
# Contexte et enjeux de l'industrie civile de la micro-électronique

En 50 ans, la micro-électronique a complètement bouleversé nos modes de vie.

La tendance générale est à la réduction des GES, de la consommation des MP, de l'eau... et pourtant, la Micro-électronique continue sa progression!



# 8,5 Mds de smartphones : un objet indispensable mais à l'impact environnemental très important



72 kg de CO<sub>2</sub>



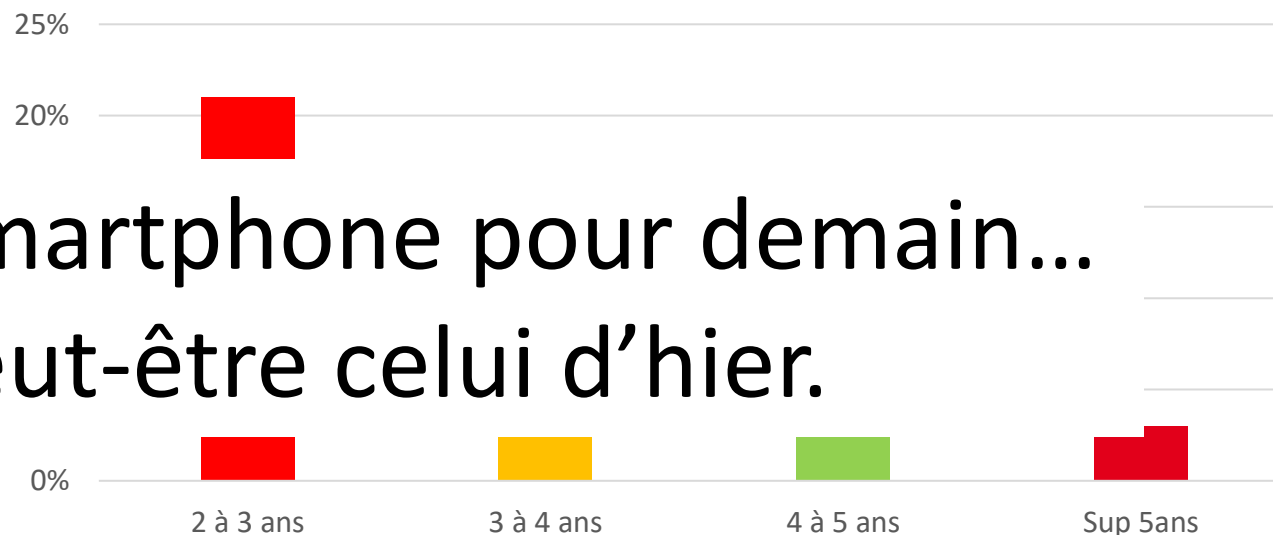
Le meilleur smartphone pour demain...  
c'est peut-être celui d'hier.

4 tours du monde



70 matériaux différents  
200kg de matériaux traités

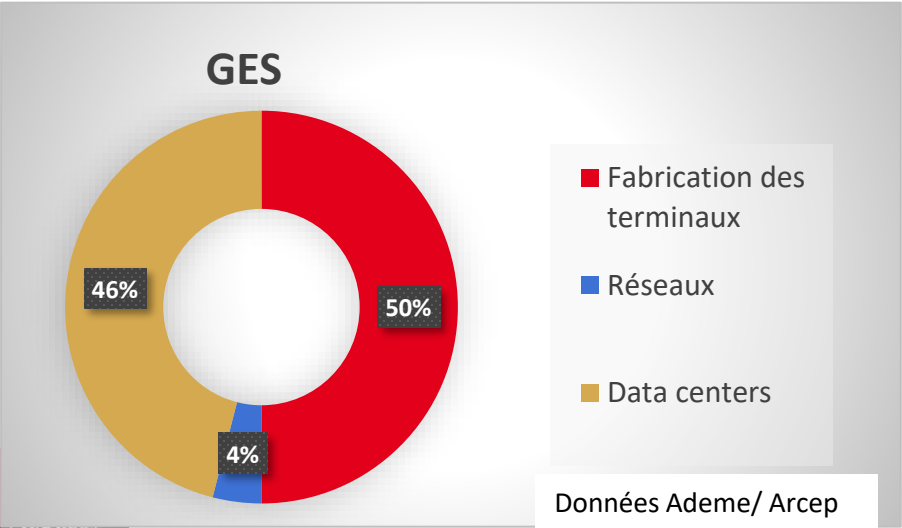
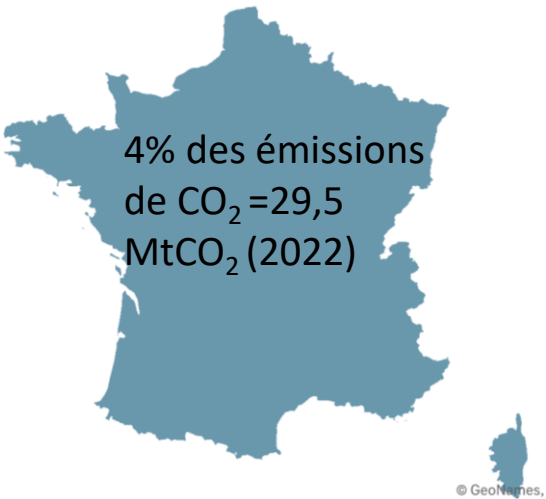
Taux durée de vie des smartphones



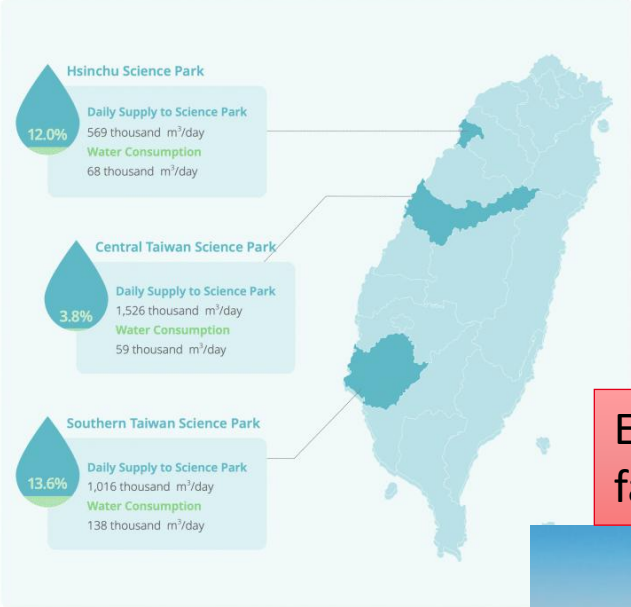


# La micro-électronique présente un impact environnemental alarmant.

## Le numérique en France



## Consommation massive d'eau (TSMC = équivalent ville de 7,5M d'habitants)



Et pourtant : création d'une giga fab dans un désert en arizona!!!!

