

ISEN

BREST



Introduction à l'économie numérique



Introduction à l'économie numérique (8h)

- Module 1.1 : Définitions et Concepts Fondamentaux (2h)
- Module 1.2 : Les Caractéristiques Économiques Uniques (3h)
- Module 1.3 : Les Acteurs Clés et leurs Écosystèmes (3h)

Partie 2 : L'Économie des Données et des Plateformes (8h)

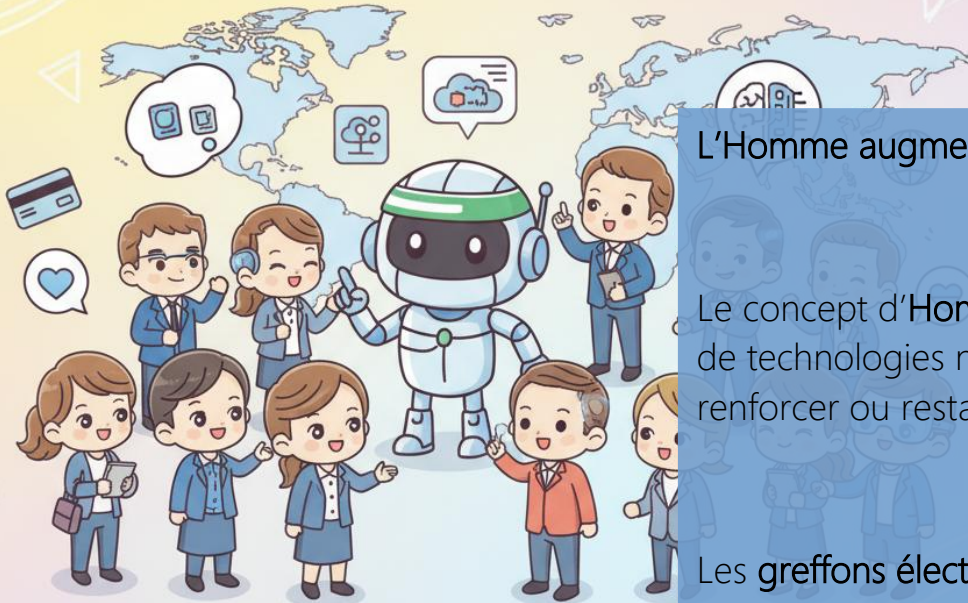
- Module 2.1 : Le Commerce Électronique (E-Commerce) (2h)
- Module 2.2 : Les Systèmes de Paiement en Ligne (1h)
- Module 2.3 : Les Modèles Économiques Numériques (Digital Business Models) (5h)

Partie 3 : Impacts Sociétaux et Régulation (6h + travail de recherche)

- Module 3.1 : Impacts sur le Travail, l'Emploi et les Compétences (2h)
- Module 3.2 : Enjeux Sociaux et Éthiques (2h)
- Module 3.3 : Le Défi de la Régulation (2h)

Partie 4 : Perspectives Futures et Défis (2h)

- Module 4.1 : l'Homme augmenté par les services IA & les greffons électroniques
- Module 4.2 : Les Défis Transversaux pour Demain (1h)



L'Homme augmenté et les greffons électroniques

Le concept d'**Homme augmenté (augmented human)** désigne l'intégration de technologies numériques et électroniques dans le corps humain pour renforcer ou restaurer ses capacités physiques, sensorielles ou cognitives.

Les **greffons électroniques** incluent aussi bien les dispositifs médicaux implantables (stimulateurs cardiaques, implants cochléaires, rétines artificielles) que des technologies émergentes de type neuroprothèses ou interfaces cerveau-machine (BCI).



LOCAL
CONTROL



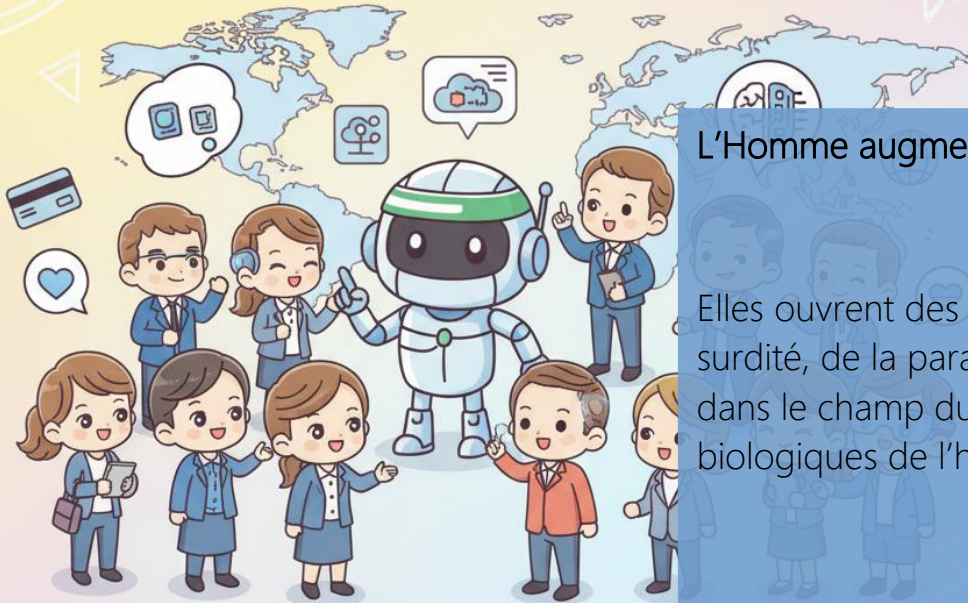
ENHANCED
INDEPENDENCE



NEURAL
INTERFACES



HUMAN &
MACHINE
SYNERGY



L'Homme augmenté et les greffons électroniques

Elles ouvrent des perspectives considérables en santé (traitement de la surdité, de la paralysie, de maladies neurodégénératives), mais également dans le champ du « transhumanisme » avec l'idée de dépasser les limites biologiques de l'humain (ex. projets Neuralink d'Elon Musk).



LOCAL
CONTROL



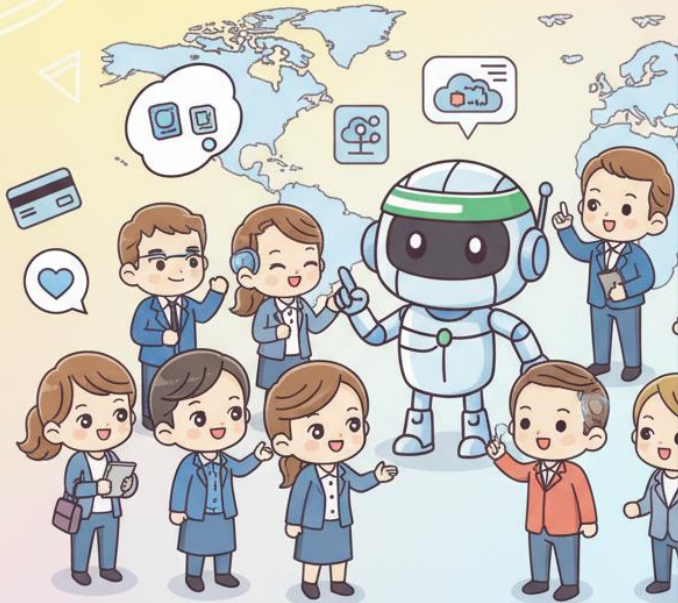
ENHANCED
INDEPENDENCE



NEURAL
INTERFACES



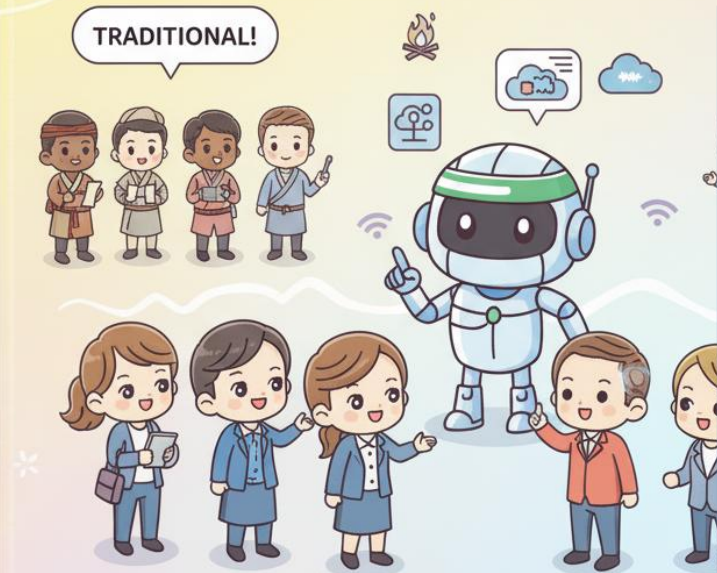
HUMAN &
SYNERGY



L'Homme augmenté et les greffons électroniques

Dans un monde capitaliste où la compétition et la performance structurent l'organisation sociale et économique, l'augmentation devient un atout compétitif. Les entreprises pourraient y voir un levier de productivité (travailleurs plus résistants, plus rapides, mieux connectés). Les individus, eux, pourraient ressentir une pression implicite : se doter de ces technologies pour rester compétitifs sur le marché du travail ou dans des environnements scolaires et sportifs.

Comme l'ont montré Harari (Homo Deus, 2016) et Custers (The Future of Human Augmentation, 2016), cette dynamique pourrait mener à une "course à l'augmentation", créant une nouvelle fracture sociale entre les « augmentés » et les « non-augmentés ».



L'Homme augmenté et la divergence anthropologique

L'Homme augmenté par les greffons électroniques et les technologies neuro-numériques (implants, interfaces cerveau-machine, prothèses intelligentes) ne pose pas seulement des questions médicales, économiques et éthiques : il ouvre aussi la perspective d'une divergence anthropologique.