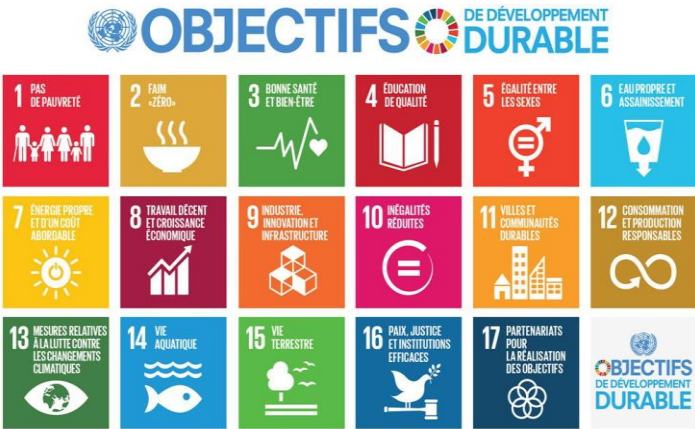


# Bilan Carbone de l'industrie mondiale: le numérique au sens large est en forte hausse

Secteur	Émissions	% mondial	Tendance
Production d'énergie	15,1 GtCO2e	26%	Stable/hausse
Transport	8,4 GtCO2e	15%	Hausse (+aviation)
Agriculture	6,5 GtCO2e	11%	Stable
Industrie	6,5 GtCO2e	11%	Hausse faible
Numérique	2,05 GtCO2e	3,6%	+11%/an
Microélectronique (prod)	0,17 GtCO2e	0,3%	+8%/an
Bâtiments	3,4 GtCO2e	6%	Baisse (Europe)

(année de référence 2023)

# La micro électronique joue un rôle important dans l'impact environnemental au niveau planétaire.



ODD		Lien avec la microélectronique
ODD 6 : Eau propre		Usage massif d'eau ultrapure dans la fabrication, stress hydrique local important dans les zones industrielles (Taïwan, Corée du Sud).
ODD 9 : Industrie, innovation et infrastructure		Nécessité d'une innovation pour réduire la consommation énergétique et chimique dans les fabs et développer des circuits plus économes.
ODD 12 : Consommation et production responsables		Faible recyclage des déchets électroniques, renouvellement rapide des objets numériques, gaspillage de ressources rares.
ODD 13 : Lutte contre le changement climatique		Émissions directes et indirectes importantes, surtout liées à l'énergie fossile des chaînes d'approvisionnement et aux gaz fluorés.
ODD 15 : Vie terrestre		Déforestation et pollution locale liées à l'extraction minière de métaux stratégiques et terres rares.



Recyclage de l'eau  
Innovation pour diminuer la conso d'eau



Processus d'innovation  
basé sur l'écoconception



Economie circulaire



Mix énergétique  
Abattement des gaz fluorés



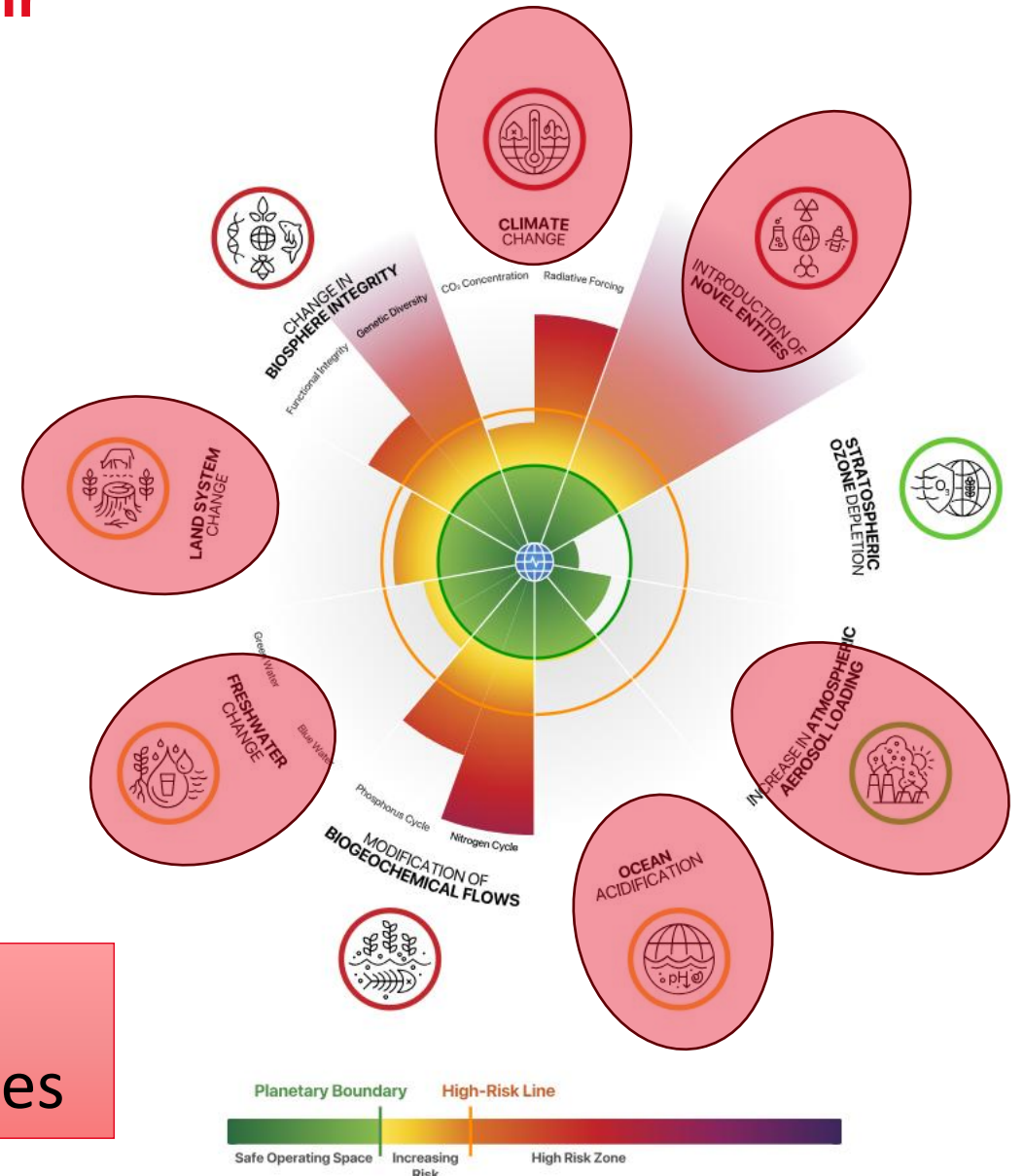
Economie circulaire et  
écoconception



# La micro-électronique contribue fortement à 6 limites planétaires → nécessité d'agir

- Climat change → émission pendant le cycle de vie
- Novel entities : PFAS...
- Freshwater → forte consommation d'eau
- Land system change → GIGA fab
- Atmospheric aerosol loading → émission de particules
- Ocean acidification → [CO<sub>2</sub>]