CULTURAL
SHIFT



ENHANCED
ONTINECE



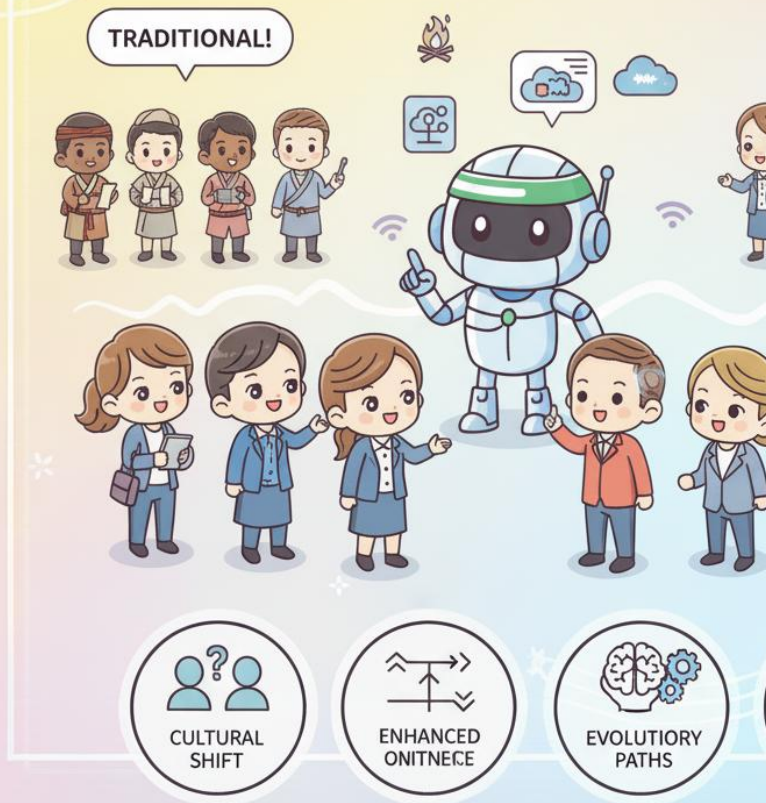
EVOLUTIONARY
PATHS



FUTURE
SOCIETIES



Perspectives Futures et Défis

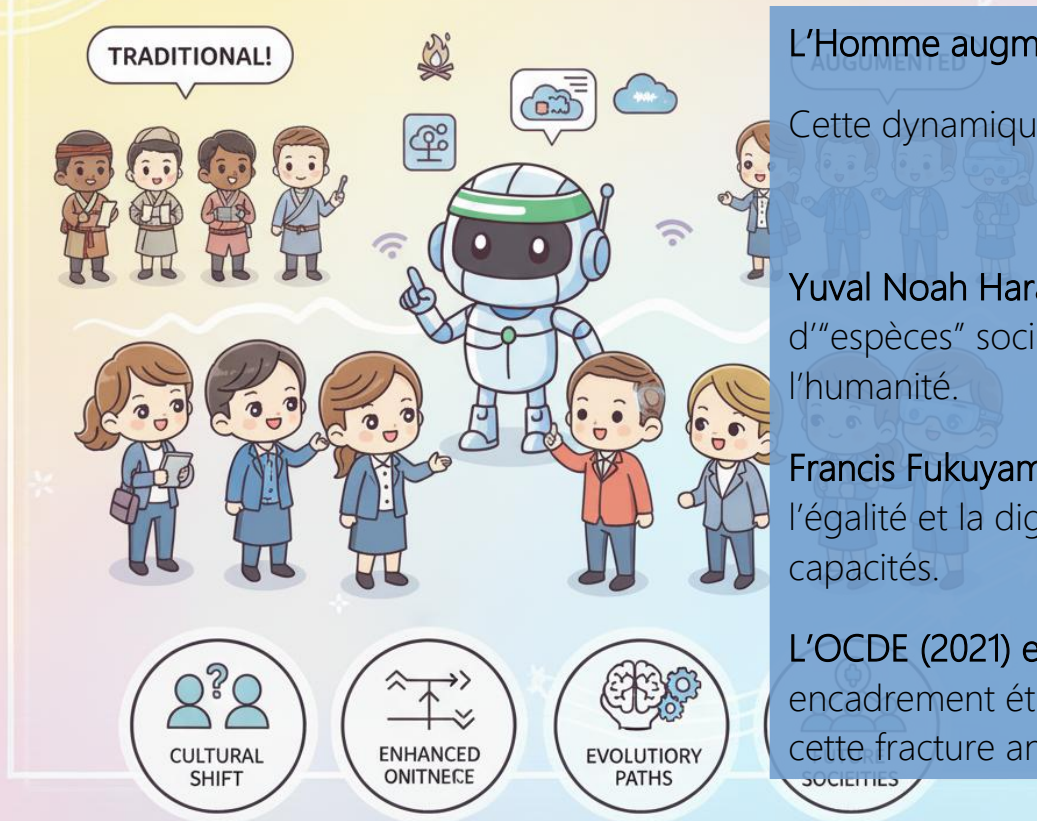


L'Homme augmenté et la divergence anthropologique

Cette expression désigne la possibilité que, dans un contexte où la performance et la compétition dominant (capitalisme mondialisé), la société humaine se scinde en plusieurs trajectoires évolutives :

D'un côté, les individus « augmentés », capables de dépasser les limites biologiques naturelles, et qui bénéficieraient d'un avantage compétitif considérable (productivité, cognition, longévité).

De l'autre, les individus « non-augmentés », exposés au risque de marginalisation économique et sociale, incapables de rivaliser dans un marché du travail et une société centrés sur la performance.



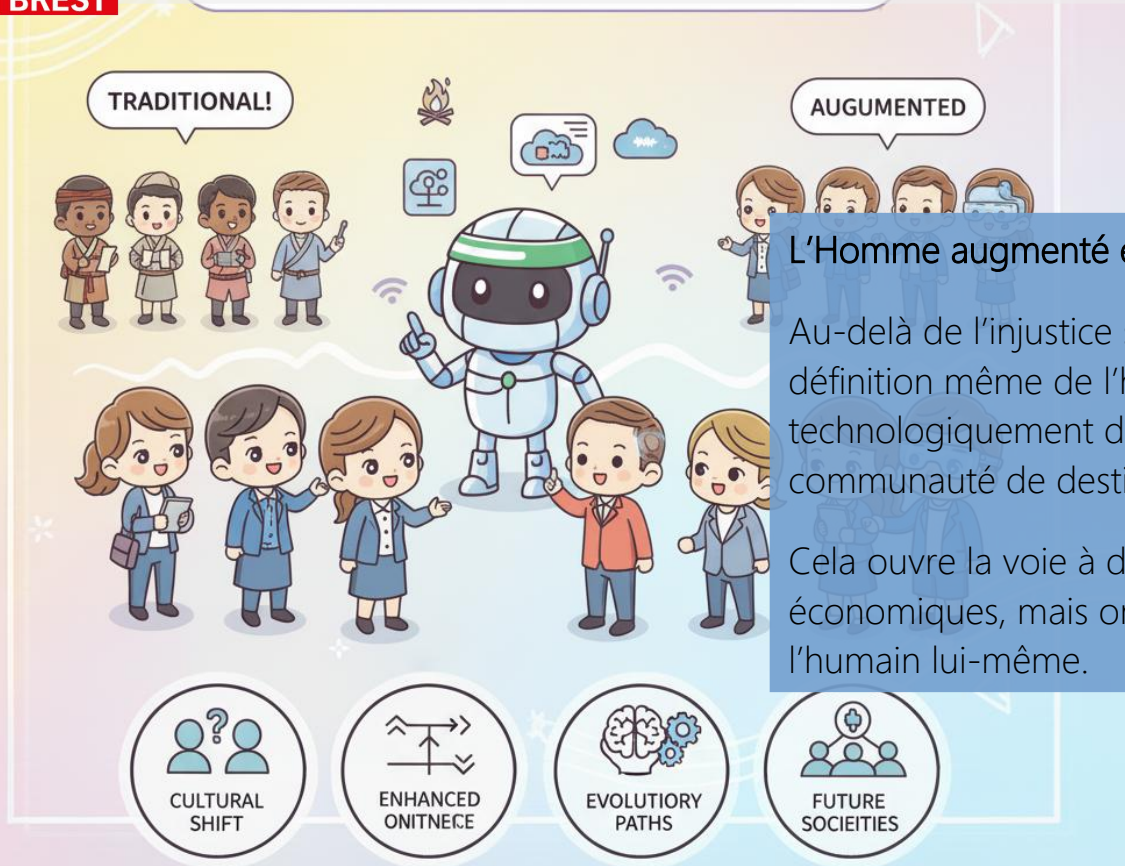
L'Homme augmenté et la divergence anthropologique

Cette dynamique de divergence a été anticipée par plusieurs penseurs :

Yuval Noah Harari (*Homo Deus*, 2016) parle d'un risque d'apparition d'"espèces" sociales distinctes, séparant l'élite technologique du reste de l'humanité.

Francis Fukuyama (*Our Posthuman Future*, 2002) alerte sur la menace pour l'égalité et la dignité humaine que représente l'ingénierie du vivant et des capacités.

L'OCDE (2021) et l'UNESCO (2021) soulignent la nécessité d'un encadrement éthique strict, car l'absence de régulation pourrait accentuer cette fracture anthropologique.



L'Homme augmenté et la divergence anthropologique

Au-delà de l'injustice sociale, la divergence anthropologique interroge la définition même de l'humain : si une partie de l'humanité devient technologiquement différente, pouvons-nous encore parler d'une communauté de destin partagée ?

Cela ouvre la voie à de nouvelles formes d'inégalités, non plus seulement économiques, mais ontologiques, c'est-à-dire touchant à la nature de l'humain lui-même.

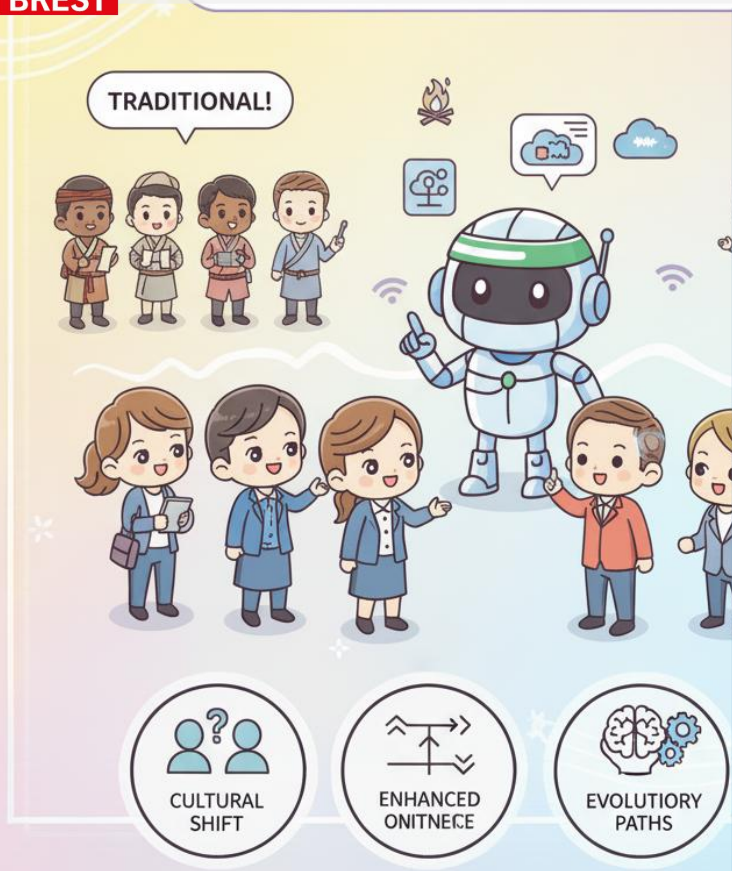


Perspectives Futures et Défis

Sur le plan éthique, l'augmentation questionne :

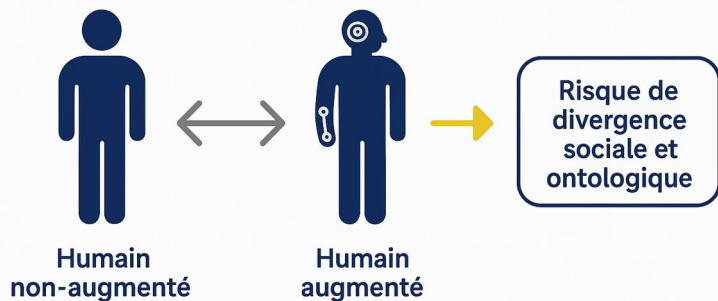
- **Équité** : risque de reproduction ou d'accentuation des inégalités sociales.
- **Pression normative** : obligation implicite de s'augmenter pour ne pas être marginalisé.
- **Marchandisation du corps** : réduction de l'humain à sa valeur de performance, exacerbant la logique capitaliste.
- **Souveraineté** : dépendance aux entreprises qui développent et contrôlent ces technologies (souvent américaines ou chinoises).

Ainsi, l'Homme augmenté n'est pas seulement une promesse médicale : c'est aussi une nouvelle frontière de la compétition économique, où la technologie devient un facteur de sélection sociale, renforçant le lien entre capitalisme, performance et inégalités.





L'homme augmenté et la divergence anthropologique



Sur le plan éthique, l'augmentation questionne :

- **Équité** : risque de reproduction ou d'accentuation des inégalités sociales.
- **Pression normative** : obligation implicite de s'augmenter pour ne pas être marginalisé.
- **Marchandisation du corps** : réduction de l'humain à sa valeur de performance, exacerbant la logique capitaliste.
- **Souveraineté** : dépendance aux entreprises qui développent et contrôlent ces technologies (souvent américaines ou chinoises).

Ainsi, l'Homme augmenté n'est pas seulement une promesse médicale : c'est aussi une nouvelle frontière de la compétition économique, où la technologie devient un facteur de sélection sociale, renforçant le lien entre capitalisme, performance et inégalités.



Introduction à l'économie numérique (8h)

- Module 1.1 : Définitions et Concepts Fondamentaux (2h)
- Module 1.2 : Les Caractéristiques Économiques Uniques (3h)
- Module 1.3 : Les Acteurs Clés et leurs Écosystèmes (3h)

Partie 2 : L'Économie des Données et des Plateformes (8h)

- Module 2.1 : Le Commerce Électronique (E-Commerce) (2h)
- Module 2.2 : Les Systèmes de Paiement en Ligne (1h)
- Module 2.3 : Les Modèles Économiques Numériques (Digital Business Models) (5h)

Partie 3 : Impacts Sociétaux et Régulation (6h + travail de recherche)

- Module 3.1 : Impacts sur le Travail, l'Emploi et les Compétences (2h)
- Module 3.2 : Enjeux Sociaux et Éthiques (2h)
- Module 3.3 : Le Défi de la Régulation (2h)

Partie 4 : Perspectives Futures et Défis (2h)

- Module 4.1 : l'Homme augmenté par les services IA & les greffons électroniques
- **Module 4.2 : Les Défis Transversaux pour Demain (1h)**



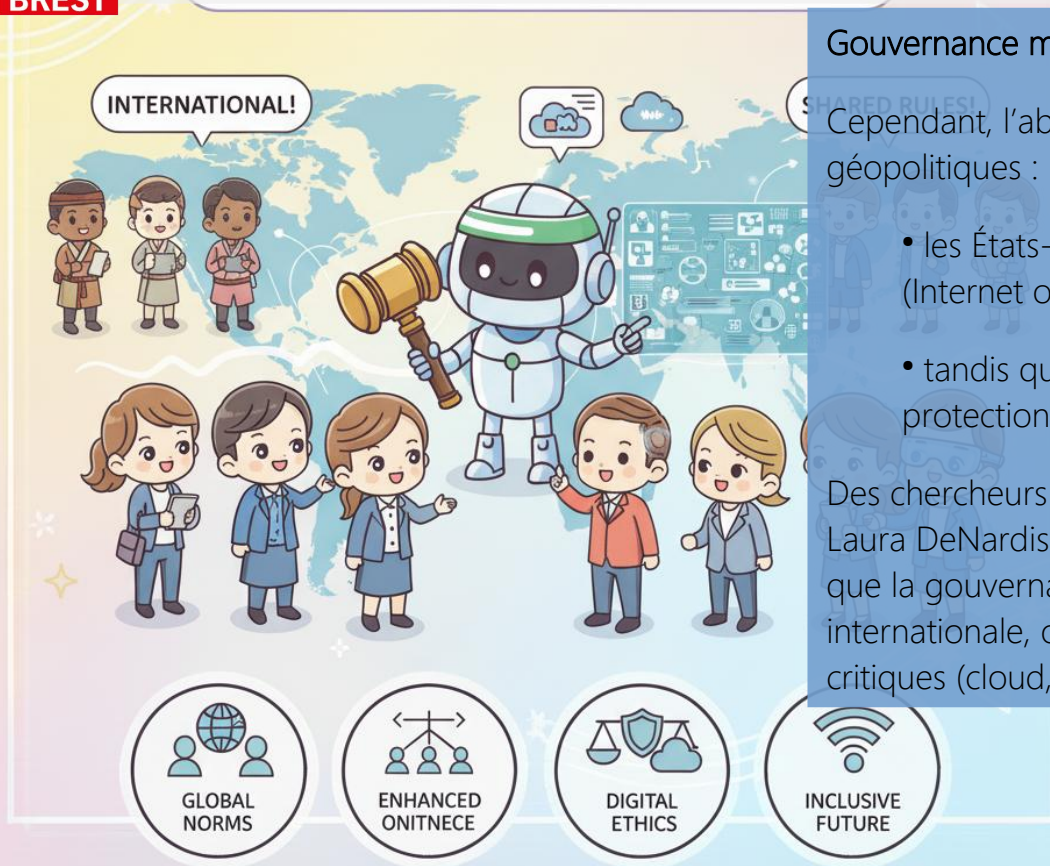
Gouvernance mondiale du numérique

SHARED RULES!

La gouvernance mondiale du numérique désigne l'ensemble des règles, institutions et processus de coordination internationale visant à encadrer l'usage d'Internet, des données et des technologies numériques. Elle est marquée par une fragmentation institutionnelle :

- **L'ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) gère les noms de domaine et adresses IP.
- **L'UIT** (Union internationale des télécommunications, ONU) coordonne certains aspects techniques des réseaux.
- Des organisations comme **l'OCDE, le G7, le G20 ou l'OMC** abordent les enjeux économiques et réglementaires du numérique (taxation, commerce électronique).
- Le Forum sur la gouvernance de l'Internet (**IGF, ONU, 2005**) favorise le dialogue multipartite (États, entreprises, société civile, chercheurs).





Gouvernance mondiale du numérique

Cependant, l'absence d'une autorité unique engendre des tensions géopolitiques :

- les États-Unis et la Chine promeuvent des modèles divergents (Internet ouvert vs Internet souverain et contrôlé),
- tandis que l'Europe tente d'affirmer un modèle fondé sur la protection des droits fondamentaux (RGPD, AI Act, DSA/DMA).

Des chercheurs comme Milton Mueller (Networks and States, 2010) ou Laura DeNardis (The Global War for Internet Governance, 2014) soulignent que la gouvernance du numérique est devenue un enjeu de puissance internationale, où se jouent la maîtrise des données, des infrastructures critiques (cloud, câbles sous-marins) et des normes technologiques.