Sur les 9 limites planétaires  
6 avant 2023+1 en 2025 ont été dépassées



# Répartition des GES sur les différents scopes de la micro-électronique

Figure [1.1] Overview of

Scope 1 : 14%

cross the value chain

Scope 2 : 30%

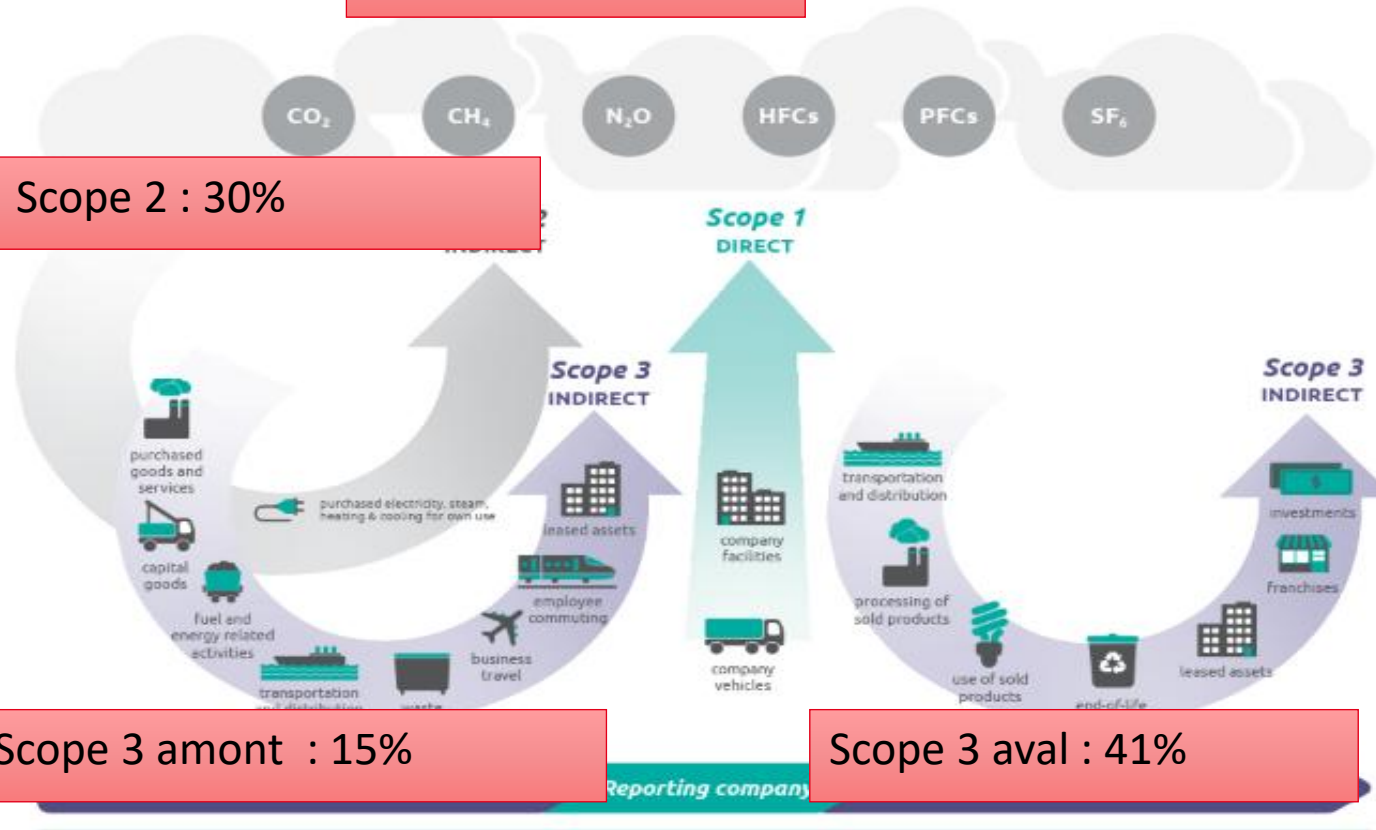
Scope 3 amont : 15%

Scope 3 aval : 41%

Le calcul des scopes 3 est le plus difficile à réaliser.

Et pourtant :

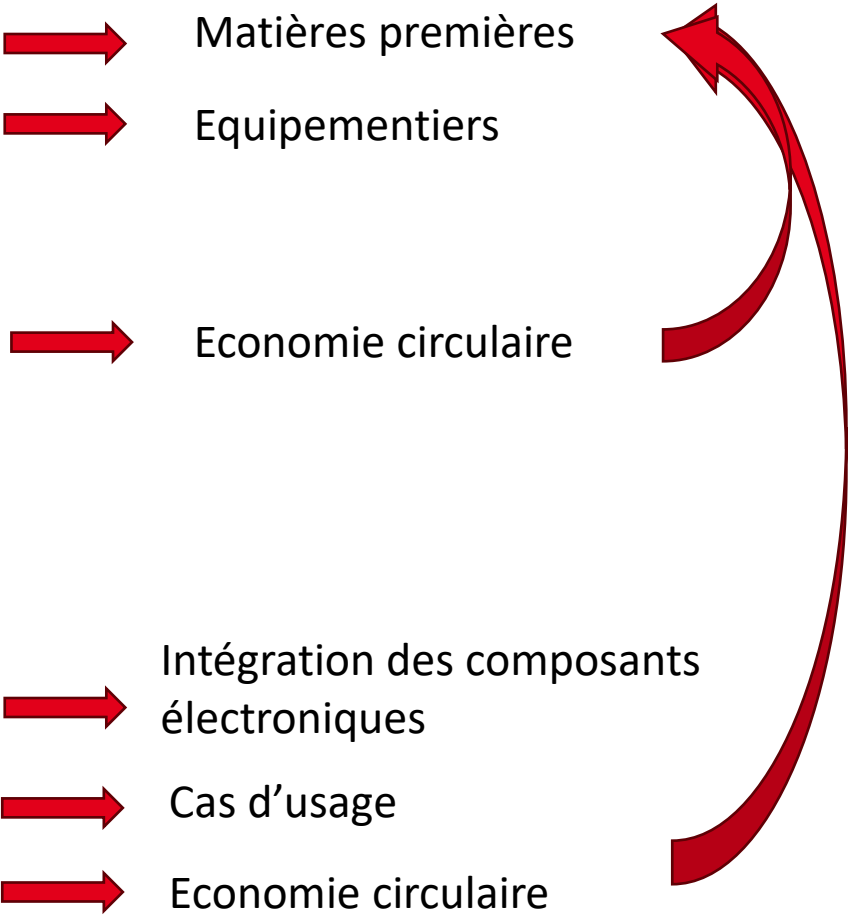
Les scopes 3 amonts et avals représentent une part importante des GES