Gouvernance mondiale du numérique

Acteurs

- ICANN
- UIT, G20, OMC
- RGPD, AI Act
- IGF



Enjeux

- innovation
- souveraineté
- droits humains



Tensions géopolitiques

- modèles divergents
- maîtrise des données

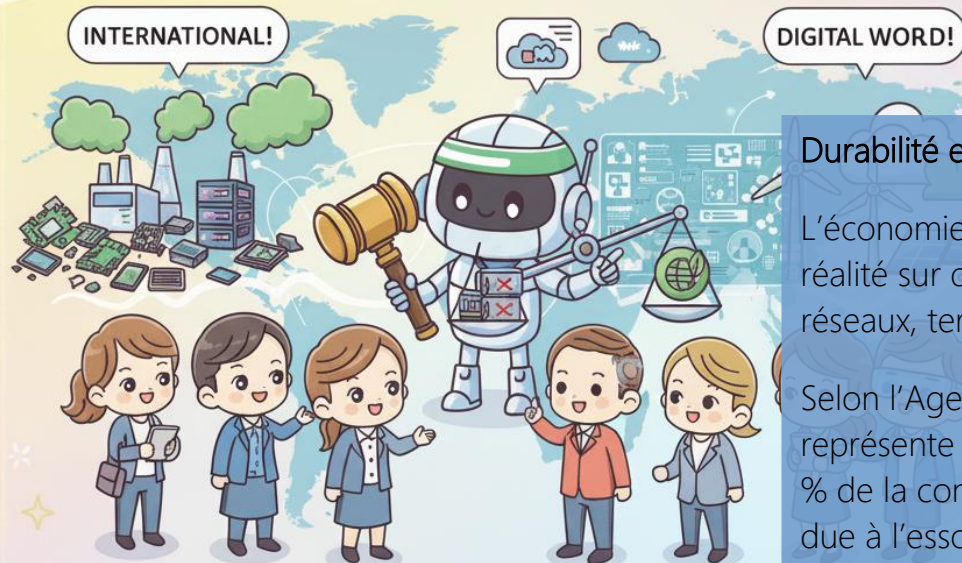


Gouvernance mondiale du numérique

Sur le plan éthique et social, le défi est d'assurer un équilibre entre innovation, souveraineté et droits humains, tout en évitant une fragmentation en « blocs numériques » concurrents (États-Unis, Chine, Europe).

Références :

- DeNardis, L. (2014). The Global War for Internet Governance. Yale University Press.
- Mueller, M. (2010). Networks and States: The Global Politics of Internet Governance. MIT Press.
- OCDE (2021). Digital Economy Outlook.
- Commission européenne (2020). Shaping Europe's Digital Future.



Durabilité et impact environnemental (Green IT)

L'économie numérique, souvent perçue comme « immatérielle », repose en réalité sur des infrastructures physiques très énergivores : data centers, réseaux, terminaux.

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE, 2022), le numérique représente environ 3 à 4 % des émissions mondiales de CO₂ et près de 10 % de la consommation électrique mondiale, avec une tendance à la hausse due à l'essor du cloud, de la 5G et de l'intelligence artificielle.



CARBON
FOOTPRINT



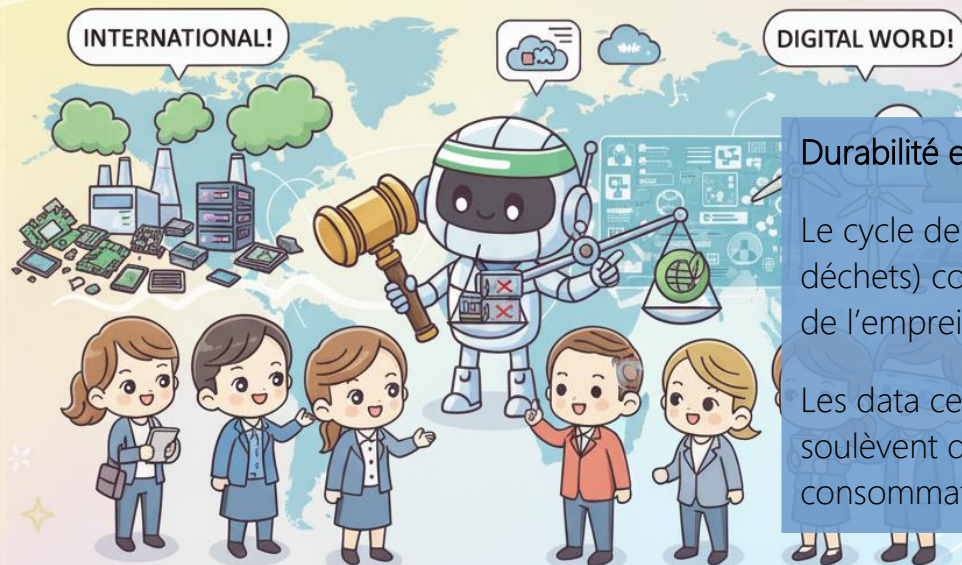
E-WASTE
RECYCLING



RENEWABLE
ENERGY



SUSTAINABLE
DATA



Durabilité et impact environnemental (Green IT)

Le cycle de vie des équipements (fabrication, extraction de métaux rares, e-déchets) constitue la principale source d'impact, représentant jusqu'à 80 % de l'empreinte carbone d'un smartphone (ADEME, 2021).

Les data centers, concentrés en Europe du Nord, aux États-Unis et en Asie, soulèvent des enjeux d'efficacité énergétique (refroidissement, consommation d'eau) et de localisation stratégique.