TnST

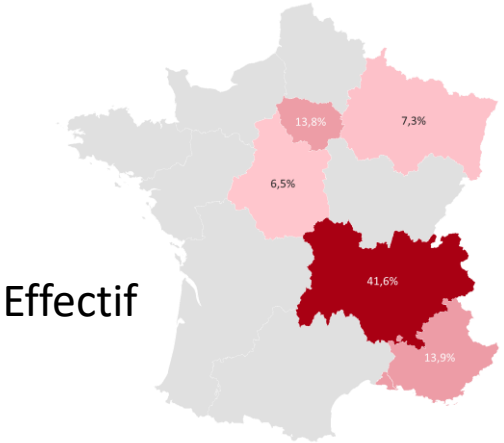
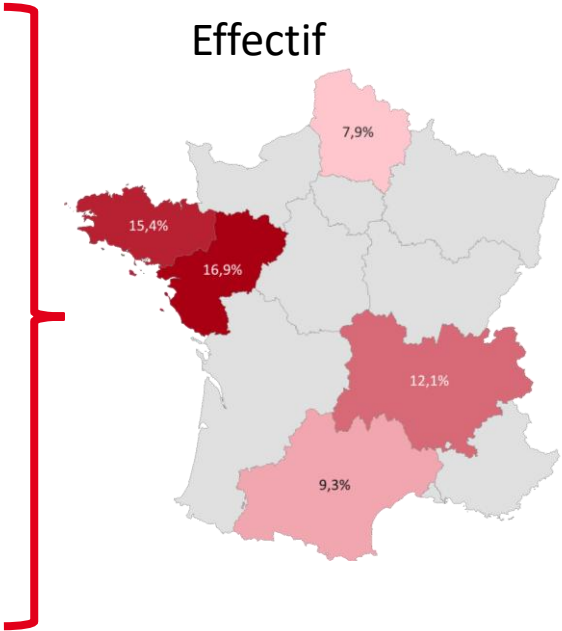
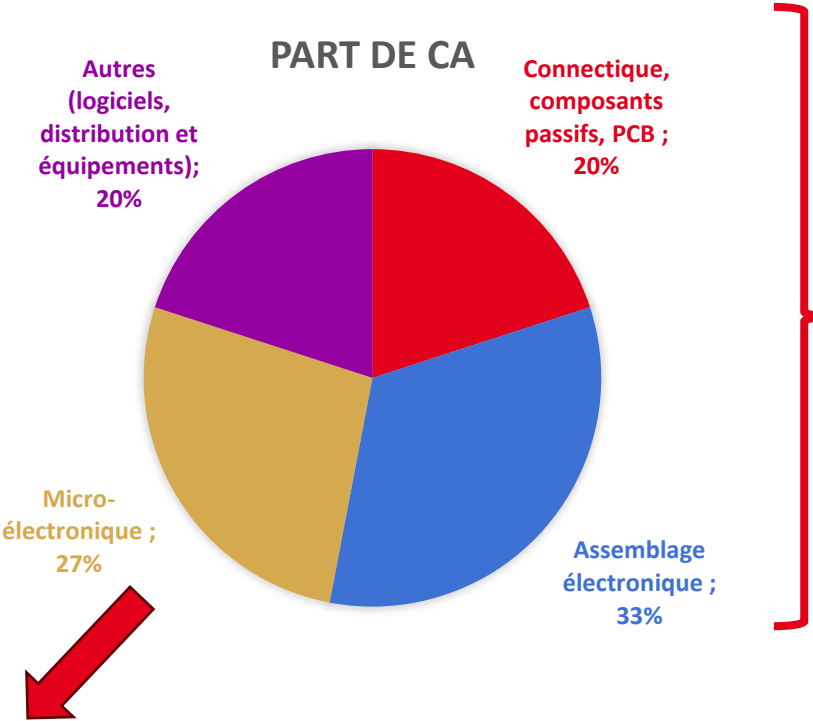
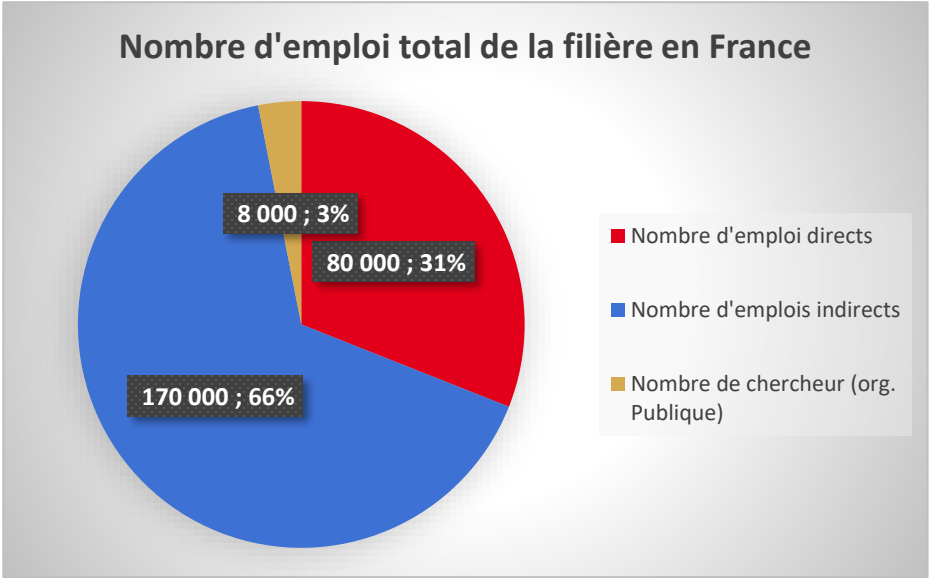
# Le calcul du scope 3 selon les 15 catégories nécessite un parfait engagement des PME/ETI de la supply chain

N°	Catégorie Scope 3	Type	Description
1	Achats de biens et services	Amont	Extraction, production, transport des produits et services achetés <sup>[3]</sup>
2	Biens d'équipement	Amont	Extraction, production, transport des biens d'équipement achetés <sup>[3]</sup>
3	Activités liées à l'énergie et carburant	Amont	Extraction, production, transport de l'énergie et des carburants achetés (hors Scopes 1-2)
4	Transport et distribution amont	Amont	Transport et distribution des biens achetés, non inclus dans scopes 1-2
5	Déchets générés par les opérations	Amont	Traitement et élimination des déchets issus des activités de l'entreprise
6	Déplacements professionnels	Amont	Voyages d'affaires des employés pour des raisons professionnelles
7	Déplacements domicile-travail	Amont	Transport quotidien des employés vers leur lieu de travail
8	Actifs loués en amont	Amont	Utilisation d'actifs loués par l'entreprise
9	Transport et distribution aval	Aval	Transport et distribution de produits vendus vers le client final
10	Transformation des produits vendus	Aval	Transformation ultérieure des produits vendus par des tiers
11	Utilisation des produits vendus	Aval	Utilisation des produits vendus par les clients
12	Fin de vie des produits vendus	Aval	Traitement, élimination ou recyclage des produits à la fin de leur vie utile
13	Actifs loués en aval	Aval	Actifs détenus par l'entreprise et loués à des tiers
14	Franchises	Aval	Activités des franchises opérant sous la marque de l'entreprise
15	Investissements	Aval	Activités et placements financiers détenus ou contrôlés par l'entreprise





# Avec 15Mds d'€ de CA total et 1000+ entreprises, la microélectronique représente un fort tissu industriel en France



Données Xerfi

# Question centrale de recherche

**Comment une PME/ETI de la micro-électronique peut-elle mettre en place un plan de transformation impliquant tout son écosystème pour s'engager sur le chemin de la durabilité sans se mettre en péril ?**

# Quelles sont les forces motrices et les freins au changement



- **Forces motrices du changement**
- COP21 et objectif Net Zero 2050
- Réglementations européennes (CSRD, ESPR, PEF, Taxonomie)
- Pression des prescripteurs
  - GAFAM et HyperScalaires
  - Autres
- Exigences des financeurs et investisseurs (critères ESG)
- Demande des collaborateurs et clients