CARBON
FOOTPRINT



E-WASTE
RECYCLING

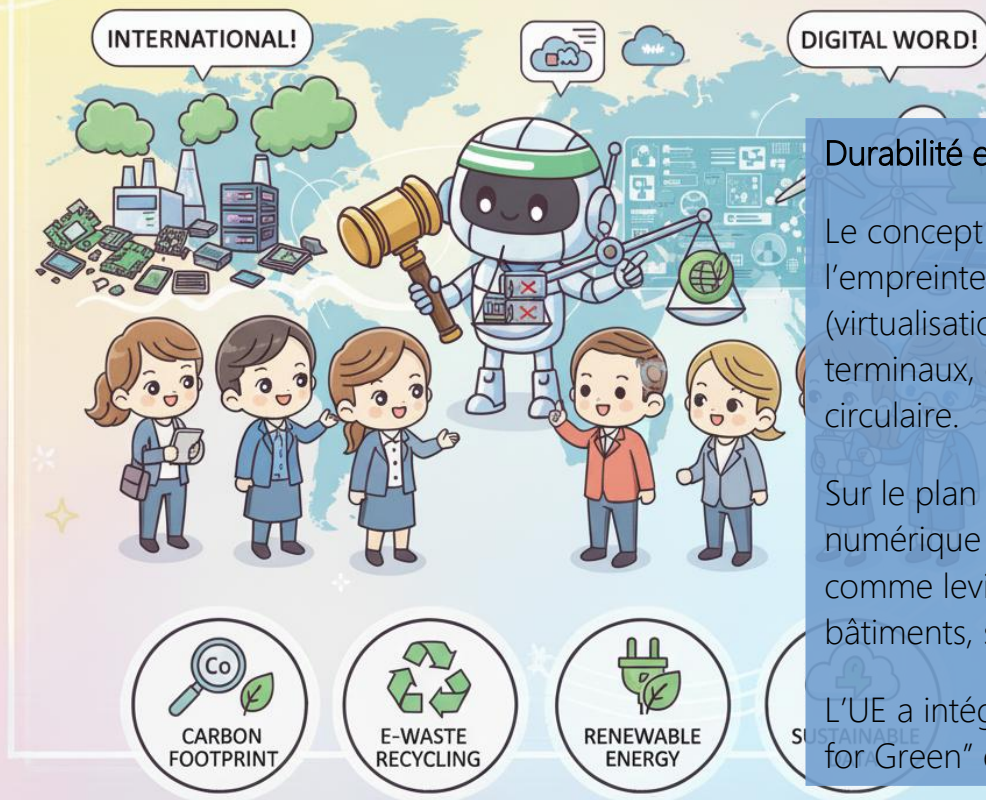


RENEWABLE
ENERGY



SUSTAINABLE
DATA

Perspectives Futures et Défis



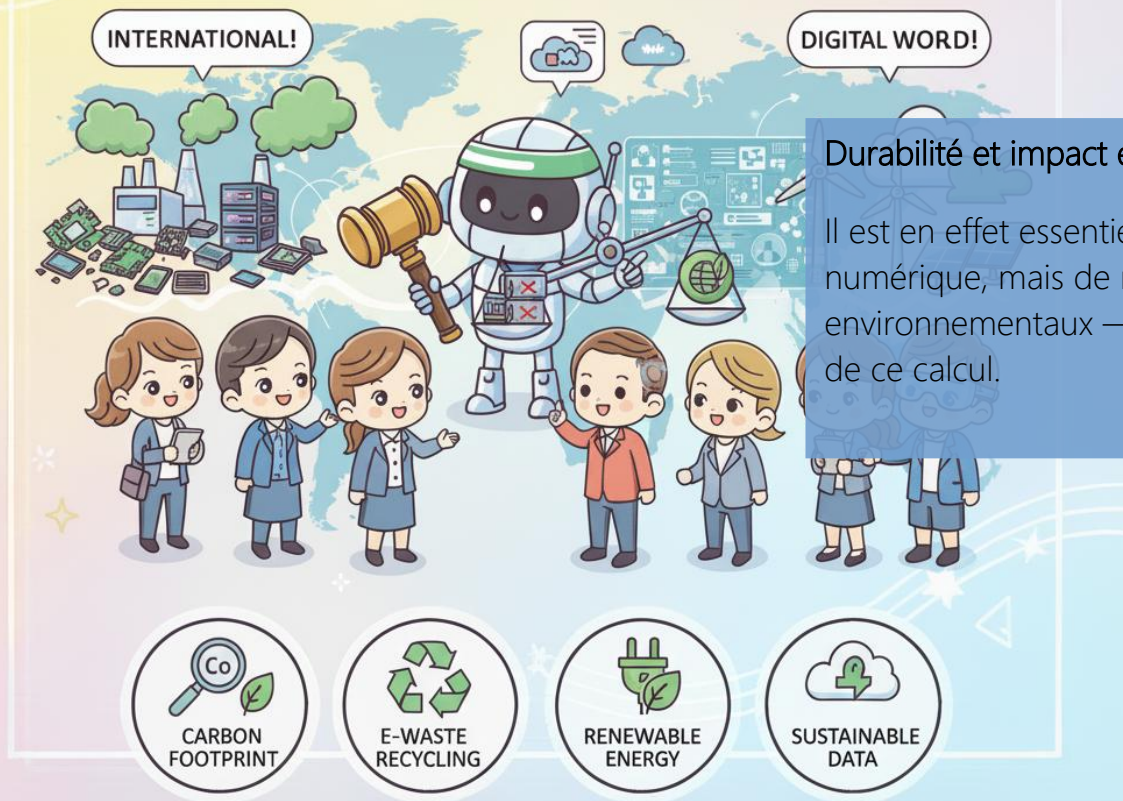
Durabilité et impact environnemental (Green IT)

Le concept de Green IT désigne l'ensemble des pratiques visant à réduire l'empreinte écologique du numérique : optimisation énergétique (virtualisation, énergies renouvelables), allongement de la durée de vie des terminaux, écoconception logicielle, développement de l'économie circulaire.

Sur le plan éthique et social, le défi est double : éviter que la transition numérique n'aggrave la crise climatique, tout en mobilisant le numérique comme levier de transition écologique (optimisation énergétique des bâtiments, smart grids, mobilité durable).

L'UE a intégré ces enjeux dans le Pacte vert européen, la stratégie "Digital for Green" et la régulation sur l'écoconception.

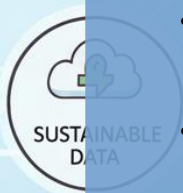
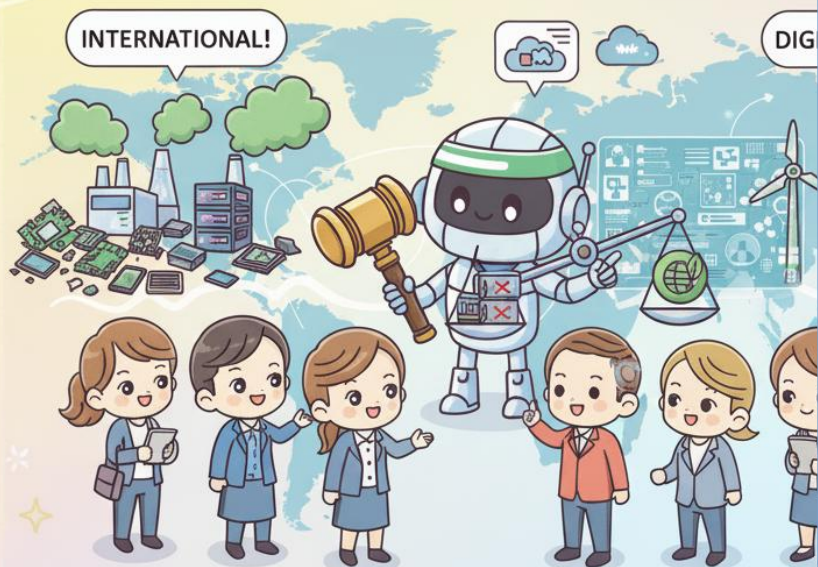
Perspectives Futures et Défis



Durabilité et impact environnemental (Green IT)

Il est en effet essentiel de ne pas se limiter aux impacts négatifs du numérique, mais de réfléchir aussi à la balance coûts/gains environnementaux — tout en reconnaissant la complexité méthodologique de ce calcul.

Perspectives Futures et Défis



Durabilité et impact environnemental (Green IT)

Calculer l'empreinte environnementale du numérique

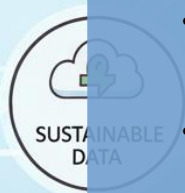
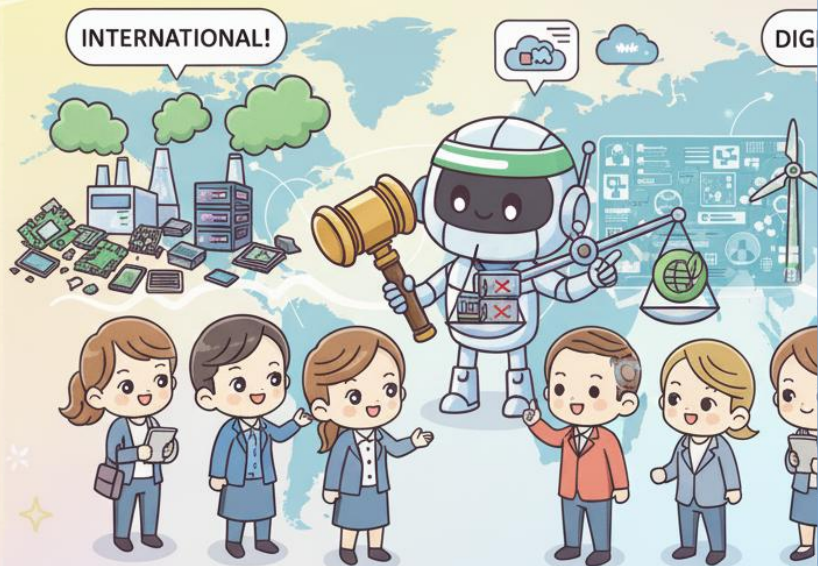
Coûts directs et mesurables :

- Fabrication des équipements : extraction de métaux rares, énergie grise, pollution des sols (jusqu'à 80 % de l'empreinte d'un smartphone – ADEME, 2021).
- Usage : consommation d'électricité des terminaux, des réseaux, des data centers (AIE, 2022).
- Fin de vie : gestion des e-déchets, recyclage limité des composants critiques.

Gains potentiels :

- Optimisation énergétique : bâtiments intelligents, réseaux électriques pilotés par IA (smart grids), réduction des trajets grâce au télétravail.
- Économie circulaire : plateformes de seconde main, réduction des invendus, logistique optimisée.
- Transition bas-carbone : outils numériques pour mesurer, piloter et réduire les émissions (ex. agriculture de précision).

Perspectives Futures et Défis



Durabilité et impact environnemental (Green IT)

Calculer l'empreinte environnementale du numérique

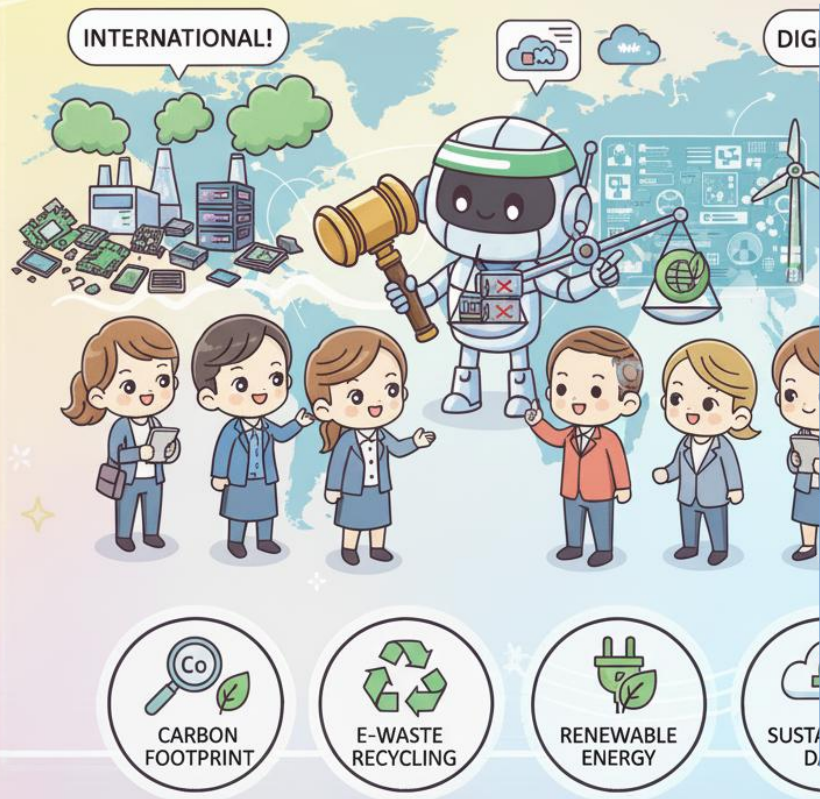
Coûts directs et mesurables :

- Fabrication des équipements : extraction de métaux rares, énergie grise, pollution des sols (jusqu'à 80 % de l'empreinte d'un smartphone – ADEME, 2021).
- Usage : consommation d'électricité des terminaux, des réseaux, des data centers (AIE, 2022).
- Fin de vie : gestion des e-déchets, recyclage limité des composants critiques.

Gains potentiels :

- Optimisation énergétique : bâtiments intelligents, réseaux électriques pilotés par IA (smart grids), réduction des trajets grâce au télétravail.
- Économie circulaire : plateformes de seconde main, réduction des invendus, logistique optimisée.
- Transition bas-carbone : outils numériques pour mesurer, piloter et réduire les émissions (ex. agriculture de précision).