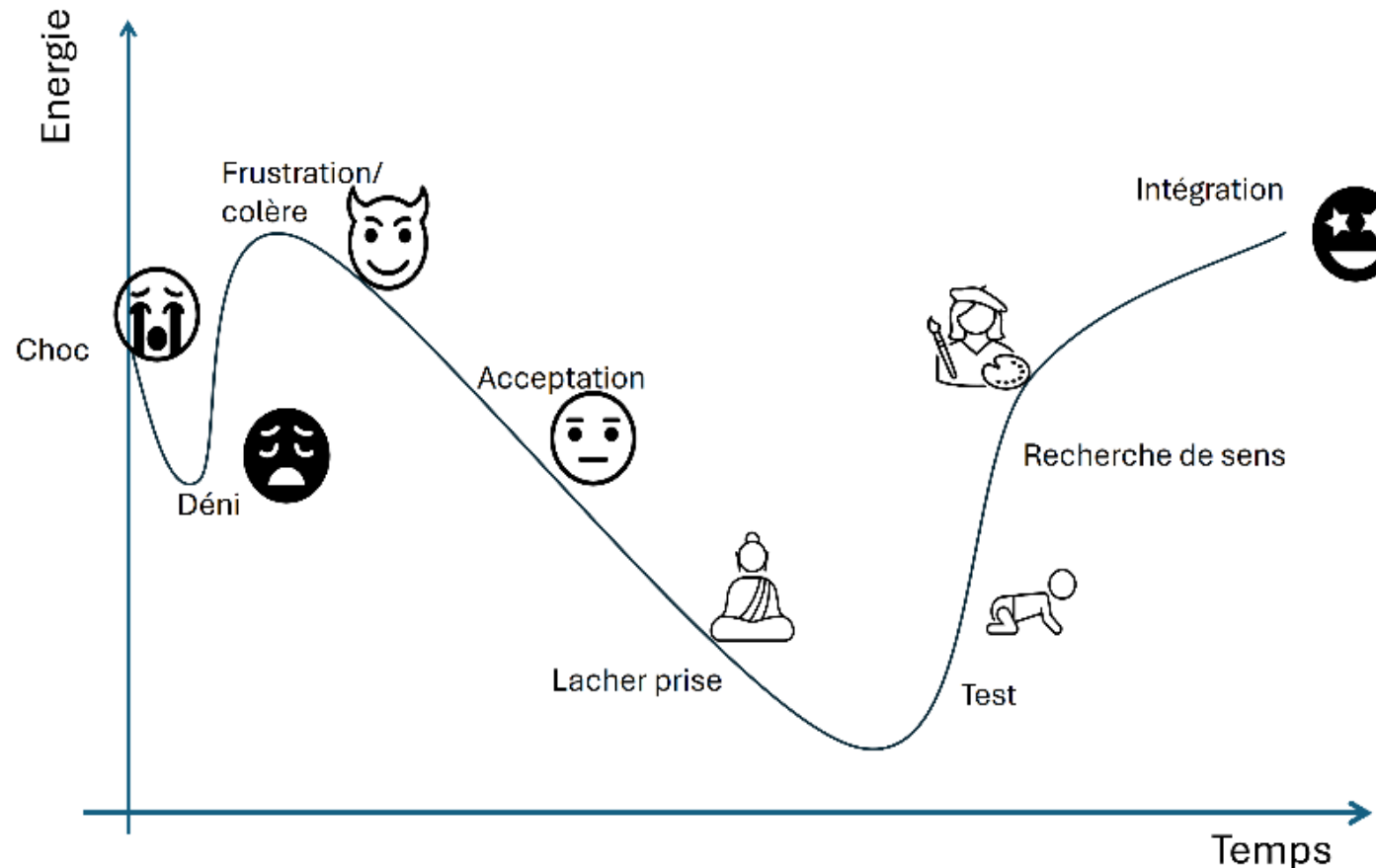
- **Freins identifiés**
- Dépendance aux technologies existantes
- Peur de perdre en compétitivité
- Coûts perçus comme prohibitifs
- Culture d'entreprise conservatrice
- Attente de la « solution miracle »
- Cadre réglementaire mondial fragmenté



# L'accompagnement humain est au cœur du processus

30% des changements ont porté leurs fruits  
47% sont potentiellement réussis  
23% sont des échecs.

- Pour un changement Technologique 60% de réussite,
- Pour un changement Culturel : 20% de réussite.



Chiffres : étude de Mc kinsey

# Méthodologie proposée – Vue d'ensemble –

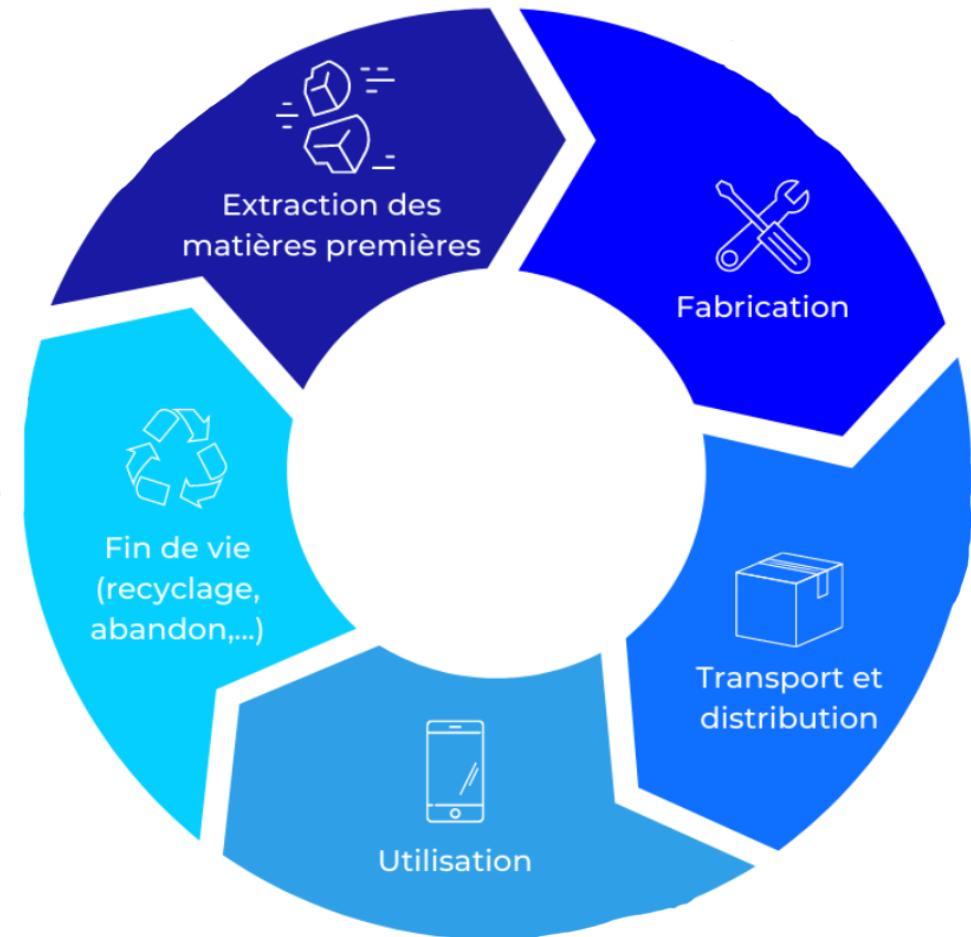
## Philosophie "start small, think big"