Perspectives Futures et Défis



Durabilité et impact environnemental (Green IT)

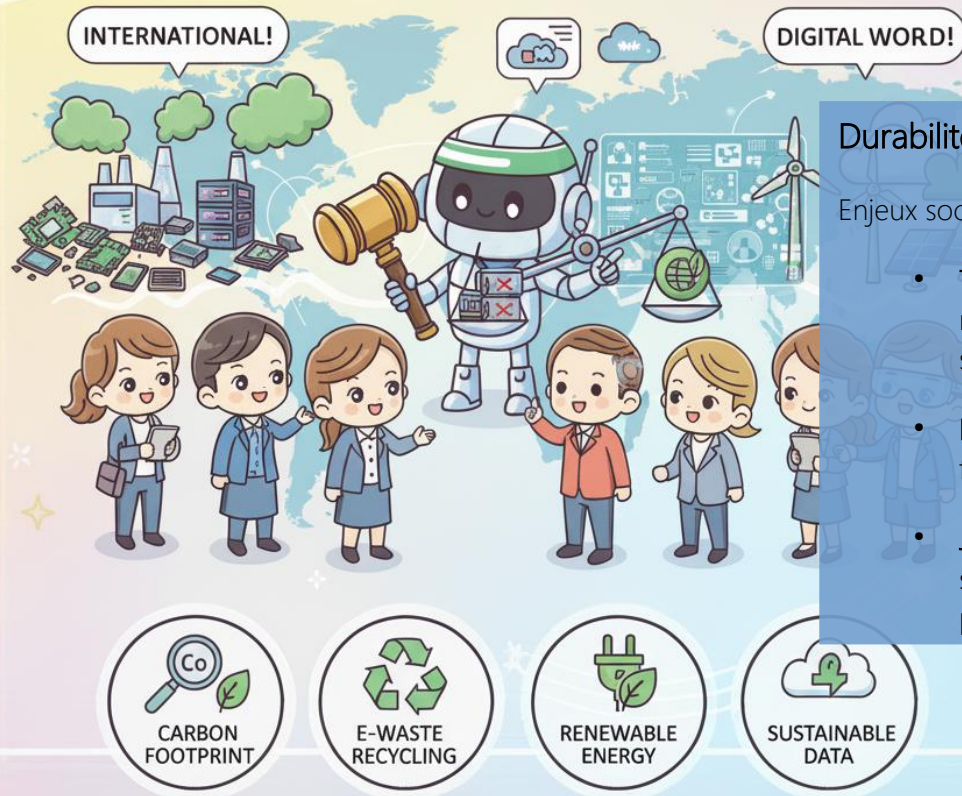
La difficulté de la comparaison

Différence d'échelle : les coûts sont immédiats, localisés et quantifiables (ex. kWh consommés, CO₂ émis), tandis que les gains sont souvent indirects, différés et diffus (ex. réduction des embouteillages, amélioration de la productivité).

Effets rebond : les gains potentiels sont souvent partiellement annulés par une hausse de la consommation (ex. plus d'efficacité énergétique → plus d'usages, streaming en meilleure qualité → hausse du trafic). C'est ce que l'on appelle le paradoxe de Jevons (Hilty, 2015).

Manque d'indicateurs unifiés : il existe des méthodes d'Analyse du Cycle de Vie (ACV), mais elles restent fragmentées et difficiles à appliquer à l'échelle d'un écosystème numérique complet.

Perspectives Futures et Défis



Durabilité et impact environnemental (Green IT)

Enjeux sociaux et éthiques

- **Transparence** : nécessité d'évaluer de manière crédible l'empreinte carbone réelle des services numériques (certains acteurs du cloud ou du streaming sous-déclarent leurs émissions).
- **Responsabilité** : qui doit assumer les coûts environnementaux ? Fabricants, fournisseurs de services, consommateurs, États ?
- **Justice environnementale** : les coûts (pollution, extraction minière) sont souvent supportés par des pays du Sud, alors que les gains sont majoritairement captés par les pays industrialisés.



COÛTS VS GAINS ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE

COÛTS

- Fabrication des équipements: extraction de métaux rares, énergie grise, pollution des sols
- Usage: consommation d'électricité des terminaux, réseaux, data centers
- Fin de vie: gestion des e-déchets, recyclage limité

GAINS

- Optimisation énergétique: bâtiments intelligents, smart grids, télétravail
- Économie circulaire: plateformes de seconde main, logistique optimisée
- Transition bas-carbone: outils pour réduire les émissions

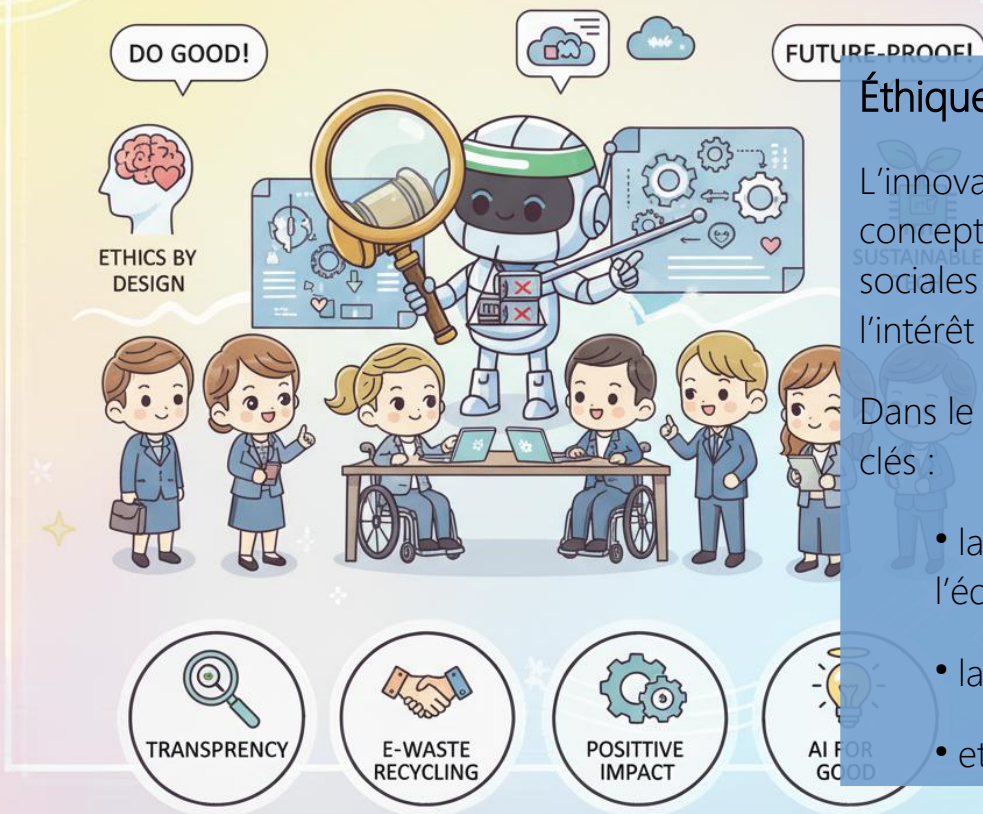
EFFETS REBOND

Les gains environnementaux peuvent être réduits voire annulés par une hausse des usages (efficacité → consommation accrue)

Durabilité et impact environnemental (Green IT)

Références :

- ADEME (2021). L'empreinte environnementale du numérique mondial.
- AIE (2022). Data Centres and Energy Consumption.
- Hilty, L. & Aebischer, B. (2015). ICT Innovations for Sustainability.
- Jevons, W. S. (1865). The Coal Question (concept d'effet rebond).

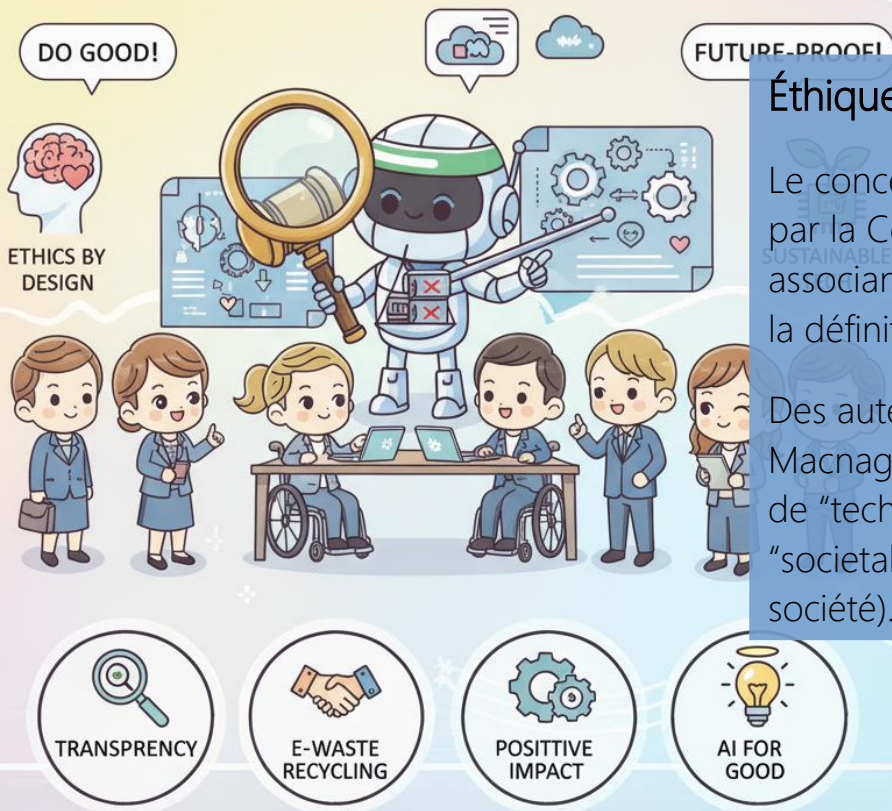


Éthique et innovation responsable

L'innovation responsable désigne une démarche qui intègre, dès la conception de nouvelles technologies, des considérations éthiques, sociales et environnementales afin d'aligner le progrès technique sur l'intérêt général.

Dans le numérique, cette approche s'appuie sur plusieurs principes clés :

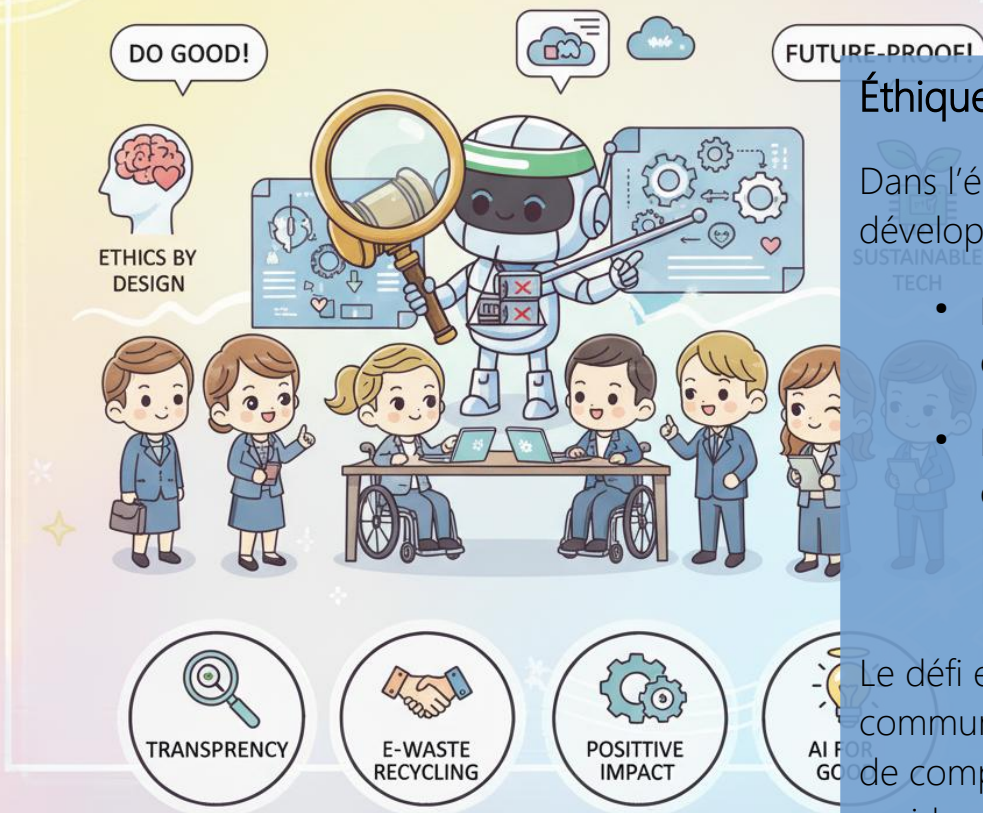
- la transparence (compréhension des systèmes algorithmiques),
- l'équité (éviter la discrimination et garantir l'inclusion),
- la redevabilité (responsabilité en cas de dommages)
- et la durabilité (réduction de l'empreinte environnementale)



Éthique et innovation responsable

Le concept de "Responsible Research and Innovation" (RRI), promu par la Commission européenne depuis 2013, propose un cadre associant chercheurs, entreprises, décideurs publics et citoyens dans la définition des orientations technologiques.

Des auteurs comme Von Schomberg (2013) et Stilgoe, Owen & Macnaghten (2013) insistent sur la nécessité de passer d'une logique de "tech push" (innovation pour l'innovation) à une logique de "societal pull" (innovation orientée vers les besoins et valeurs de la société).



Éthique et innovation responsable

Dans l'économie numérique, l'éthique appliquée se traduit par le développement de principes comme

- l'"Ethics by design" (intégrer l'équité, la vie privée et la sécurité dès la conception des systèmes),
- la **création de comités éthiques** dans les entreprises, ou encore l'élaboration de standards internationaux (ex. Recommandation de l'UNESCO sur l'éthique de l'IA, 2021 ; Lignes directrices OCDE sur l'IA, 2019).

Le défi est d'éviter que l'éthique ne soit réduite à une stratégie de communication ("**ethics washing**"), mais devienne un véritable critère de compétitivité et de confiance dans un monde où l'innovation est rapide mais aussi socialement contestée.



ÉTHIQUE & INNOVATION RESPONSABLE



PRINCIPES

- Transparence
- Équité
- Responsabilité
- Durabilité

OUTILS

- « Ethics by design »
- Comités éthiques
- Standards internationaux

Éthique et innovation responsable

Références :

- Von Schomberg, R. (2013). A Vision of Responsible Research and Innovation.
- Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. Research Policy.
- OCDE (2019). Principes de l'IA.
- UNESCO (2021). Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence.



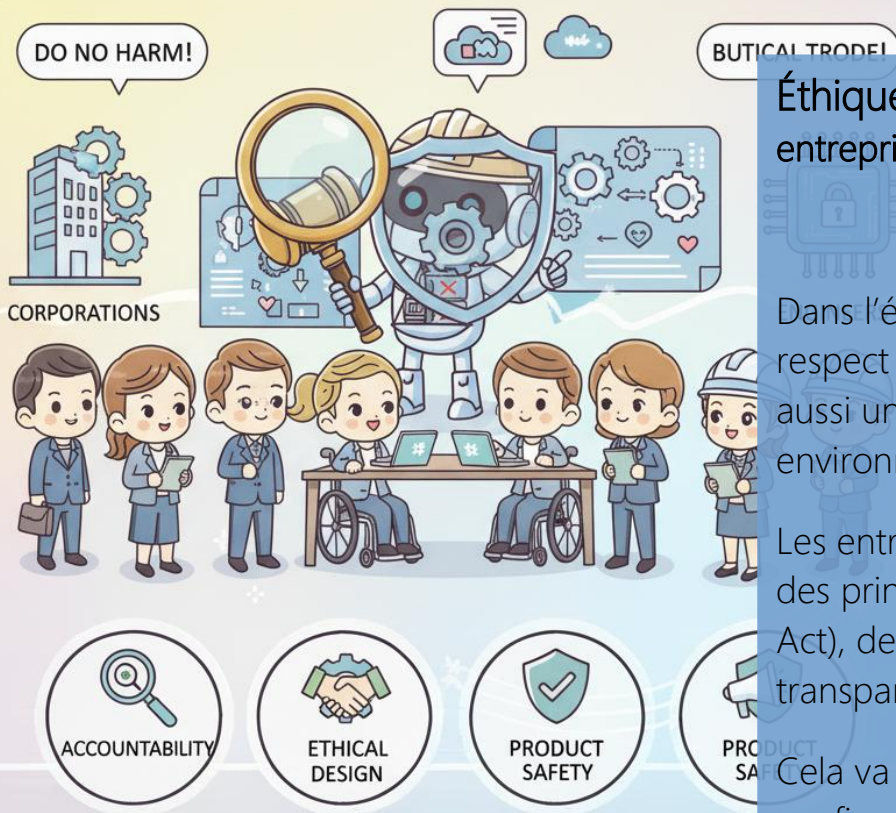
Perspectives Futures et Défis

Éthique et innovation responsable : Responsabilité des entreprises et des ingénieurs

Dans l'économie numérique, la responsabilité ne se limite plus au respect des contraintes techniques ou commerciales : elle implique aussi une prise en compte des impacts sociaux, éthiques et environnementaux des technologies développées.

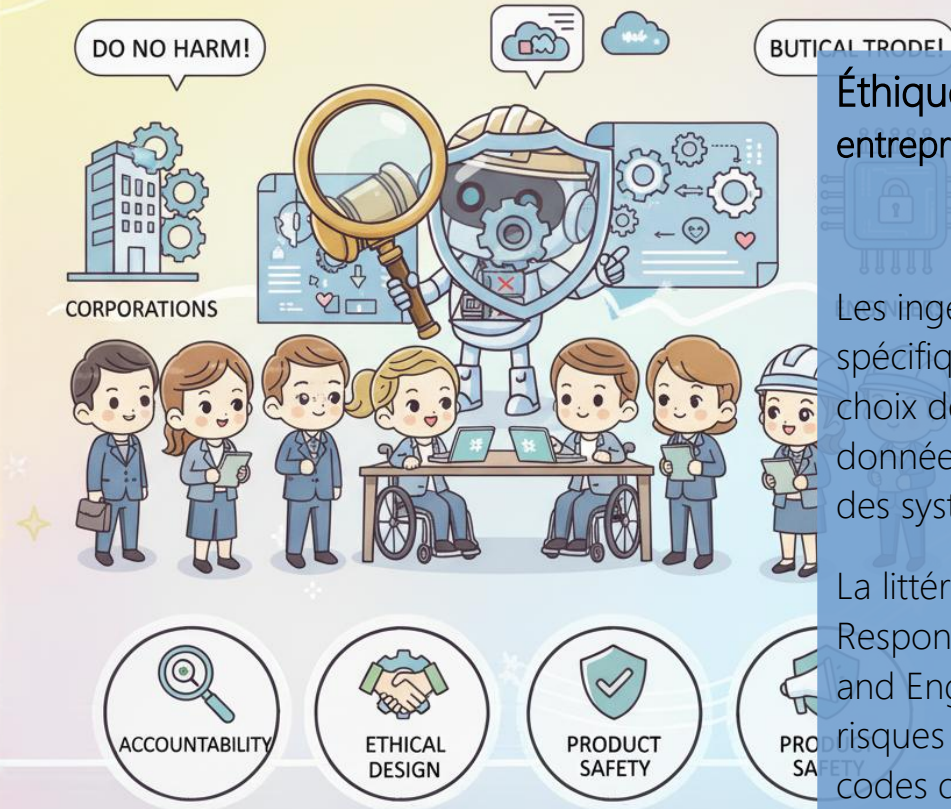
Les entreprises sont désormais attendues sur leur capacité à intégrer des principes de gouvernance responsable des données (RGPD, IA Act), de cybersécurité, de durabilité environnementale et de transparence algorithmique.