- **1. Amorcer le changement** : L'objectif est de créer l'urgence nécessaire au changement tout en établissant une base factuelle solide.
  - Implication et engagement ferme de la direction,
  - Etablissement d'un diagnostic interne et externe
  - Réalisation d'une matrice de double matérialité,
  - Elaboration d'un premier rapport VSME Basic.
- **2. Optimiser le changement** : Cette phase vise à structurer l'organisation pour intégrer durablement les pratiques de durabilité.
  - Renforcement des équipes,
  - Mise en place d'une méthodologie d'éco-conception basée (ACV),
  - Formation du personnel,
  - Réalisation d'un rapport VSME Comprehensive.
- **3. Institutionnaliser et entretenir le changement** : Ancrer la transformation dans la culture d'entreprise.
  - Utilisation du cadre des stratégies 9R de l'économie circulaire,
  - Développement un programme de supplier management durable,
  - Utilisation de la méthode dite Balanced Scorecard intégrant les critères ESG

# Optimiser le changement, une étape clef : l'analyse du cycle de vie



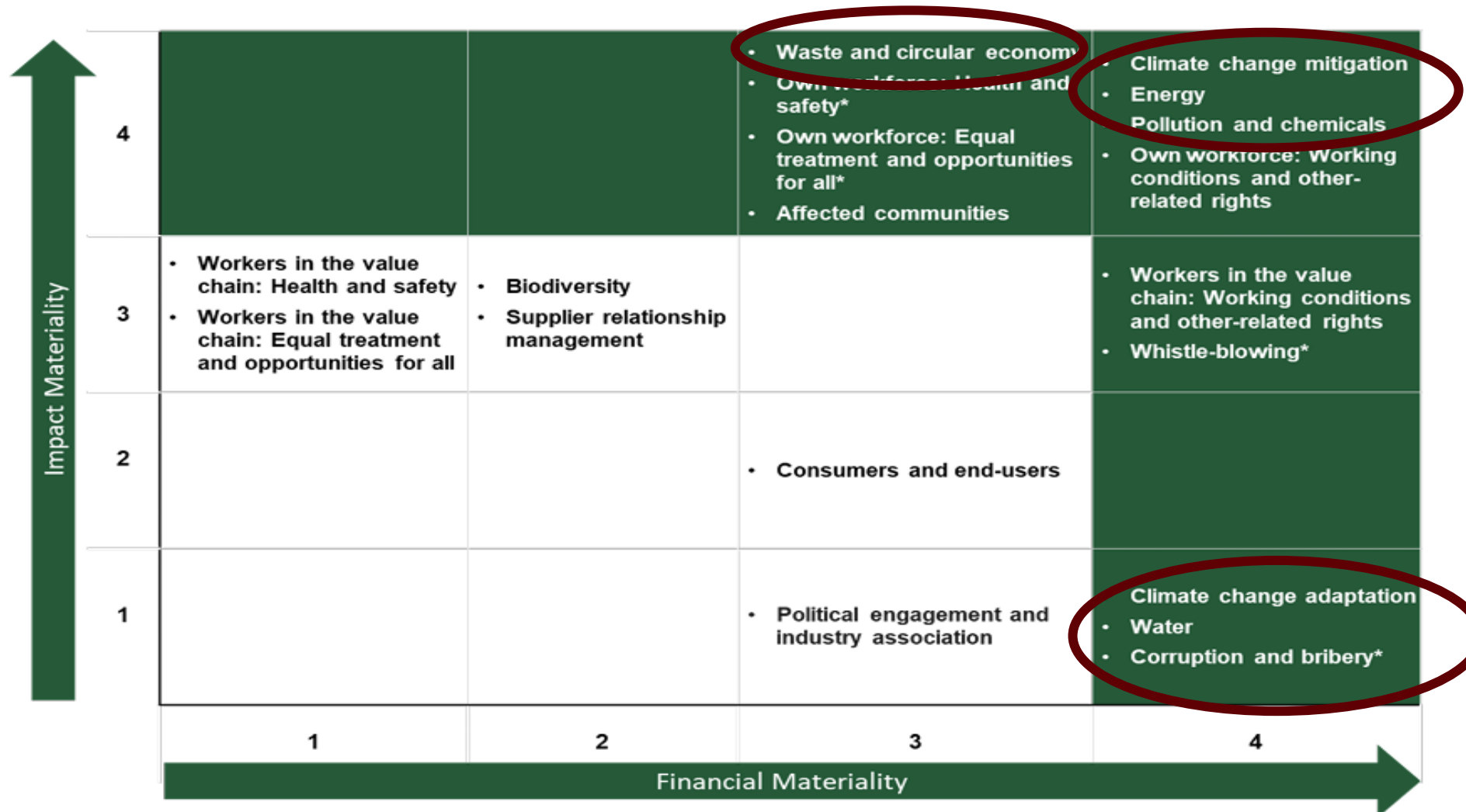
- Identification des étapes à fort impact
- Aide à la décision pour l'éco-conception
- Évite les transferts d'impacts
- Méthodologie de référence (ISO 14040/14044)





# Optimiser le changement : la matrice de double matérialité.

## Le changement climatique occupe une place majeure chez STM

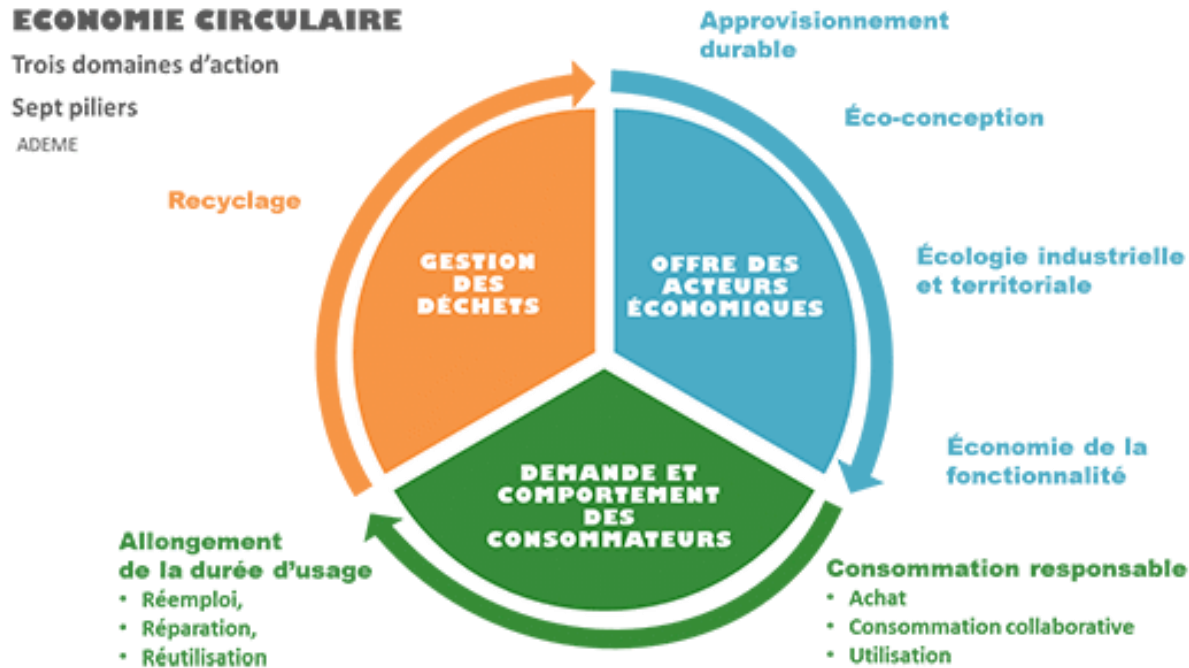


\* = Sustainability Matters material on an inherent basis only



# Institutionnaliser le changement :

## 2 leitmotivs : Balance Score Card et économie circulaire



### Outils clés – Balanced Scorecard ESG

#### 4 perspectives :

Financière / Client / Processus internes / Apprentissage

### Intégration transversale de la durabilité

### KPIs environnementaux sectoriels

### Pilotage exploitation ET exploration

#### ▪ Economie circulaire

- Stratégies 9R de l'économie circulaire (Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle)