Cela va au-delà de la conformité juridique : il s'agit de bâtir une confiance sociétale indispensable à l'acceptabilité de l'innovation.





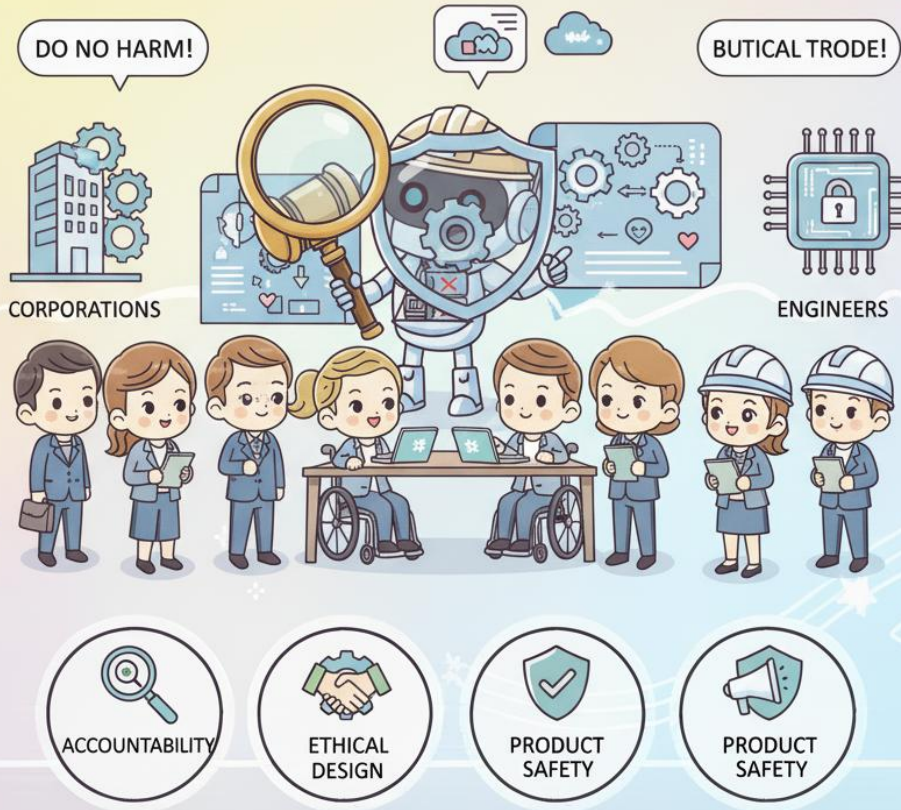
Perspectives Futures et Défis



Éthique et innovation responsable : Responsabilité des entreprises et des ingénieurs

Les ingénieurs, en tant que concepteurs, portent une responsabilité spécifique, souvent qualifiée de "responsabilité de conception" : leurs choix de design, d'architecture logicielle ou de paramétrage de données influencent directement la sécurité, l'équité et la durabilité des systèmes numériques.

La littérature en éthique de l'ingénierie (Jonas, Le Principe de Responsabilité, 1979 ; Van de Poel & Royakkers, Ethics, Technology and Engineering, 2011) insiste sur la nécessité d'une anticipation des risques et d'un engagement à long terme vis-à-vis de la société. Les codes de déontologie, comme celui de l'IEEE ou de l'ordre des ingénieurs en France, rappellent cette exigence.

**INNOVATING WITH INTEGRITY!**

Éthique et innovation responsable : Responsabilité des entreprises et des ingénieurs

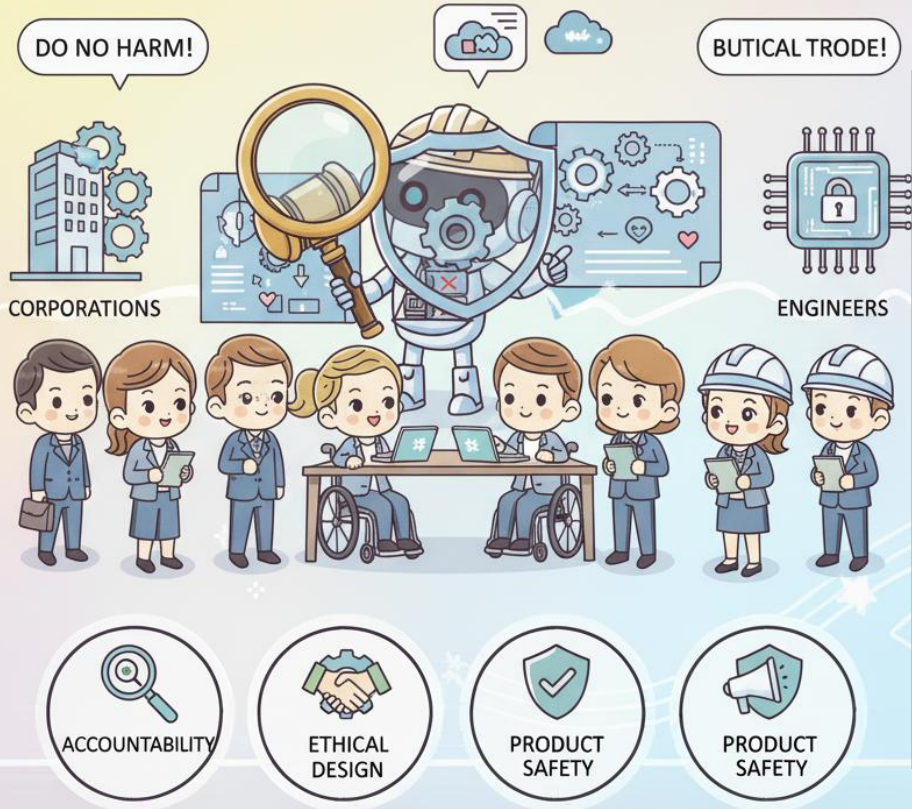
Ainsi, dans un monde numérique globalisé, la responsabilité des entreprises et des ingénieurs se situe à l'intersection de trois impératifs :

- Innovation compétitive (répondre au marché),
- Conformité réglementaire (respect des lois),
- Éthique sociétale (protéger les droits fondamentaux et l'environnement).

Références :

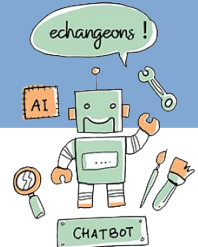
- Jonas, H. (1979). Le Principe Responsabilité. Flammarion.
- Van de Poel, I. & Royakkers, L. (2011). Ethics, Technology and Engineering. Wiley-Blackwell.
- IEEE (2019). Ethically Aligned Design.
- mission européenne (2021-2024). AI Act, DSA, DMA.

Perspectives Futures et Défis

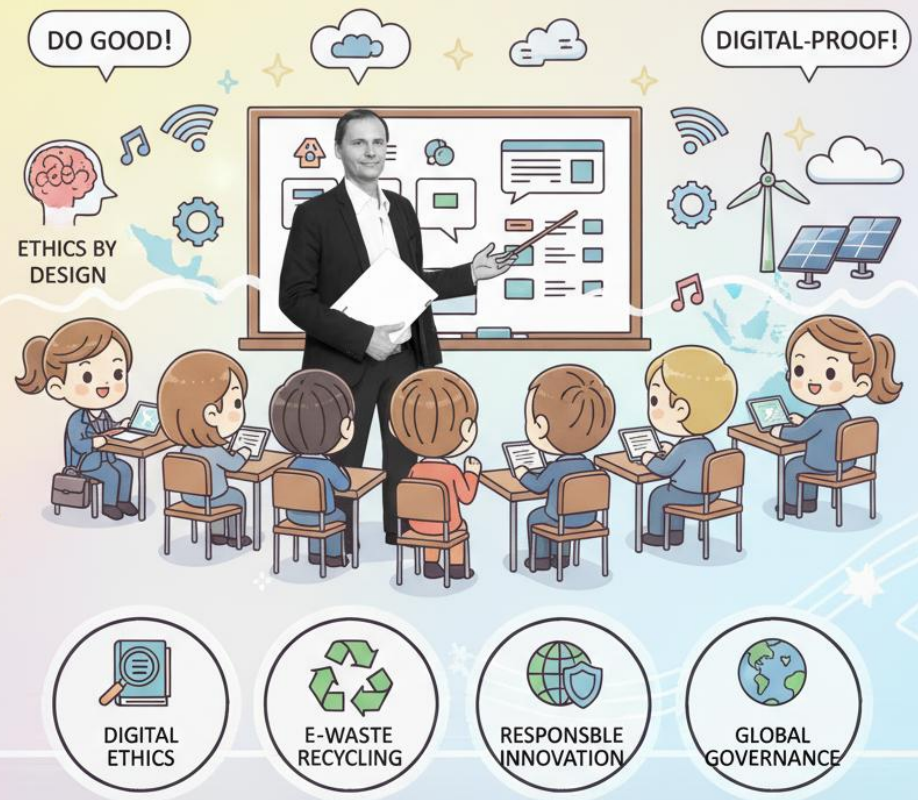


Travaillez avec l'IA sur la question de la divergence anthropologique :

- Dispose-t-on d'expériences similaires pour se guider ?
- Quel est le niveau actuel de probabilité de réalisation ?
- Quels sont les questions philosophiques, sociétales et politiques qui se poseraient ?
- Comment vous situez-vous ?



DIGITAL LEADERSHIP!



Merci !

EMPOWERING THE DETA DIGITAL GENARON!