**Impact environnemental du passage au numérique du monde de la santé.**

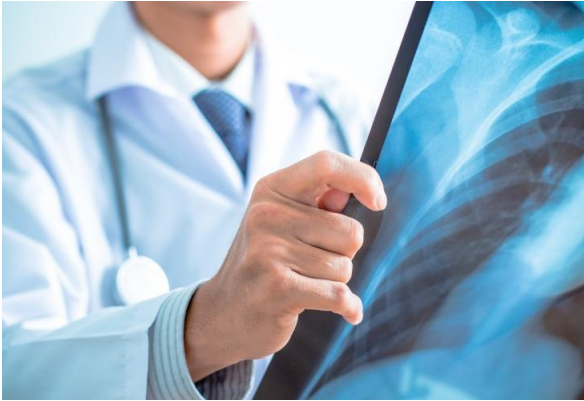
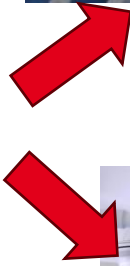




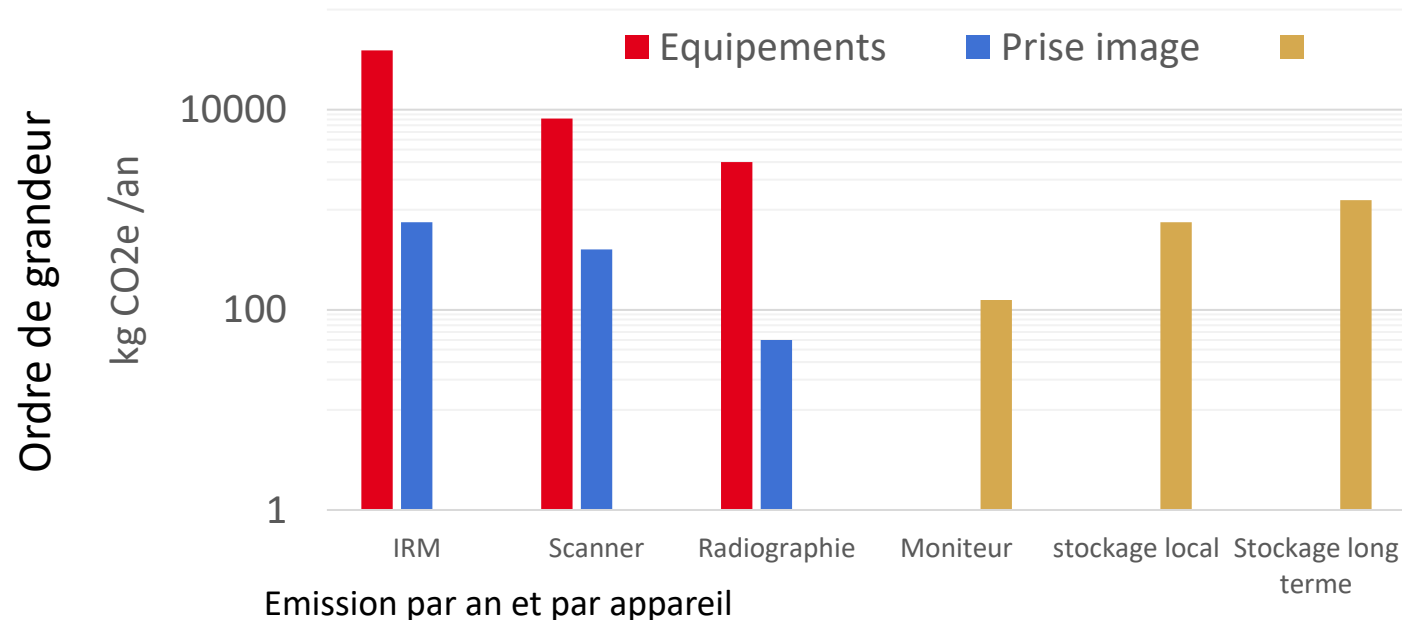
# Le passage de la santé au digital a un coût environnemental



- Le secteur de la santé représente 5% des GES en France
- L'informatique représente 5% de GES pour un établissement hospitalier soit un total de 190 MkgCO<sub>2</sub>e/an d'émission de GES
- L'imagerie médicale représente 4% de la consommation énergétique d'un hôpital
- Un scanner produit
  - 160Mo de données
- Une image IRM :
  - de 200 à 800 Mo en routine
  - 2Go cas complexe



# La digitalisation de l'imagerie médicale augmente considérablement son empreinte environnementale.



Stockage local : 1 à 5 To  
1 station Pacs par  
établissement

Long terme (>5 ans):  
EX : stockage de 10 To = 2 à 3 ans de data  
pour un IRM

# Le contexte législatif Européen en général



Oui ... Quid du secteur de la santé!

Simplification de la loi dite Omnibus I et II



ESPR



Impact of current ecodesign and energy labelling legislation:

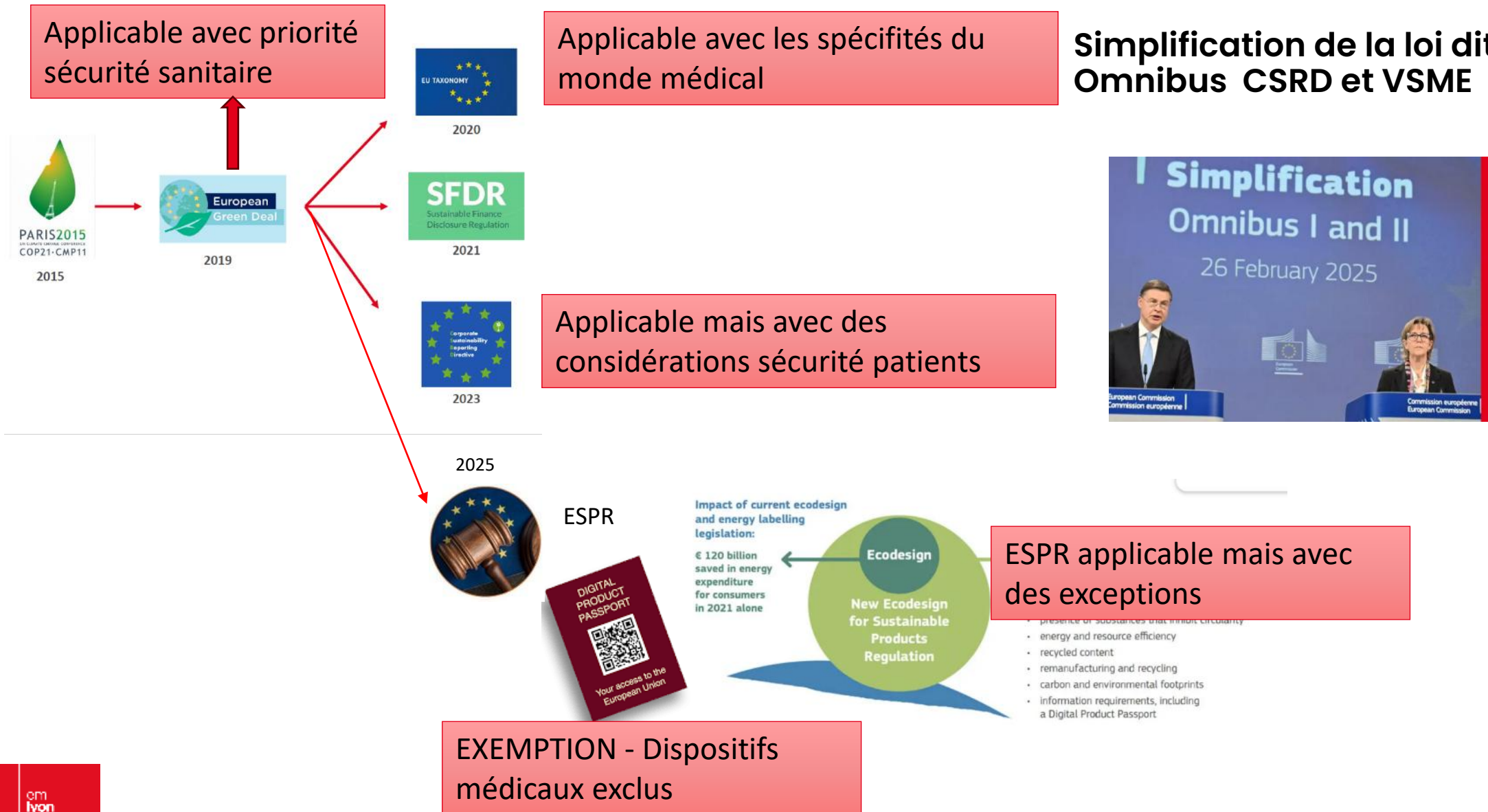
€ 120 billion saved in energy expenditure for consumers in 2021 alone



Wider range of requirements and products covered:

- product durability, reusability, upgradability and reparability
- presence of substances that inhibit circularity
- energy and resource efficiency
- recycled content
- remanufacturing and recycling
- carbon and environmental footprints
- information requirements, including a Digital Product Passport

# Le contexte législatif Européen en général





Directive/Réglementation	Applications Non-Médicales	Applications Médicales	Spécificités Médicales	Échéances
<b>CSRD (Corporate Sustainability Reporting)</b>	Applicable à toutes grandes entreprises (>250 employés)	Applicable mais avec considérations sécurité patients	Double matérialité avec impact patients	2025-2028 (phased implementation)
<b>ESPR (Ecodesign for Sustainable Products)</b>	Applicable à tous produits (électronique, textile, etc.)	Applicable avec exemptions sécurité (médicaments)	Balance performance clinique/durabilité	2024 en vigueur, actes délégués 2026+
<b>DPP (Digital Product Passport)</b>	Obligatoire pour tous produits d'ici 2030	EXEMPTION - Dispositifs médicaux exclus	Confidentialité propriété intellectuelle	Exemption permanente
<b>PEF (Product Environmental Footprint)</b>	Méthodologie standard pour mesure impact environnemental	Applicable avec adaptations spécifiques secteur santé	Intégration impacts sanitaires positifs	En développement, pilotes 2025
<b>EU Green Deal</b>	Cadre général neutralité carbone 2050	Applicable avec priorité sécurité sanitaire	Innovation thérapeutique prioritaire	Objectifs 2030/2050
<b>MDR (Medical Device Regulation)</b>	Non applicable	Réglementation spécifique obligatoire	Post-market surveillance obligatoire	En vigueur depuis 2021
<b>IVDR (In Vitro Diagnostic Regulation)</b>	Non applicable	Réglementation spécifique obligatoire	Clinical evidence requirements	En vigueur depuis 2022

# Différences fondamentales de l'implémentation de la durabilité dans le monde médical versus la micro-électronique classique

Priorisation sécurité versus durabilité : primauté absolue de la sécurité ou à l'amélioration des performances cliniques

Cycles de vie étendus : durées de vie opérationnelle des équipements significativement plus longues (15-20 ans) / l'électronique classique (2-5 ans),

Exigences de biocompatibilité : limitation dans le choix des matériaux utilisables

Procédures de fin de vie spécialisées : protocoles de décontamination radioactive spécifiques avant recyclage, contraste avec les procédures WEEE standard de l'électronique classique.

# Conclusion : Une transformation nécessaire et à portée de main

## Un constat sans appel

- La numérique représente 4% des émissions mondiales avec une croissance de +11%/an
- La micro électronique contribue à 5 des 7 limites planétaires dépassées.
- Le Scope 3 (56% des émissions) impose une mobilisation collective de l'écosystème

## Une transformation possible et structurée

- Méthodologie progressive en 3 phases : **Amorcer** → **Optimiser** → **Institutionnaliser**
- Approche "start small, think big"
- Outils opérationnels éprouvés : double matérialité, ACV, Balanced Scorecard ESG, stratégie 9R

## L'humain au cœur de la réussite

- 80% d'échec des transformations culturelles sans accompagnement humain
- Engagement de la direction et formation du personnel : facteurs déterminants
- Coalition de parties prenantes indispensable pour la supply chain

## Des opportunités stratégiques majeures

- Différenciation compétitive face aux exigences CSRD/ESPR/Taxonomie
- Accès aux financements verts et conformité ESG
- Anticipation réglementaire = avantage concurrentiel durable

# Enjeux sectoriels spécifiques à la santé numérique



Explosion des données médicales



Exemption du DPP pour le  
domaine médical



Besoin d'équilibre entre performances  
cliniques et durabilité environnementale



# L'urgence climatique ne laisse plus le choix : l'inaction est le plus grand risque.

Mais la transformation vers la durabilité n'est pas qu'une contrainte :

- C'est une **opportunité** d'innovation et de croissance. Les PME/ETI de la micro-électronique qui agiront dès aujourd'hui seront les leaders de demain. ires  
C'est une opportunité de renforcer la résilience, attractivité talents, accès capitaux
- C'est une **responsabilité collective** : contribuer à la neutralité carbone 2050



# Merci Questions?



## Remerciements

---

Sébastien Dauvé : Directeur du Leti

---

Hughes Mettras : Directeur de l'IRT nanoelec

---

Laurent Pain : Sustainable Electronics Program Director ; Leti

---

Sylvie Blanco Technology Innovation Professor ; Grenoble Ecole de Management

---

Pascal Roquet : Corporate Environment & Health director at ST Microelectronics

---

Joel Hartmann : Consultant- Chairman of the board, ex executive vice president ST Microelectronics

---

Nicolas Leterrier : Semiconductor Sustainability Business Leader at Schneider Electric

---

Jean Marc Talbot : Senior Director of Solutions & Strategic Partnerships at Siemens EDA